



Industria y Comercio

SUPERINTENDENCIA

Delegatura de propiedad Industrial

División de Nuevas Creaciones

PCT
SOLICITUD

PATENTE DE INVENCION

21. EXPEDIENTE No.

06-122135

54. TÍTULO

METODO Y APARATO PARA EL MANEJO ADAPTABEE DE RETARDO

EN UN SISTEMA DE COMUNICACION INHALAMBRICO

51. CLASIFICACIÓN INTERNACIONAL

71. SOLICITANTE

QUALCOMM INCORPORATED

DOMICILIO

SAN DIEGO, CALIFORNIA, ESTADOS UNIDOS DE AMERICA

74. APODERADO

EMILIO FERRER

C.C. 438.019 de Usaquén

22. BOGOTÁ, D. C.,

F.V. 05-12-2006

Ce-268


Industria y Comercio

SUPERINTENDENCIA

PETITORIO

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

Rad: 05-122135-00000-0000

P.O. 2005-12-04 10:00 AM Dep. 2000 NUL-CREACIONES

TEL 11 PATENTE

EXT 300 PATENTACIONAL

Acl 411 PRESENTACION

Folios: 140

**FORMULARIO UNICO DE SOLICITUD DE PATENTE
PCT
ENTRADA EN FASE NACIONAL**
SOLICITUD DE:

1

☒ Patente de Invención.

☐ Patente de Modelo de Utilidad.

☐ Capítulo I.

☒ Capítulo II.

2

**S LICITANTE
(71)**

 Nombre: **QUALCOMM INCORPORATED**,
sociedad constituida y existente bajo las
leyes del Estado de Delaware, Estados
Unidos de América.

 Dirección: 5775 Morehouse Drive,
San Diego,
California 92121,
Estados Unidos de América

 Domicilio: San Diego, California,
Estados Unidos de América.

IDENTIFICACIÓN

 C.C. ☐ NIT ☐
C.E. ☐ Otro ☐
Cual _____
Número _____

3

**REPRESENTANTE
O APODERADO**

 Nombre: **EMILIO FERRERO**
Dirección: Carrera 4ª. No. 72-35
Teléfono: 347 38 11
Fax: 211 88 50
E-mail: clientes@camyp.com.
Domicilio: Bogotá, Colombia.

IDENTIFICACIÓN

 C.C. ☒ NIT ☐
C.E. ☐ Otro ☐
Cual _____
Número 438.019 T.P 31.929

4

**INVENTOR (ES)
(72)**

 1. **Peter J. BLACK**,
2681 First Avenue,
San Diego,
California 92103,
Estados Unidos de América

 2. **Mehmet GURELLI**,
3717 Nobel Drive #1329,
San Diego,
California 92122,
Estados Unidos de América

 3. **Mehmet YAVUZ**,
3640 Torrey View Court,
San Diego,
California 92130,
Estados Unidos de América

 4. **Naga BHUSHAN**,
7794 Roan Road,
San Diego,
California 92129,
Estados Unidos de América

5

PCT (86)

 Solicitud Internacional No. PCT/US2005/015812

 Fecha: 5 de Mayo de 2005

 Publicación Internacional No. WO 2005/109792 A1

 Fecha: 17 de Noviembre de 2005

6

Título (54)
**METODO Y APARATO PARA EL MANEJO ADAPTABLE DE RETARDO EN UN
SISTEMA DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICO**

7

Clasificación Internacional (51) H04L 12/56

8

Prioridad

 SI ☒ NO ☐

(33) País de Origen

US
US

(32) Fecha

5 de Mayo de 2004
4 de Noviembre de 2004

(31) Número de Solicitud

60/568.650
60/625.660

9

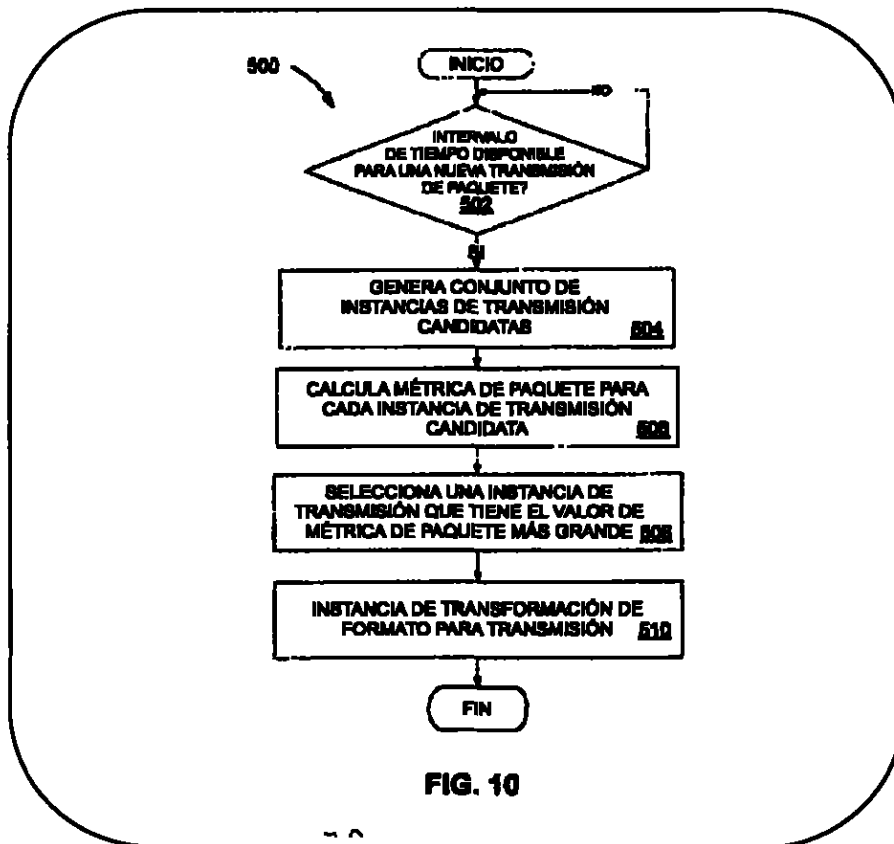
Comprobante de pago No.: 06-87,851Fecha: Noviembre 15 de 2006

10

An xos:

- ☒ Comprobante de pago de la tasa de presentación de la solicitud por \$ 463.000.00.
- ☐ Comprobante de pago por reivindicación de prioridad.
- ☒ Documento que acredita la existencia y representación legal cuando el solicitante sea persona jurídica.
- ☒ Poderes, si fuere el caso.
- ☐ Documento de cesión del inventor al solicitante o a su causante.
- ☐ Declaraciones.
- ☒ Copia de la solicitud internacional. (Resumen, descripción, reivindicaciones, dibujos)
- ☒ Traducción de la solicitud internacional al castellano. (Resumen, descripción, reivindicaciones, dibujos)
- ☒ Copia del examen preliminar efectuado por la IPEA.
- ☐ Traducción del examen preliminar efectuado por la IPEA.
- ☐ De ser el caso, copia del contrato de acceso.
- ☐ De ser el caso, documento que acredite la licencia o autorización de uso de conocimientos tradicionales de las comunidades indígenas.
- ☐ De ser el caso, certificado de depósito del material biológico.
- ☒ Arte final 12x12
- ☐ De ser el caso, información sobre otras solicitudes de patente o títulos obtenidos en el extranjero por el mismo titular o su causante, relacionadas parcial o totalmente con la invención de esta solicitud.
- ☒ Otros: VER HOJA DE DOCUMENTOS ANEXOS

11

FIGURA CARACTERÍSTICA

12

Solicito la concesión de la patente,

NOMBRE: EMILIO FERREROFIRMA: *Emilio Ferrero*

C.C. 438.019 de Usaquén T.P. 31.929

DOCUMENTOS ANEXOS

1. ☒ **Publicación Internacional WO 2005/109792 A1**

Descripción:

Páginas 63 en el idioma original

Páginas 105 en español

Reivindicaciones: Número (s) 4

Figuras: Número (s) 14

2. ☒ **Forma PCT/ISA/210. Reporte de Búsqueda Internacional**
3. ☒ **Forma PCT/ISA/237. Opinión escrita de la Autoridad Encargada de La Búsqueda Internacional**
4. ☒ **Extracto de publicación.**

**NO SE REALIZARON MODIFICACIONES EN LA
FASE INTERNACIONAL**

State of California



SECRETARY OF STATE

APOSTILLE

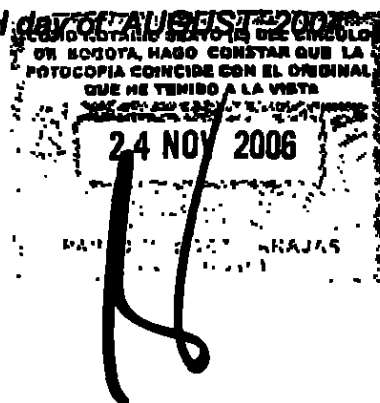
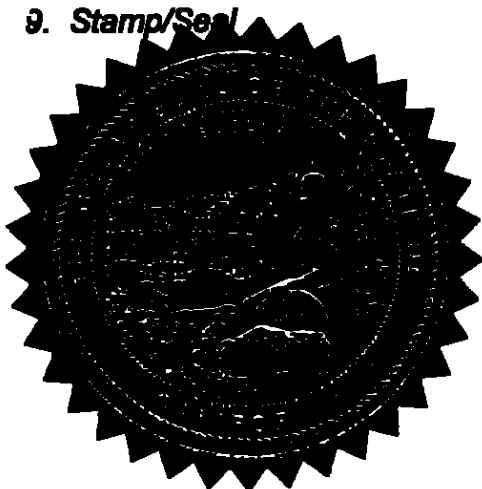
(Convention de La Haye du 5 octobre 1961)

1. Country: United States of America
This public document
2. has been signed by GREGORY J. SMITH
3. acting in the capacity of ASSESSOR/ COUNTY CLERK/RECORDER
4. bears the seal/stamp of the county of SAN DIEGO
State of California

CERTIFIED

5. At SAN DIEGO, California
6. The 20TH day of AUGUST 2006
7. by Deputy Secretary of State, State of California
8. No. 114512
9. Stamp/Seal

10. Signature



Kevin Shelley
KEVIN SHELLEY
Secretary of State

BY *Gregory J. Smith*



Gregory J. Smith

COUNTY OF SAN DIEGO

ASSESSOR / RECORDER / COUNTY CLERK



ASSESSOR'S OFFICE
1600 Pacific Highway, Room 103
San Diego, CA 92101-2480
Tel. (619) 236-3771 • Fax (619) 557-4056

www.sdarcc.com

RECORDER/COUNTY CLERK'S OFFICE
1600 Pacific Highway, Room 260
P.O. Box 121750 • San Diego, CA 92112-1750
Tel. (619) 237-0502 • Fax (619) 557-4155

I, **GREGORY J SMITH**, Assessor/Recorder/County Clerk of the County of San Diego, State of California, having by law a Seal, DO HEREBY CERTIFY that:

ROMINA M CLEARY whose name is subscribed to the oath or Certificate of Proof or Acknowledgement of the annexed instrument and thereon written, was at the time of taking such oath, or Proof or Acknowledgement, a Notary Public, in and for said County, duly commissioned and sworn and duly authorized by the laws of said State to take the same and administer oaths and to take the Acknowledgements and Proofs of Deeds and other instruments in writing to be recorded in this State. I am acquainted with the handwriting of such Notary Public and believe that the signature to said oath or Certificate of Proof Acknowledgement is genuine. I further certify that under the laws of the State of California the said oath or Certificate of Proof or Acknowledgement is required to be under seal, but the impression of said seal is not required by the laws of the State of California to be filed in my office or in any other place.

DATED: August 20, 2004

Witness by hand





GREGORY J SMITH, County Assessor/Recorder/Clerk

Branch Offices Available To Serve You

CHULA VISTA
590 Third Avenue
Chula Vista, CA 91910-5617
(619) 498-2200

EL CAJON
200 S. Magnolia Avenue
El Cajon, CA 92020-4524
(619) 401-5700

KEARNY MESA
9225 Clairemont Mesa Blvd.
San Diego, CA 92123-1211
(858) 505-6262

SAN MARCOS
334 Via Vera Cruz, Suite 150
San Marcos, CA 92078-2638
(760) 940-6868

Representación y Poder con autenticación notarial y Apostille para patentes, modelos de utilidad, diseños industriales, marcas de fábrica, nombres comerciales, enseñas, nombres de dominio, lemas comerciales, licencias.

Representation and Power-of-Attorney with notarial authentication and Apostille for patents, utility models, industrial designs, trademarks, commercial names, trade emblems, domain names, slogans, licenses.

REPRESENTACION Y PODER

REPRESENTATION AND POWER-OF-ATTORNEY

Yo (nosotros), abajo firmado (s)/I (we), the undersigned

QUALCOMM INCORPORATED

domiciliado (s) en/of 5775 Morehouse Drive

San Diego, California 92121-1714, United States of America

por el presente nombramos a EMILIO FERRERO, tpa. 31929; GONZALO PERDOMO, tpa. 831; LUZ CLEMENCIA DE PAEZ, tpa. 23555 y GERMAN CAVELIER, tpa. 832, domiciliados en la Carrera 4a N° 72-35, Bogotá, Colombia, en obediencia a lo dispuesto en el parágrafo 1o del Artículo 543 del Código de Comercio, el primero como principal y los demás como suplentes, en su orden, como mis (nuestros) representantes en todos los asuntos de propiedad industrial con facultad para recibir notificaciones y nombrar apoderados judiciales o extrajudiciales. El primer representante suplente reemplazará al principal en caso de ausencia o impedimento temporal o definitivo de aquél. La misma regla se aplicará cuando el segundo representante suplente haya de reemplazar al primero, o el tercero al segundo. En tales casos, el representante principal, o el primero, o segundo suplente, en su caso, o ambos, declararán su intención de no ejercer la representación mediante declaración autenticada por Notario Público en Colombia, o por Notario u otro Funcionario Público, o Cónsul de Colombia, en el extranjero; y si se tratare de impedimento, con el certificado respectivo. Si alguno de los nombrados faltare definitivamente, el siguiente tomará su lugar. Cuando cesare la ausencia o impedimento del representante principal, o de su primero o segundo suplentes, en su caso, podrán ejercer la representación, en su orden, uno u otros según el caso, asumiéndola por el solo hecho de ejercerla, cesando en ese momento el ejercicio de la representación por el primero, segundo o tercer suplente en su caso.

Además, confiero (conferimos) poder a los abogados arriba nombrados, para obtener la protección de mi (nuestra) propiedad industrial y contra la competencia desleal, a cuyo efecto autorizo (amos) a los dichos apoderados para que me (nos) representen ante cualesquiera entidades o personas, ejerzan o no jurisdicción, especialmente ante las del orden administrativo, contencioso-administrativo y judicial, así como los tribunales de arbitramento, en todo lo concerniente a los siguientes asuntos: a) Obtención de patentes de invención, modelos de utilidad y diseños industriales; el registro de marcas de fábrica, colectivas, defensivas, de servicio, lemas comerciales, nombres comerciales, enseñas, nombres de dominio, variedades vegetales y denominaciones de origen; su renovación, traspaso, cambio de nombre o domicilio, cancelación voluntaria; y el registro de licencias de uso de esos derechos; b) Las acciones de competencia desleal, protección del consumidor,

in due compliance with the terms of paragraph 1st. of article 543 of the Commercial Code, do hereby appoint EMILIO FERRERO, tpa. 31929; GONZALO PERDOMO, tpa. 831; LUZ CLEMENCIA DE PAEZ, tpa. 23555 and GERMAN CAVELIER, tpa. 832, domiciled at Carrera 4a N° 72-35, Bogotá, Colombia, the first as principal and the others as alternates, in the order of their appointment, as our representatives for all industrial property matters with faculty to receive notifications and to appoint attorneys in and out of Court. The first alternate shall replace the principal in case of his absence or of temporal or definitive impediment. The same rule will apply when the second alternate representative is to replace the first one, or when the third is to replace the first or second alternates in their turn. In such cases, the principal representative, or the first, or second alternates in their turn, or both of them, shall state their intention not to act as representatives through a declaration given before a Notary Public in Colombia, or before a Notary or another Public Official or a Colombian Consul abroad; and in case of impediment, the appropriate certificate shall suffice. If any of the appointees were to be definitely absent, the following alternate shall take his place. When the absence or impediment of the principal representative, or of the first or second alternate in their turn ceases, the representation can be taken again in their sequence, by the principal, the first or second alternate depending on case, and the mere fact or its exercise will suffice. The exercise of the representation by the first, second or third alternates in their turn shall end at such time. In addition, we grant a Power of Attorney in favor of the above-named attorneys at law so that they may obtain the protection of my (our) industrial property and against the unfair competition, for which purpose I (we) authorize the said attorneys to represent me (us) before any authorities or persons, with or without jurisdiction, specially those administrative, administrative contentious and judicial, as well as before Arbitration Court, in all matters concerning the following: a) Obtainment of patents, utility models and industrial designs; the registration of trademarks, collective, defensive and service marks, slogans, commercial names, trade emblems, domain names, vegetal varieties and denominations of origin; its renewal, assignment, change of name or domicile, voluntary cancellation; and the registration of licenses of use of the above rights; b) Actions of unfair competition, protection to

oposiciones u observaciones, cancelación administrativa y judicial, nulidad, medidas cautelares, concesión de licencias, la tutela, la protección de secretos industriales, y en general los juicios civiles, penales, administrativos o contencioso-administrativos relacionados con estos derechos; acciones y procesos que promovamos o se nos promuevan. Y para que en todos los asuntos arriba determinados, puedan sustituir este mandato, transigir, conciliar, admitir los hechos del proceso, desistir, cancelar, recibir, renunciar, y ratificar los actos de agentes oficiosos.

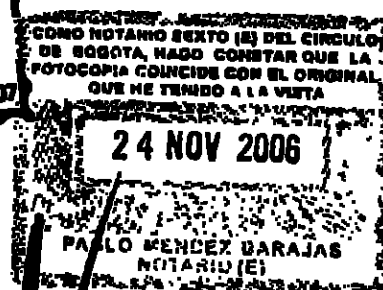
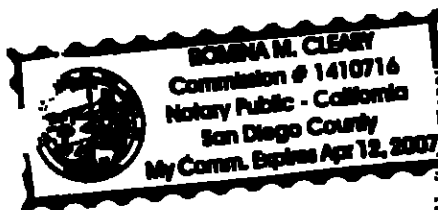
the consumer, oppositions or observations, administrative or Court cancellation, nullity, infringement, granting of licenses, the action for writ mandamus, the protection of trade secrets, and in general the civil, penal, and administrative suits relating to those rights; actions and suits instituted by me (us) or against me (us). And that in all the above matters they may substitute this Power of Attorney, compromise, conciliate, admit the facts of the case, desist, cancel, receive, resign, and ratify acts done by representatives without a power of attorney.

Dado y firmado hoy/Given and signed this 13 day of August 2004

en/in San Diego, California

por/by George A. Whitten, Vice President/Patent Counsel

Firma George A. Whitten Signature



ALIFORNIA ALL-PURPOSE ACKNOWLEDGMENT

State of California

County of

San Diego

ss.

On August 13th 2001

before me,

Romina Cleary, Notary Public

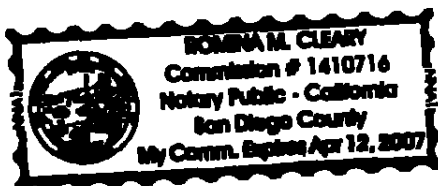
personally appeared

George A. Whitten

Name and Title of Officer (and, if Notary Public)

Name(s) of Signer(s)

- ☒ personally known to me
☐ proved to me on the basis of satisfactory evidence



to be the person(s) whose name(s) is/are subscribed to the within instrument and acknowledged to me that he/she/they executed the same in his/her/their authorized capacity(ies) and that by his/her/their signature(s) on the instrument the person(s), or the entity upon behalf of which the person(s) acted, executed the instrument.

WITNESS my hand and official seal.

R. Cleary
Signature of Notary Public

Place Notary Seal Above

OPTIONAL

Though the information below is not required by law, it may prove valuable to persons relying on the document and could prevent fraudulent removal and reattachment of this form to another document.

Description of Attached Document

Title or Type of Document:

Colombia

Document Date:

Number of Pages:

24 NOV 2006

Signer(s) Other Than Named Above:

Capacity(ies) Claimed by Signer

Signer's Name:

- ☐ Individual
☐ Corporate Officer — Title(s):
☐ Partner — ☐ Limited ☐ General
☐ Attorney in Fact
☐ Trustee
☐ Guardian or Conservator
☐ Other:

Signer is Representing:

COMO NOTARIO SEXTO (O DEL CIRCULO DE BOGOTA, HAGO CONSTAR QUE LA FOTOCOPIA COINCIDE CON EL ORIGINAL QUE HE TENIDO A LA VISTA

PABLO JAVIER BARAJAS
(C)

Top of thumb here

CERTIFICADO NOTARIAL (INDIVIDUO)

A los 13 días del mes de AGOSTO
de 2004 ante mí, Notario Público o Funcionario Autorizado
de estado de California
compareció(eron) personalmente _____
George A. Whitten
a quien(es) doy fe de conocer y me consta que es(son) la(s)
persona(s) firmante(s) del documento que precede, y quien(es)
tiene(n) capacidad legal para otorgarlo

Notario Público o Funcionario Autorizado – Notary Public or Attesting Official

CERTIFICADO NOTARIAL (SOCIEDAD)

Hoy 13 de Agosto de 2004
Compareció(eron) ante mí _____
George A. Whitten
quien(es) conozco personalmente y que firma(n) este
documento en representación de la Sociedad/compañía
denominada QUALCOMM INCORPORATED

Certifico:

1. Que he visto los siguientes documentos: *
ARTICULOS DE CONSTITUCION, REPLANTEADOS,
ESTADO DE DELAWARE, 10 SEP, 1991

2. Que dichos documentos prueban lo siguiente:

2.1. Que QUALCOMM INCORPORATED

es una Sociedad/Compañía legalmente constituida y existente
de acuerdo con las leyes del Estado de
Delaware

2.2. Que el domicilio de dicha Sociedad/Compañía es _____
5775 Morehouse Drive, San Diego, California 92121-
1714, Estados Unidos de América

2.3. Que el objeto u objetos para los cuales se otorga el presente
poder están comprendidos dentro del objeto social de la
mencionada Sociedad/Compañía.

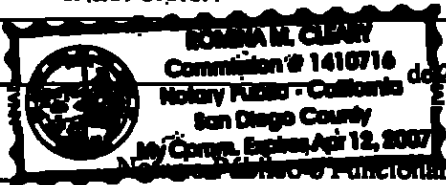
2.4. Que la(los) Sra.(Sres.) GEORGE A. WHITTEN

está(n) autorizado(s) para otorgar el presente Poder.

Ciudad SAN DIEGO

Estado CALIFORNIA

Hoy 13 de Ago/04



Notario Público o Funcionario Autorizado – Notary Public or Attesting Official

NOTARIAL CERTIFICATE (INDIVIDUAL)

On this 13th day of August
2004 before me, a Notary Public or Attesting Official of
The State of California
personally appeared George A. Whitten
to me known, and known to me to be the person(s) who
executed that foregoing document, and who has(have) legal
capacity to execute it.

NOTARIAL CERTIFICATE (CORPORATION)

On this 13th day of August 2004
appeared before me _____
George A. Whitten
who(m) I know personally and who(m) signed this document as
representative(s) of the Corporation/Company named _____
QUALCOMM INCORPORATED

I certify:

1. That I have seen the following documents: *
Restated Certificate of Incorporation,
State of Delaware, September 10, 1991.

2. That the above documents duly prove the following:

2.1. That QUALCOMM INCORPORATED

is a Corporation/Company legally constituted and in existence
in accordance with the laws of the State of Delaware

2.2. That the domicile of said Corporation/Company is _____
5775 Morehouse Drive, San Diego, California 92121-
1714, United States of America

2.3. That the purpose or purposes for which the present Power
of Attorney is granted are comprised within the corporation
purposes set forth in the charter of the mentioned
Corporation/Company.

2.4. That Mrs.(Messrs.) George A. Whitten
is(are) authorized to grant the present Power of Attorney.

City San Diego

State California

This 13th day of August 2004

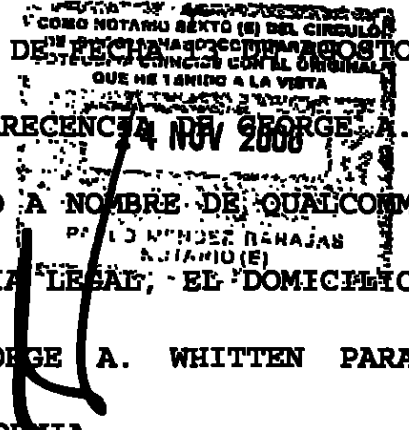
Notary Public or Attesting Official

10

TRADUCCIÓN OFICIAL 314/2004 DE UN DOCUMENTO ESCRITO EN INGLÉS Y EN ESPAÑOL, REALIZADA POR EDUARDO CALADO NOGUERA, TRADUCTOR OFICIAL APROBADO POR RESOLUCIÓN 541 DEL 27 DE FEBRERO DE 1976 POR EL MINISTERIO DE JUSTICIA Y DEBIDAMENTE REGISTRADO ANTE EL MINISTERIO DE RELACIONES EXTERIORES DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA Y MEDIANTE EL CUAL QUALCOMM INCORPORATED, EMPRESA DOMICILIADA EN 5775 MOREHOUSE DRIVE, SAN DIEGO, CALIFORNIA 92121-1714, ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA OTORGA PODER A EMILIO FERRERO, TPA 31929, GONZALO PERDOMO, TPA 831; LUZ CLEMENCIA DE PAEZ TPA 23555 Y A GERMÁN CAVELIER, TPA 832. EXPEDIDO Y FIRMADO HOY 3 DE AGOSTO DE 2004 EN SAN DIEGO, CALIFORNIA POR GEORGE A WHITTEN, VICEPRESIDENTE, ABOGADO DE PATENTES. FIRMA ILEGIBLE

SELLO: ROMIN M. CLEARY, CARGO 1410716. NOTARIO PÚBLICO, CALIFORNIA. CONDADO DE SAN DIEGO, MI CARGO VENCE EL 12 DE ABRIL DE 2007.

CERTIFICADO NOTARIAL EN INGLÉS Y EN ESPAÑOL DE FECHA 3 DE AGOSTO DE 2004, POR EL CUAL SE CERTIFICA LA COMPARECENCIA DE GEORGE A. WHITTEN, PARA FIRMAR EL PODER ARRIBA CITADO A NOMBRE DE QUALCOMM INCORPORATED Y PARA CERTIFICAR LA EXISTENCIA LEGAL, EL DOMICILIO DE DICHA EMPRESA Y LA CAPACIDAD DE GEORGE A. WHITTEN PARA COMPROMETER A DICHA FIRMA. SAN DIEGO, CALIFORNIA.



GREGORY J SMITH

CONDADO DE SAN DIEGO

EVALUADOR/REGISTRADOR/SECRETARIO

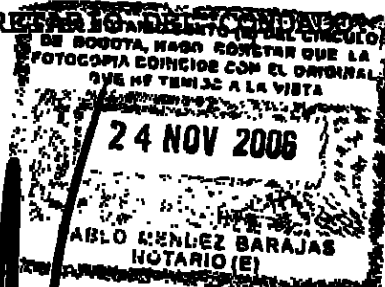
Yo, GREGORY J. SMITH, evaluador/registrador/secretario del condado de San Diego, Estado de California, que por ley tiene sello, POR EL PRESENTE CERTIFICO QUE ROMINA M. CLEARY, cuyo nombre aparece firmado en el juramento o certificado de prueba o

11

reconocimiento del documento adjunto, era al momento de tomar dicho juramento, prueba o reconocimiento, un notario público, para dicho condado, debidamente nombrado, juramentado y debidamente autorizado por las leyes de dicho estado para tomar el mismo y administrar juramentos y tomar el reconocimiento y prueba de escrituras y otros instrumentos escritos que vayan a registrarse en este estado. Conozco la caligrafía de dicho notario público y opino que la firma en dicho juramento o certificado de prueba o reconocimiento es genuina. Además certifico que de acuerdo con las leyes del estado de California, dicho juramento o certificado de prueba o reconocimiento se requiere que esté bajo sello, pero que la impresión de dicho sello no se requiere de acuerdo con las leyes del estado de California que se radiquen en mi oficina o en ningún otro lugar.

FECHADO: 20 de agosto de 2004. Atestiguo mediante mi firma

GREGORY J SMITH, EVALUADOR, REGISTRADOR, SECRETARIO DEL CONDADO DE
RECONOCIMIENTO MULTIPROPÓSITO DE CALIFORNIA
ESTADO DE CALIFORNIA, CONDADO DE SAN DIEGO
DECLARACIÓN JURAMENTADA



El 13 de agosto de 2004, ante mi, ROMINA CLEARY, notario público, compareció personalmente GEORGE A. WHITTEN, conocido personalmente por mi como la persona cuyo nombre está escrito en el documento adjunto y reconoció ante mi que él firmó el mismo en su calidad autorizada y que mediante su firma en el documento la persona o entidad a cuyo nombre actuaba, firmó el documento.

Atestiguo mediante mi firma y sello oficial

ROMINA CLEARY

72

Sello: ROMINA M. CLEARY, Cargo 1410716, notario público,
California. Condado de San Diego. Mi cargo vence el 12 de abril
del 2007.

Descripción del documento adjunto: COLOMBIA.

ESTADO DE CALIFORNIA

SECRETARÍA DE ESTADO

APOSTILLA:

(Convención de La Haya del 5 de octubre de 1961)

1. Estados Unidos de América

Este documento público

2. ha sido firmado por GREGORY J. SMITH

3. quien actúa en su calidad de EVALUADOR/SECRETARIO DEL
CONDADO/REGISTRADOR

4. lleva el sello del condado de SAN DIEGO, ESTADO DE
CALIFORNIA

CERTIFICADO

5. EN SAN DIEGO, CALIFORNIA

6. el 20 DE AGOSTO DE 2004

7. por el Secretario suplente del estado de California

8. Número 114512 ✓

9. Sello:

El gran sello del estado de California

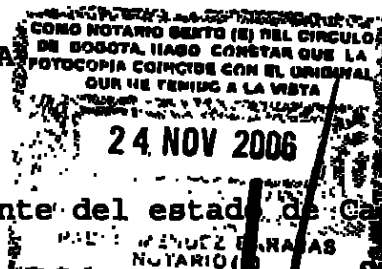
10. Firma: KEVIN SHELLEY, secretario de estado

POR: FIRMA ILEGIBLE.

COLO-14439-841-001-5

WPCL002G ID 6270

Bogotá, 3 de diciembre de 2004.



34024 32 04
0007 130 040116240739
ESTADO DE CALIFORNIA
SECRETARÍA DE ESTADO
C-3-010 4201
36 018121114
230019133 230019133
SPISOC

Kevin Shelley
Notario Público
*TRADE-MARK OFFICIAL
SEAL - 01-01-01
San Diego, California

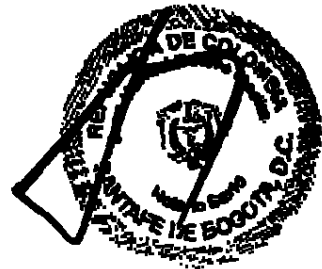
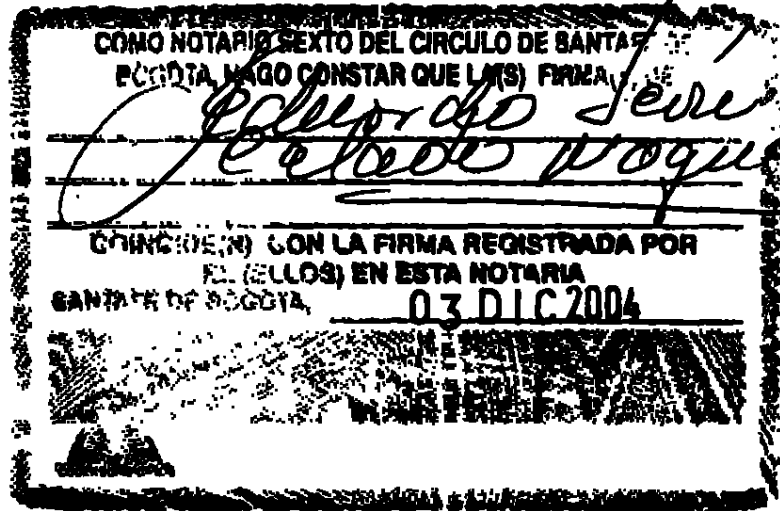
NO SE ASUME
RESPONSABILIDAD DEL TEXTO

2004 DIC -3 P 1:54

luc
JEFE DE LEGALIZACIONES
BOGOTA D.C.

MINISTERIO DE
RELACIONES EXTERIORES

292192
Edgardo Cabedo
COTIA FIRMA APARECE EN EL
DOCUMENTO DESEMPENA
LAS FUNCIONES INDICADAS



COMO NOTARIO SEXTO (E) DEL CIRCULO
DE BOGOTA, HAGO CONSTAR QUE LA
FOTOCOPIA CONCORDA CON EL ORIGINAL
QUE HE TENIDO A LA VISTA
24 NOV 2006

N

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property
Organization
International Bureau



(43) International Publication Date
17 November 2005 (17.11.2005)

PCT

(10) International Publication Number
WO 2005/109792 A1

(51) International Patent Classification: H04L 12/56.
H04Q 7/38

(21) International Application Number:
PCT/US2005/015812

(22) International Filing Date: 5 May 2005 (05.05.2005)

(25) Filing Language: English

(26) Publication Language: English

(30) Priority Date:
60/568,650 5 May 2004 (05.05.2004) US
60/625,660 4 November 2004 (04.11.2004) US

(71) Applicant (for all designated States except US): QUAL-
COMM Incorporated [US/US]; 5775 Morehouse Drive,
San Diego, California 92121 (US).

(72) Inventors; and

(75) Inventors/Applicants (for US only): BLACK, Peter

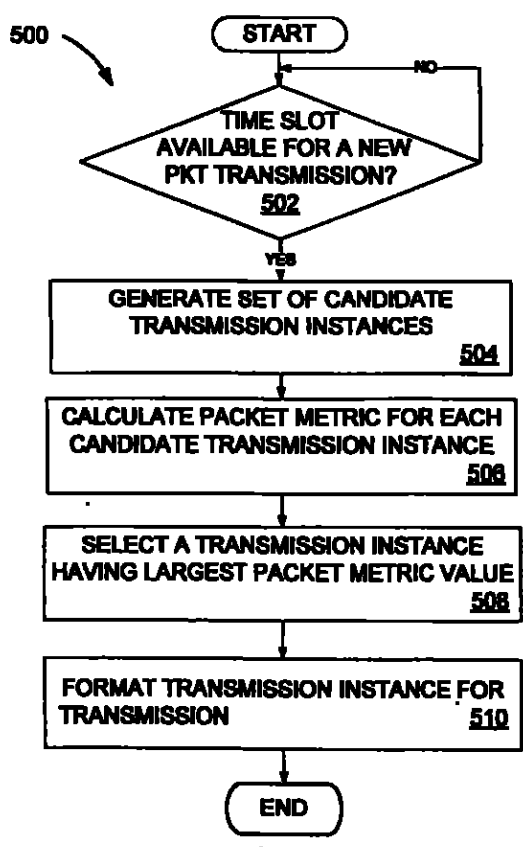
J. [AU/US]: 2961 First Avenue, San Diego, California
92103 (US). GUREJLI, Mehmet [TR/US]: 3717 Nobel
Drive, #1329, San Diego, California 92122 (US). YAVUZ,
Mehmet [TR/US]: 3640 Torrey View Court, San Diego,
California 92130 (US). BHUSHAN, Naga [IN/US]: 7794
Roan Road, San Diego, California 92129 (US).

(74) Agents: WADSWORTH, Philip R. et al.; 5775 More-
house Drive, San Diego, California 92121 (US).

(81) Designated States (unless otherwise indicated, for every
kind of national protection available): AE, AG, AI, AM,
AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN,
CO, CB, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,
GB, GD, GE, GH, GM, GR, GU, HK, HN, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KM, KN, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA,
MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM,
PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY,
TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU,
ZA, ZM, ZW.

[Continued on next page]

(54) Title: METHOD AND APPARATUS FOR ADAPTIVE DELAY MANAGEMENT IN A WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM



(57) Abstract: Adaptive delay management means and method for allocating resources having different Quality of Service (QoS) requirements. A Forward Link (FL) scheduler prepares transmission instances by treating pending data queues according to a priority class, such as Best Effort (BE) and Expedited Forwarding (EF). Data bits from multiple queues are stuffed into a transmission instance. Various metrics are used to generate a set of candidates for transmission and then select and build a next transmission instance from the set of candidates.

WO 2005/109792 A1

(84) Designated States (unless otherwise indicated, for every kind of regional protection available): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SI, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Declarations under Rule 4.17:

- as to applicant's entitlement to apply for and be granted a patent (Rule 4.17(ii)) for the following designations AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW. ARIPO patent (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ,

NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)

- as to the applicant's entitlement to claim the priority of the earlier application (Rule 4.17(iii)) for all designations
- as to the applicant's entitlement to claim the priority of the earlier application (Rule 4.17(iii)) for all designations

Published:

- with international search report
- before the expiration of the time limit for amending the claims and to be republished in the event of receipt of amendments

For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.

14

WO 2005/109792

PCT/US2005/015812

METHOD AND APPARATUS FOR ADAPTIVE DELAY MANAGEMENT IN A WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM

Claim of Priority under 35 U.S.C. §119

[1000] The present Application for Patent claims priority to Provisional Application No. 60/568,650 entitled "ADAPTIVE DELAY MANAGEMENT" filed May 5, 2004, and assigned to the assignee hereof and hereby expressly incorporated by reference herein.

[1001] The present Application for Patent claims priority to Provisional Application No. 60/625,660 entitled "ADAPTIVE DELAY MANAGEMENT" filed November 4, 2004, and assigned to the assignee hereof and hereby expressly incorporated by reference herein.

BACKGROUND

Field

[1002] The present invention pertains generally to communications, and more specifically to a scheduling transmissions in a wireless communication system using adaptive delay management.

Background

[1003] Wireless communication systems include systems processing communications using a circuit switched, or fixed resource allocation, type technology and systems processing communications using a packet switched, or dynamic resource allocation, type technology. Circuit switching and packet switching both may be used in networks capable of high capacity. In a circuit switched communications system, a dedicated communication path is established between the sender and receiver; and network resources between the transmitter and the receiver are considered static before the start of the transfer, thus creating a "circuit." The resources remain dedicated to the circuit during the entire transfer and the entire message follows the same path. In packet-switched networks, the message is broken into packets, each of which may take a

different route to the destination where the packets. Upon receipt, the packets are recompiled to retrieve the original message. In a packet-switched system, packets representing messages or fragments of messages are individually routed between nodes. Packets are routed to a destination through an expedient route. In other words, not all packets traveling between the same two hosts will necessarily follow the same route, even when such packets are part of a single message.

- [1004] In a packet switched system, or shared packet data system, a Voice over Internet Protocol (VoIP) service may be used to emulate circuit switched voice communications. VoIP is typically a delay-sensitive application or service, and therefore, Quality of Service (QoS) mechanisms are used to meet delay constraints on packet delivery. Other services and types of transmissions also have various delay requirements or targets to ensure QoS. Accordingly, there is a need for adaptive delay management for scheduling transmissions in a communication system.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

- [1005] The features, objects, and advantages of the presently disclosed method and apparatus will become more apparent from the detailed description set forth below when taken in conjunction with the drawings in which like reference characters identify correspondingly throughout.
- [1006] FIG. 1A is a wireless communication system.
- [1007] FIG. 1B is a wireless communication system supporting high data rate transmissions;
- [1008] FIG. 2 is a block diagram of an Access Network (AN) in a wireless communication system.
- [1009] FIG. 3 is a flow diagram of a scheduling algorithm for transmissions in a wireless communication system.
- [1010] FIG. 4 illustrates categorization of packet data schedulers.
- [1011] FIG. 5 illustrates a feedback loop for determining channel strength measures based on received data requests from a user.
- [1012] FIG. 6 illustrates behavior of a scheduler in presence of Expedited Forwarding (EF)-only users with a single traffic type.

20
15

- [1013] FIG. 7 illustrates calculation of condensed payload polynomial $c(z)$ from the payload polynomial $p(z)$.
- [1014] FIG. 8 illustrates a scheduler according to one embodiment.
- [1015] FIG. 9 illustrates a portion of the scheduler of FIG. 8 according to one embodiment.
- [1016] FIG. 10 illustrates a scheduling algorithm for implementing adaptive delay management of transmissions.
- [1017] FIG. 11 illustrates a portion of the scheduling algorithm of FIG. 10 according to one embodiment.
- [1018] FIG. 12 illustrates a portion of the scheduling algorithm of FIG. 10 according to one embodiment.
- [1019] FIG. 13 illustrates a portion of the scheduling algorithm of FIG. 10 according to one embodiment.

DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION.

- [1020] Operation of a communication system supporting services and applications having different QoS requirements may be suboptimum and inefficient. For example, VoIP applications have delay requirements. One method emulates voice by providing equal delay constraints for multiple users independent of load and coverage. Such an approach is suboptimal as allocating resources to guarantee equal delay and avoiding optimizations possible to increase system capacity. In one embodiment, system capacity may be increased by providing non-equal delay for various users, where resources are allocated as a function of load and coverage.
- [1021] The following discussion relates to a scheduling algorithm for the Forward Link (FL) of a system supporting 1xEV-DO operation, i.e., supporting IS-856 specification. In one embodiment a scheduling algorithm takes advantage of the various multi-user packets and short packets, to fulfill the Quality QoS requirements of various applications while trying to maximize the FL capacity. The scheduling algorithm also provides mechanisms to prioritize various applications. Such prioritization may be based on the type of application flow, the specific QoS requirements, or other characteristics of the flow. In one embodiment, flows are scheduled for transmission on the FL based on the delay sensitivity of the application. In one aspect, flows are differentiated based on delay sensitivity balanced with throughput sensitivity. While the

following discussion considers the scheduling means and methods as implemented in the context of Revision A of the 1xEV-DO specification, the scheduling means and methods are further applicable to alternate systems, in particular, the concepts are applicable to systems wherein users are compatible with a given subset of subtypes as defined in the IS-856 specification, specifically "cdma2000 High Rate Packet Data Air Interface Specification," 3GPP2 C.S0024 Ver. 4.0, October 2002.

[1022] In the following description, terms such as "Rev-A user" or "user compatible with Rev-A" will be used to refer to an Access Terminal (AT) supporting the Medium Access Channel (MAC) Layer and Physical Layer protocol subtypes defined in IS-856, specifically "cdma2000 High Rate Packet Data Air Interface Specification," 3GPP2 C.S0024-A, Version 1.0, March 2004. In particular, a Rev-A user supports the Enhanced Forward Traffic Channel MAC Protocol. Terms such as "Rel-0 users" are used to refer to ATs supporting the MAC Layer and Physical Layer protocol subtypes defined in IS-856, but which do not support the newer subtypes defined in Revision A.

[1023] In a wireless communication system employing a Code Division-Multiple Access, CDMA, scheme, one scheduling method assigns each of the subscriber units all code channels at designated time intervals on a time multiplexed basis. A central communication node, such as a Base Station, BS, implements the unique carrier frequency or channel code associated with the subscriber to enable exclusive communication with the subscriber. TDMA schemes may also be implemented in landline systems using physical contact relay switching or packet switching. A CDMA system may be designed to support one or more standards such as: (1) the "TIA/EIA/IS-95-B Mobile Station-Base Station Compatibility Standard for Dual-Mode Wideband Spread Spectrum Cellular System" referred to herein as the IS-95 standard; (2) the standard offered by a consortium named "3rd Generation Partnership Project" referred to herein as 3GPP; and embodied in a set of documents including Document Nos. 3G TS 25.211, 3G TS 25.212, 3G TS 25.213, and 3G TS 25.214, 3G TS 25.302, referred to herein as the W-CDMA standard; (3) the standard offered by a consortium named "3rd Generation Partnership Project 2" referred to herein as 3GPP2, and TR-45.5 referred to herein as the cdma2000 standard, formerly called IS-2000 MC, or (4) some other wireless standard.

[1024] The CDMA system allows for voice and data communications between users over a terrestrial link. In a CDMA system, communications between users are conducted through one or more base stations. In wireless communication systems,

At
16

forward link refers to the channel through which signals travel from a base station to a subscriber station, and reverse link refers to channel through which signals travel from a subscriber station to a base station. By transmitting data on a reverse link to a base station, a first user on one subscriber station communicates with a second user on a second subscriber station. The base station receives the data from the first subscriber station and routes the data to a base station serving the second subscriber station. Depending on the location of the subscriber stations, both may be served by a single base station or multiple base stations. In any case, the base station serving the second subscriber station sends the data on the forward link. Instead of communicating with a second subscriber station, a subscriber station may also communicate with a terrestrial Internet through a connection with a serving base station. In wireless communications such as those conforming to IS-95, forward link and reverse link signals are transmitted within disjoint frequency bands.

[1025] FIG. 1A serves as an example of a communications system 100 supporting a number of users and is capable of implementing at least some aspects and embodiments of the invention. Any of a variety of algorithms and methods may be used to schedule transmissions in system 100. System 100 provides communication for a number of cells 102A through 102G, each of which is serviced by a corresponding base station 104A through 104G, respectively. In the exemplary embodiment, some of base stations 104 have multiple receive antennas and others have only one receive antenna. Similarly, some of base stations 104 have multiple transmit antennas, and others have single transmit antennas. There are no restrictions on the combinations of transmit antennas and receive antennas. Therefore, it is possible for a base station 104 to have multiple transmit antennas and a single receive antenna, or to have multiple receive antennas and a single transmit antenna, or to have both single or multiple transmit and receive antennas.

[1026] Increasing demand for wireless data transmission and the expansion of services available via wireless communication technology have led to the development of specific data services. One such service is referred to as High Data Rate (HDR). An exemplary HDR service is proposed in "EIA/TIA-IS856 cdma2000 High Rate Packet Data Air Interface Specification" referred to as "the HDR specification." HDR service is generally an overlay to a voice communication system that provides an efficient method of transmitting packets of data in a wireless communication system. As the

amount of data transmitted and the number of transmissions increases, the limited bandwidth available for radio transmissions becomes a critical resource

[1027] FIG. 1B illustrates an architecture reference model for a communication system 120 having an Access Network, AN, 122 communicating with an Access Terminal, AT, 126 via an air interface 124. In one embodiment, the system 10 is a Code Division-Multiple Access, CDMA, system having a High Data Rate, HDR, overlay system, such as specified the HDR standard. The AN 122 communicates with AT 126, as well as any other ATs within system 120 (not shown), by way of the air interface 124. The AN 122 includes multiple sectors, wherein each sector provides at least one Channel. A Channel is defined as the set of communication links for transmissions between the AN 122 and the ATs within a given frequency assignment. A Channel consists of a Forward Link (FL) for transmissions from the AN 122 to AT 126 and a Reverse Link (RL) for transmissions from the AT 126 to the AN 122.

[1028] For data transmissions, the AN 122 receives a data request from the AT 126. The data request specifies the data rate at which the data is to be sent, the length of the data packet transmitted, and the sector from which the data is to be sent. The AT 126 determines the data rate based on the quality of the Channel between AN 122 and AT 126. In one embodiment the quality of the Channel is determined by the Carrier-to-Interference ratio, C/I. Alternate embodiments may use other metrics corresponding to the quality of the Channel. The AT 126 provides requests for data transmissions by sending a Data Rate Control, DRC, message via a specific channel referred to as the DRC channel. The DRC message includes a data rate portion and a sector portion. The data rate portion indicates the requested data rate for the AN 122 to send the data, and the sector indicates the sector from which the AN 122 is to send the data. Both data rate and sector information are typically required to process a data transmission. The data rate portion is referred to as a DRC value, and the sector portion is referred to as a DRC cover. The DRC value is a message sent to the AN 122 via the air interface 124. In one embodiment, each DRC value corresponds to a data rate in kbits/sec having an associated packet length according to a predetermined DRC value assignment. The assignment includes a DRC value specifying a null data rate. In practice, the null data rate indicates to the AN 122 that the AT 126 is not able to receive data. In one situation, for example, the quality of the Channel is insufficient for the AT 126 to receive data accurately.

[1029] In operation, the AT 126 continuously monitors the quality of the Channel to calculate a data rate at which the AT 126 is able to receive a next data packet transmission. The AT 126 then generates a corresponding DRC value; the DRC value is transmitted to the AN 122 to request a data transmission. Note that typically data transmissions are partitioned into packets. The time required to transmit a packet of data is a function of the data rate applied.

[1030] This DRC signal also provides the information, which the channel scheduler uses to determine the instantaneous rate for consuming information (or receiving transmitted data) for each of the remote stations associated with each queue. According to an embodiment, a DRC signal transmitted from any remote station indicates that the remote station is capable of receiving data at any one of multiple effective data rates.

[1031] One example of a communication system supporting HDR transmissions and adapted for scheduling transmissions to multiple users is illustrated in FIG. 2. FIG. 2 is detailed hereinbelow, wherein specifically, a base station 820 and base station controller 810 interface with a packet network interface 806. Base station controller 810 includes a channel scheduler 812 for implementing a scheduling algorithm for transmissions in system 800. The channel scheduler 812 determines the length of a service interval during which data is to be transmitted to any particular remote station based upon the remote station's associated instantaneous rate for receiving data (as indicated in the most recently received DRC signal). The service interval may not be contiguous in time but may occur once every n slots. According to one embodiment, the first portion of a packet is transmitted during a first slot at a first time and the second portion is transmitted 4 slots later at a subsequent time. Also, any subsequent portions of the packet are transmitted in multiple slots having a similar 4 slots spread, i.e., 4 slots apart from each other. According to an embodiment, the instantaneous rate of receiving data R_i determines the service interval length L_i associated with a particular data queue.

[1032] In addition, the channel scheduler 812 selects the particular data queue for transmission. The associated quantity of data to be transmitted is then retrieved from a data queue 830 and provided to the channel element 826 for transmission to the remote station associated with the data queue 830. As discussed below, the channel scheduler 812 selects the queue for providing the data, which is transmitted in a following service interval using information including the weight associated with each of the queues. The weight associated with the transmitted queue is then updated.

- [1033] Base station controller 810 interfaces with packet network interface 806, Public Switched Telephone Network, Public Switched Telephone Network (PSTN), 808, and base stations in the communication system (only one base station 820 is shown in FIG. 3 for simplicity). Base station controller 810 coordinates the communication between remote stations in the communication system and other users connected to packet network interface 806 and PSTN 808. PSTN 808 interfaces with users through a standard telephone network (not shown in FIG. 3).
- [1034] Base station controller 810 contains many selector elements 816, although only one is shown in FIG. 2 for simplicity. Each selector element 816 is assigned to control communication between one or more base stations 820 and one remote station (not shown). If selector element 816 has not been assigned to a given remote station, call control processor 818 is informed of the need to page the remote station. Call control processor 818 then directs base station 820 to page the remote station.
- [1035] Data source 802 contains a quantity of data, which is to be transmitted to a given remote station. Data source 802 provides the data to packet network interface 806. Packet network interface 806 receives the data and routes the data to the selector element 816. Selector element 816 then transmits the data to each base station 820 in communication with the target remote station. In the exemplary embodiment, each base station 820 maintains a data queue 830, which stores the data to be transmitted to the remote station.
- [1036] The data is transmitted in data packets from data queue 830 to channel element 826. In the exemplary embodiment, on the forward link, a "data packet" refers to a quantity of data which is a maximum of 1024 bits and a quantity of data to be transmitted to a destination remote station within a predetermined "time slot" (such as ≈ 1.667 msec). For each data packet, channel element 826 inserts the necessary control fields. In the exemplary embodiment, channel element 826 performs a Cyclic Redundancy Check, CRC, encoding of the data packet and control fields and inserts a set of code tail bits. The data packet, control fields, CRC parity bits, and code tail bits comprise a formatted packet. In the exemplary embodiment, channel element 826 then encodes the formatted packet and interleaves (or reorders) the symbols within the encoded packet. In the exemplary embodiment, the interleaved packet is covered with a Walsh code, and spread with the short PNI and PNQ codes. The spread data is provided to RF unit 828 which quadrature modulates, filters, and amplifies the signal. The forward link signal is transmitted over the air through an antenna to the forward link.

[1037] At the remote station, the forward link signal is received by an antenna and routed to a receiver. The receiver filters, amplifies, quadrature demodulates, and quantizes the signal. The digitized signal is provided to a demodulator (DEMOD) where it is despread with the short PNI and PNQ codes and decovered with the Walsh cover. The demodulated data is provided to a decoder which performs the inverse of the signal processing functions done at base station 820, specifically the de-interleaving, decoding, and CRC check functions. The decoded data is provided to a data sink.

[1038] The hardware, as pointed out above, supports variable rate transmissions of data, messaging, voice, video, and other communications over the forward link. The rate of data transmitted from the data queue 830 varies to accommodate changes in signal strength and the noise environment at the remote station. Each of the remote stations preferably transmits a Data Rate Control, DRC, signal to an associated base station 820 at each time slot. The DRC signal provides information to the base station 820, which includes the identity of the remote station and the rate at which the remote station is to receive data from its associated data queue. Accordingly, circuitry at the remote station measures the signal strength and estimates the noise environment at the remote station to determine the rate information to be transmitted in the DRC signal.

[1039] The DRC signal transmitted by each remote station travels through a reverse link channel and is received at base station 820 through a receive antenna coupled to RF unit 828. In the exemplary embodiment, the DRC information is demodulated in channel element 826 and provided to a channel scheduler 812 located in the base station controller 810 or to a channel scheduler 832 located in the base station 820. In a first exemplary embodiment, the channel scheduler 832 is located in the base station 820. In an alternate embodiment, the channel scheduler 812 is located in the base station controller 810, and connects to selector elements 816 within the base station controller 810.

[1040] Transmission scheduling in a circuit-switched system may involve a proportional fair algorithm, wherein a priority function is defined for each user. An example of a proportional fair algorithm is presented hereinbelow. The priority function may take into consideration the requested data rate for a given user, typically a function of forward link channel quality to the user, and the throughput for the user. Capacity is thus balanced by first serving those users having high requested data rates compared to throughput.

[1041] Transmission scheduling in a packet-switched system, according to one embodiment, balances capacity with user delay. Application flows are transmitted as datagrams, which are independent, self-contained messages sent over a network. The datagram arrival, arrival time, and content are not generally guaranteed. Datagrams associated with a same application flow may be transmitted by different routes to a same user. The datagrams are reassembled at the receiver. The end-to-end delay in a packet-switched system is not fixed, and therefore, the scheduler may use this difference in delay and adjust the delay for the various users to increase capacity. For example, the scheduler may decrease the delay experienced by users requesting data having low delay bounds and/or delay variation limits. Such applications include but are not limited to VoIP, video, etc. Transmissions may have specific Grade of Service (GoS) or QoS requirement(s). A VoIP type communication, for example, requires the packets arrive having a defined latency, or within an allowable delay period. Therefore, it may be desirable to prioritize those communications or applications having a lower latency requirement or other GoS specification(s). Multimedia conferencing, video streaming, web browsing, File Transfer Protocol transfers, each have specific GoS requirements.

[1042] To implement a priority classification scheme, each flow is assigned a priority function. In one embodiment, a Priority Function (PF) for a packet-switched scheduler may then be given as:

$$PF=f(\text{delay})$$

wherein $f()$ is a function, and the PF is then determined based on the delay requirement of a given user or a given application for a user. The PF is calculated for each datagram in each queue; the various PF are compared to identify the higher priority flow instances. Packet-switched communications allow scheduling to incorporate adaptive delay management, as the end-to-end delay of a given communication is not fixed. This is in contrast to a circuit-switched communication where the end-to-end delay is fixed.

[1043] Note that the following discussion considers a cdma2000 system supporting High Rate Packet Data (HRPD) services as described in IS-856. This system is used as an example. The present invention is applicable to other systems wherein users are selected for service according to a scheduling algorithm

[1044] In an HRPD system, the air interface may support up to four parallel application streams. The first stream carries signaling information, and the other three may be used to carry applications with different QoS requirements or other applications.

- [1045] The following glossary is provided for clarity in understanding one embodiment presented hereinbelow. The following glossary is not intended to be exhaustive. The following glossary is not intended to limit the present invention thereto, but rather is provided for clarity and understanding with respect to one embodiment of a communication system supporting an adaptive weighted scheduling algorithm.

GLOSSARY

- [1046] Access Network (AN) - the network equipment providing data connectivity between a cellular network and a packet switched data network (typically the Internet) and the ATs. An AN in an HRPD system is equivalent to a base station in a cellular communication system.
- [1047] Access Terminal (AT) - a device providing data connectivity to a user. An AT in an HRPD system corresponds to a mobile station in a cellular communication system. An AT may be connected to a computing device such as a laptop personal computer or it may be a self-contained data device such as a Personal Digital Assistant (PDA).
- [1048] Application flow - the designated transmission path from source to AT for a given application stream. Each application flow is identified by a source, destination, traffic profile and quality of service profile.
- [1049] Application stream - a data communication corresponding to an application. Most applications streams have designated quality of service requirements.
- [1050] Automatic repeat request (ARQ) - a mechanism whereby the transmitter initiates a retransmission of data based on occurrence or non-occurrence of an event.
- [1051] Average data rate - average input data rate over time for a given application flow.
- [1052] Burstiness (σ) - measure of the burstiness or density and relation in time of packets in an application flow.
- [1053] Best Effort (BE) - Application flows that in general have a relatively large volume of data to receive over the air, but the nature of the traffic is such that relatively large delays may be tolerated, but the data loss rate should be extremely small.
- [1054] Data Rate Control (DRC) - a mechanism whereby an AT transmits a requested data rate to the AN.
- [1055] Deficit Bits (defbits) - number of bits corresponding to the deficit packets.
- [1056] DelayBound - specified time (delay bound) allowed for transmission of a packet of data from AN to AT.

- [1057] Expedited Forwarding (EF) - application flows typically have small amounts of traffic that arrive from the Internet to the Access Network, however the nature of the traffic is such that the data packets should be delivered to the user within a certain relatively small DelayBound, with reasonable data loss rate.
- [1058] Forward Link (FL) - transmission air link from AN to AT.
- [1059] Head Of Line (HOL) packet - first packet in a queue.
- [1060] High Rate Packet Data (HRPD) - a data service transmitting packet data communications at a high data rate. Also referred to as High Data Rate (HDR), and specified in the IS-856 standard entitled "cdma2000 High Rate Packet Data Air Interface Specification."
- [1061] - Jitter - time variation between received successive packets.
- [1062] Jitter bound - bound on the jitter for a given application flow.
- [1063] Motion Pictures Experts Group (MPEG) - protocol for transmission of multimedia materials.
- [1064] Proportional Fair (PF) algorithm - a scheduling algorithm wherein data communications are scheduled according to a selection factor calculated for each AT as a ratio of a requested data rate to throughput.
- [1065] Quality of Service (QoS) - requirements relating to transmission of a packet data communication, including but not limited to, delay, required rate, and jitter.
- [1066] Reverse Link (RL) - transmission air link from AT to AN.
- [1067] Transmission queue - Transmission queue storing application flows for a given BTS.
- [1068] Many wireless communications take advantage of the Internet Protocol (IP) to take advantage of different Per Hop Behavior (PHB) and different routings for processing packet data. Generally, the Internet is made up of a multitude of networks built from various link layer technologies which rely on IP to interoperate. IP offers a connectionless network layer service which is subject to packet loss and delay which increase with the network load. The basic IP delivery model is referred to as Best-Effort (BE). However, some applications may require a better service than the simple BE service. For example, multimedia applications may specify a fixed bandwidth, a low delay and little jitter. Another priority type is a forwarding behaviors referred to as Assured Forwarding (AF) which guarantees a throughput level.
- [1069] There are various aspects in QoS management. Some considerations of QoS management are bandwidth allocation, and guaranteed bandwidth over shared media

also known as broadcast networks, e.g. an Ethernet network or a wireless Local Area Network (LAN). While there is growing demand to include wireless capabilities in laptop computers and other computing devices. However, wireless networks are bandwidth limited and thus capacity conservation and optimization becomes a critical consideration.

[1070] FIG. 3 illustrates a scheduling method which prioritizes transmissions based on Grade of Service (GoS) or QoS requirements. At the AN, data for transmission is stored in a memory storage unit adapted to store the data queues corresponding to incoming application flows. A queue is stored for each instance of an application flow. According to the present invention, an application flow is divided into instances, wherein each instance is an octet of data. Therefore, an application flow may have, and often will have, multiple queues associated therewith. Each queue then has an associated QoS and/or GoS priority type defined transmission and reception requirements. For example, the priority type may be based on an end-to-end delay requirement or on some other quality criteria. Note, a given transmission may fall into one of multiple GoS priority types. For example, some services allow packets of data to be transmitted individually and then reunited at the receiver at a later time without loss of continuity, i.e., BE priority type. In contrast, applications designed to give the user a real-time experience, such as VoIP, have a higher priority type and are referred to as Expedited Forwarding (EF) priority type. The EF priority type includes applications having limits on delay bound and delay variation. In the present example, the scheduler prioritizes EF communications. The QoS or GoS priority type may also be referred to as a QoS class. In addition, each queue has a sensitivity associated therewith. For example, an EF application flow is typically delay sensitive, meaning transmission of the EF application flow has delay requirements which are to be met. In many cases, if the delay requirements are not met the data is discarded and not transmitted. In contrast, a BE application flow is typically throughput sensitive, meaning transmission of the BE application flow has target throughput requirements, but does not necessarily have the strict delay requirements of an EF application flow.

[1071] FIG. 3 illustrates a scheduling method 200 implementing adaptive delay management according to one embodiment. Within the AN, a scheduler implements a scheduling algorithm, providing high rate packet data transmissions to multiple users. The scheduler checks the data queue to determine the GoS type for data. If any of the data is of a given GoS priority type, i.e., priority type defining more specific

requirements than BE, at decision diamond 202, the process continues to step 204 to find an oldest data of a highest priority type in the queue. As used herein a higher priority type refers to a GoS priority type defined by a stricter specification. For example, one priority type may specify a delay bound, while another may specify a jitter bound. In this case the priority type specifying the delay bound is considered a higher priority and is thus considered first.

[1072] According to the present embodiment, the scheduler first orders the bits into packets for transmission based on delay requirements. Once high priority data is scheduled, another algorithm may be applied to schedule remaining packets.

[1073] For example, when EF data is in the queue, the scheduler begins forming packets for transmission using the EF data. The EF data is selected based on the age of the data in the queue, step 204. In one embodiment, as data is put into the queue, at which time the data receives a time stamp. The scheduler finds the EF data having the earliest time stamp and puts this into a packet first. The scheduler then continues putting EF data into packets according to age in the queue, step 206. Once all of the EF data has been placed into packets for transmission, the scheduler then applies another algorithm for the rest of the data. In the present embodiment, the scheduler applies a proportional fair algorithm to the rest of the data, which may be Best Effort (BE) data, step 208. The BE data is then put into packets according to the proportional fair algorithm, step 210.

[1074] Note, as the channel condition increases users request data at higher rates, which has the effect of lowering the delay bound. Therefore, even when the scheduler prioritizes EF data, delay bound may be a function of the channel condition.

[1075] For transmission of BE data, the scheduler selects the packet to maximize throughput. Throughput is generally calculated as:

$$\text{Throughput} = (\text{bits per packet}) / (\text{slots per packet}).$$

According to one embodiment, the PF may be given as:

$$PF = f(\text{packet age}) * g(\text{channel condition}) * h(\text{cell loading}),$$

which considers the packet age as well as the channel condition and loading of the cell in scheduling transmissions. Such a calculation may be used for scheduling EF data or BE data.

[1076] Referring again to FIG. 2, in one embodiment, channel scheduler 832 receives information from data queue 830 indicating the amount of data queued up for each remote station, also called queue size. Channel scheduler 832 then performs scheduling

based on DRC information and queue size for each remote station serviced by base station 820. If queue size is required for a scheduling algorithm used in the alternate embodiment, channel scheduler 812 may receive queue size information from selector element 816.

[1077] During the transmission of a packet to one or more users, the users transmit an ACKnowledge "ACK" signal after each time slot containing a portion of the transmitted packet. The ACK signal transmitted by each user travels through a reverse link channel and is received at base station 820 through a receive antenna coupled to RF unit 828. In the exemplary embodiment, the ACK information is demodulated in channel element 826 and provided to a channel scheduler 812 located in the base station controller 810 or to a channel scheduler 832 located in the base station 820. In a first exemplary embodiment, the channel scheduler 832 is located in the base station 820. In an alternate embodiment, the channel scheduler 812 is located in the base station controller 810, and connects to selector elements 816 within the base station controller 810.

[1078] Embodiments of the present invention are applicable to other hardware architectures, which may support variable rate transmissions. The present invention may be readily extended to cover variable rate transmissions on the reverse link. For example, instead of determining the rate of receiving data at the base station 820 based upon a DRC signal from remote stations, the base station 820 measures the strength of the signal received from the remote stations and estimates the noise environment to determine a rate of receiving data from the remote station. The base station 820 then transmits to each associated remote station the rate at which data is to be transmitted in the reverse link from the remote station. The base station 820 may then schedule transmissions on the reverse link based upon the different data rates on the reverse link in a manner similar to that described herein for the forward link.

[1079] Also, a base station 820 of the embodiment discussed above transmits to a selected one, or selected ones, of the remote stations to the exclusion of the remaining remote stations associated with the base station 820 using a Code Division-Multiple Access, CDMA, scheme. At any particular time, the base station 820 transmits to the selected one, or selected ones, of the remote station by using a code, which is assigned, to the receiving base station(s) 820. However, the present invention is also applicable to other systems employing different Time Division-Multiple Access, TDMA, methods for providing data to select base station(s) 820, to the exclusion of the other base stations 820, for allocating transmission resources optimally.

- [1080] The channel scheduler 812 schedules the variable rate transmissions on the forward link. The channel scheduler 812 receives the queue size, which is indicative of the amount of data to transmit to a remote station, and messages from remote stations. The channel scheduler 812 preferably schedules data transmissions to achieve the system goal of maximum data throughput while conforming to a fairness constraint.
- [1081] As shown in FIG. 1A, remote stations are dispersed throughout the communication system and may be in communication with zero or one base station on the forward link. In the exemplary embodiment, channel scheduler 812 coordinates the forward link data transmissions over the entire communication system.
- [1082] According to an embodiment, the channel scheduler 812 of FIG. 2 is implemented in a computer system, which includes a processor, Random Access Memory, RAM, and a program memory for storing instructions to be executed by the processor (not shown). The processor, RAM and program memory may be dedicated to the functions of the channel scheduler 812. In other embodiments, the processor, RAM and program memory may be part of a shared computing resource for performing additional functions at the base station controller 810. In the exemplary embodiment a generalized scheduler is applied to the system 800 illustrated in FIG. 2 and is detailed hereinbelow. Those modules within the BSC 810 and BS 820 used to implement a priority function for scheduling data transmissions is discussed after establishing the specifics of the generalized scheduler.
- [1083] Given the growing demand for wireless data applications, the demand for very efficient wireless data communication systems has increased significantly. The IS-95 standard is capable of transmitting traffic data and voice data over the forward and reverse links. In accordance with the IS-95 standard, the traffic data or voice data is partitioned into code channel frames that are 20 milliseconds wide with data rates as high as 14.4 Kbps. In an IS-95 system, each subscriber station is allocated at least one of a limited number of orthogonal forward link channels. While the communication between a base station and a subscriber station is ongoing, the forward link channel remains allocated to the subscriber station. When data services are provided in an IS-95 system, a forward link channel remains allocated to a subscriber station even during times when there is no forward link data to be sent to the subscriber station.
- [1084] A significant difference between voice services and data services is the fact that the former imposes stringent and fixed delay requirements. Typically, the overall one-way delay for speech frames is specified to be less than 100 milliseconds. In contrast,

22

the data delay may become a variable parameter used to optimize the efficiency of the data communication system.

[1085] Another significant difference between voice services and data services is that the former requires a fixed and common grade of service (GoS) for all users. Typically, for digital systems providing voice services, this translates into a fixed and equal transmission rate for all users and a maximum tolerable value for the error rates of the speech frames. In contrast, for data services, the GOS may be different from user to user and may be a parameter optimized to increase the overall efficiency of the data communication system. The GOS of a data communication system is typically defined as the total delay incurred in the transfer of a predetermined amount of data, hereinafter referred to as a data packet.

[1086] Yet another significant difference between voice services and data services is that the former requires a reliable communication link which, in the exemplary CDMA communication system, is provided by soft handoff. Soft handoff results in redundant transmissions from two or more base stations to improve reliability. However, this additional reliability is not required for data transmission because the data packets received in error may be retransmitted. For data services, the transmit power used to support soft handoff may be more efficiently used for transmitting additional data.

[1087] Transmission delay required to transfer a data packet and the average throughput rate are two attributes used to define the quality and effectiveness of a data communication system. Transmission delay does not have the same impact in data communication as it does for voice communication, but it is an metric for measuring the quality of the data communication system. The average throughput rate is a measure of the efficiency of the data transmission capability of the communication system. There is a need in the art for communication systems that provide improved data throughput while simultaneously providing a GOS that is appropriate for the types of service being provided over a wireless channel

[1088] The need for a generalized scheduler is based on the requirements and targets of data transmission in a wireless system. For data transmissions, throughput is defined in terms of the delays incurred in the transmission of packets of data rather than in terms of individual bits or bytes. A data packet, such as an Internet Protocol, IP, datagram, is an indivisible unit as, in most cases, receipt of only a portion of a packet does not contain sufficient information for the user to decode and use the entire packet, i.e., the packet is useless to the end user. The end user receives the packet of data, performs a Cyclic

Redundancy Check, CRC, on the packet of data, and processes the data. Therefore, the user is most concerned with the arrival time of the last bit of a packet and is not as concerned with the delay of individual bits in the data packet. This allows considerable flexibility in rate allocations to different users over time scales smaller than the transmission time of a data packet. Furthermore, in a Transmission Control Protocol, TCP, type connection, some variation of packets delays is acceptable as long as the variation is not so unpredictable that it causes TCP retransmissions needlessly.

[1089] Another feature of the wireless channel is the variability of the channel itself. In an HDR type system, this variability results in variations of the requested rate over a period of time. To maximize use of the channel, the scheduler is designed to serve high rate users, i.e., users requesting the highest data rates. This means that occasionally, the users may not be served for periods of time when their requested rates are lower. The overall throughput will be maximized when the scheduler does not serve low rate users for long periods of time. However, ideally the scheduler balances this against the desire for packet delays and delay variations to be relatively consistent as explained hereinabove.

[1090] Another aspect considers the fairness to the multiple users in a system. To accomplish a fair scheduling method, the scheduler ideally distributes the overall throughput among different users. Different bases of fairness (or allowable unfairness) are used by different systems to affect the needs and desires of the individual systems. The concept of fairness is a key concept in many scheduling algorithms. Fairness provides different amounts of flexibility in serving different users and hence has an impact on the overall throughput of a sector.

[1091] According to one embodiment, a method and apparatus for scheduling transmissions in a communication system with application to multiple classes of users incorporates a generalized scheduler. The generalized scheduler accommodates a variety of different scheduling priorities. Different classes of users each having specific transmission requirements are serviced by a generalized scheduler, which maintains a high throughput over all users.

[1092] In one embodiment, operation of a generalized scheduler implements a priority function of a channel condition metric and a fairness criteria, wherein the priority function is defined as:

$$f(A_i(t), U_i(t)),$$

wherein $A_i(t)$ is referred to as the channel condition metric and $U_i(t)$ is referred to as the user fairness metric. The function $A_i(t)$ specifies the desirability of serving user i at time t based on a current channel condition. The function $U_i(t)$ specifies the desirability of serving user i at time t based on the past history of received service. The priority function $f()$ combines the two desirability metrics, $A_i(t)$ and $U_i(t)$, to determine a priority level for each user.

[1093] According to one embodiment, a generalized scheduler serves the user with the highest priority function $f(A_i(t), U_i(t))$ within a given class or type of users. In the exemplary embodiment, the value taken by the priority function $f(A_i(t), U_i(t))$ increases as the channel condition function $A_i(t)$ increases and decreases as the fairness function $U_i(t)$ increases. The functions $A_i(t)$ and $U_i(t)$ are determined accordingly. Further, the priority function $f()$ is a function of at least one time period over which the channel condition metric and the user fairness metric are measured. In an alternate embodiment, the priority function $f()$ may be a time-dependent per user function. However, for simplicity, a scheduler may use a combiner function common to all users and modify the user fairness metric to reflect the user requirements.

[1094] A generic class of multi-user schedulers, categorizes users receiving service from an AN into at least two broad categories, BE and EF. Other categories of transmissions may be implemented as well, such as AF, etc. BE and EF are as defined herein. Specifically, Best Effort (BE) applications in general have a relatively large volume of data to receive over the air, but the nature of the traffic is such that relatively large delays may be tolerated, but the data loss rate should be extremely small; Expedited Forwarding (EF) application flows typically have small amounts of traffic that arrive from the Internet to the Access Network, however the nature of the traffic is such that the data packets should be delivered to the user within a certain relatively small DelayBound, with reasonable data loss rate.

[1095] In a packet data system such as 1xEV-DO, the scheduler has the flexibility to allow variable delay performance to individual users to maximize the capacity. Here, capacity refers to the throughput for BE users and to the number of served users with acceptable performance in the case of delay sensitive traffic such as VoIP (EF users).

[1096] In 1xEV-DO generally, increasing the DelayBound of a user improves utilization of the FL thus increasing the BE and EF capacity of the system. This capacity

increase follows from various factors including, but not limited to, higher packing efficiency and the ability to take advantage of local channel conditions and multi-user diversity gain.

[1097] In the case of BE-only traffic, a typical scheduler is the Proportional Fair (PF) scheduler. This scheduler is proportionally fair in the sense that the throughput provided to individual users would be approximately proportional to the user's geometry, i.e., average channel condition. The proportional fair scheduler has been the scheduler of choice for BE-only traffic because of the benefits of throughput to fairness tradeoffs. In addition, the PF algorithm is designed to take advantage of local channel peaks while providing multi-user diversity gain. As used herein, such a PF scheduler will be referred to as the "proportionally fair throughput scheduler."

[1098] Note, in the case of BE-only traffic, there is another class of schedulers: The "equal grade of service" scheduler. This scheduler aims at providing equal throughput to all users. For this reason, the system capacity is determined by the weakest users. Although equal grade of service scheduler could be desirable in certain applications, such schedulers do not typically utilize the air link efficiently. These schedulers are referred to herein as "equal throughput schedulers."

[1099] The PF throughput schedulers and the equal throughput schedulers described above are useful in the context of BE-only traffic. For delay sensitive EF traffic, these schedulers may not be sufficient as missing a mechanism for delay control.

[1100] The following presents delay-sensitive scheduling means and methods which operate in parallel with the two approaches for BE-only traffic, i.e., PF throughput and equal throughput schedulers. In the case of delay sensitive traffic, the "proportional" versus "equal" fairness applies not only to the throughput provided to individual users, but to the "delay" performance provided to individual users. The delay performance may be quantified in terms of average delay or delay tail weight, etc. Note, alternate embodiments may incorporate the BE and EF scheduling into a common method, while meeting the throughput and delay sensitivity requirements, respectively.

[1101] In one embodiment, an approximately equal delay performance may be provided to each user. This approach is similar to equal throughput and for the symmetry of terminology, is referred to as the "equal delay scheduler." An equal throughput scheduler attempts to provide equal throughput to all users, therefore, the system capacity may be determined by the users having the weakest coverage. An equal delay scheduler attempts to provide equal delay performance, such as equal mean delay, or

24

equal delay tail weight, to all users and therefore, system capacity is similarly determined by the users having the weakest coverage.

[1102] In another embodiment, the delay performance provided to a user is proportional to the average geometry of the user. This approach is similar to the proportionally fair throughput scheduler and is referred to as the "proportionally fair delay scheduler." The proportional fair throughput scheduler tries to provide throughput to individual users proportional to their average geometry, thus significantly improving the system capacity compared to an equal throughput scheduler. Similarly, a proportionally fair delay scheduler would provide a delay performance to each individual user proportional to the user's average geometry, thus maximizing the EF capacity.

[1103] The four categories of packet scheduling are illustrated in FIG. 4. Each category is illustrated with the balance of QoS considerations. Specifically, the PF throughput scheduler balances throughput control with proportional fairness. The equal throughput scheduler balances throughput control with equal fairness. The PF delay scheduler balances delay control with proportional fairness. The equal delay scheduler balances delay control with equal fairness.

[1104] While some scheduling methods are useful in circuit switched systems, others are more applicable for packet data systems, such as 1xEV-DO. The proportionally fair delay scheduling means and methods presented herein may provide an advantage of packet switched systems over circuit switched systems.

[1105] In addition to improving system capacity, the PF delay scheduler may also enhance the user experience. For example, users in close proximity to BSs are more likely to receive better delay performance than users far from BSs. This is in contrast to delay performance which is not dependent on the user's proximity to the AN. In addition, for users at high geometry, in close proximity to a BS, the performance may be predictable with a high confidence level; whereas for an equal delay scheduler, the performance may be unpredictable depending on the current load on the system. It is therefore, desirable for a scheduler to provide quality of service increases with increases in the geometry of the individual users.

[1106] A scheduler that serves both BE and EF users may utilize an appropriate combination of proportionally fair throughput and delay scheduling. Such a scheduler will be referred to as a "proportionally fair throughput/delay scheduler." Note, in one embodiment, proportionally fair throughput/delay scheduling is implicitly based on relative geometries of users served for a single sector. This is referred to as "intra-

sector fairness." Another issue to consider in design of a scheduler is the "inter-cell" fairness, which may be described as the average level of service, which may be quantified in terms of throughput provided to BE users and the average delay provided to EF users, etc., provided by different sectors to the users served by those sectors.

[1107] To continue the analogy between proportionally fair throughput scheduler and the proportionally fair delay scheduler, note that the throughput provided to individual BE users by a sector that utilizes proportionally fair throughput scheduler decreases as the number of users served by that sector increases. However, the intra-sector fairness is maintained. Similarly, the delay performance provided to individual EF users provided by a sector that utilizes proportionally fair delay scheduler may be allowed to increase as the number of users served by the sector increases.

[1108] The proportionally fair throughput/delay scheduler utilizes a decision metric of the following form to select which users to serve at any scheduling decision:

$$\text{DecisionMetric} = f(\text{PacketAge}, \text{ChannelCondition}, \text{SectorLoad})$$

wherein PacketAge refers to the difference between the current time and an appropriate timestamp defined for each packet waiting in the base station queue, the channel condition refers to the quality of the radio link between the BS and the AT, and the SectorLoad refers to the volume and profile of the total traffic being served by the sector over a short span of time around the current time. The function $f()$ depends on the particular implementation of the scheduler. Also, the DecisionMetric may refer to a bit metric, a packet metric, a datagram metric, or any other means to provide the scheduler with a method of transmission instance selection.

[1109] The ChannelCondition information may be incorporated into the scheduler in various ways. For example, the proportionally fair throughput scheduler uses the Data Rate Control (DRC)/AvgThroughput which tends to peak during local channel peaks. Another approach could be to use DRC/AvgDRC, but in application may favor users with larger channel fluctuations. Another possibility could be to use a feedback loop to indicate a certain percentile of channel peaks. One such loop 300 is illustrated in FIG. 5.

[1110] One embodiment, as illustrated in FIG. 5, is a loop 300 designed to determine acceptable channel quality with respect to a threshold. The input, IDRC, is a function or index of the DRC value, e.g., an increasing function of the data rate associated with the DRC, wherein IDRC increases as the requested data rate increases. The IDRC is

provided to compare unit 302 and to an Infinite Impulse Response filter (IIR) 306. In one example the time constant is set to 1s, however, alternate time constants may be implemented. The filtered output of IIR filter 306 is provided to a summing unit 312, which provides the threshold value to compare unit 302. The compare unit 302 compares the IDRC to the threshold. The result of the comparison indicates whether the current channel quality is acceptable or not. The system determines a target percentage of time when the channel quality should be acceptable. In the present example, the target is set to 30%. The target is variable and may be adjusted during operation. Alternate systems may implement other target values or schemes. The output of compare unit 302 is a binary {1,0}, wherein a 1 indicates acceptable channel quality and a 0 unacceptable, i.e., below threshold.

[1111] Continuing with FIG. 5, the output of compare unit 302 is provided to an IIR filter 304, wherein in the present example the time constant is set to 0.5 s. Alternate time constants could be implemented. From IIR filter 304 the filtered output is provided to a compare unit 310 for comparison with an input value, in the present example the input value is 0.3. If the result of the comparison is above the input value, a signal is provided to up/dn accumulator 308 to increase the threshold for determining channel quality. This indicates the channel quality indicator from compare unit 302 is 1 more than 30%. Else, if the comparison is below the input value, then the signal provided to up/dn accumulator 308 instructs increase of the threshold. The output of up/dn accumulator 308, is provided to summing unit 312. Summing unit 312 sums the outputs of up/dn accumulator 308 and IIR filter 306, wherein the input from IIR filter 306 provides a general bias for the threshold to compare unit 302. The result of the summation is provided to compare unit 302. The channel estimate indicator is taken from the output of compare unit 302. In this way, the scheduler maintains the channel estimate indicator or ChannelCondition Information to identify the percentage of good times when channel condition is good, i.e., channel peaks.

[1112] The SectorLoad may be incorporated into the scheduler by measuring the amount of BB and EF flows. Finally, the actual decision metric used by the scheduler may not explicitly include the ChannelCondition and SectorLoad measurements. The required DelayBound per user may be adaptively selected by measuring the fraction of EF users that may not meet their delay bounds for a certain fraction of transmitted IP packets.

- [1113] A parameter used by some schedulers is referred to as the "QoS class index" of a flow, which defines the relative priority for that flow. There are a variety of methods by which the QoS classes may be determined. Within a given QoS class, different flows may have very different traffic types. The QoS class index is an indication to the required priority level by a flow, and not an indicator to the statistical behavior of the traffic.
- [1114] In one embodiment, the QoS class index is a non-negative integer value selected for the scheduler to provide higher priority to flows having higher QoS class indices. Here, QoS class index of 0 corresponds to BE/AF flows; wherein the BE flows are special cases of AF flows where the minimum required throughput value is set to zero. QoS class indices of 1 and higher correspond to EF flows.
- [1115] Note, higher QoS classes are given higher priority; however BE data will not necessarily be scheduled for transmitted after all EF data waiting in the queues are transmitted. As an example, the scheduler may schedule a multi-user packet to transmit a number of EF bits that are approaching a deadline. In the same transmission instance, the scheduler may also include BE data from users with compatible DRCs, i.e., transmission formats, while not including EF bits from users with incompatible DRCs.
- [1116] A QoS flow may be approximately characterized by three parameters: (1) distribution of the IP datagram size, (2) distribution of the interarrival time between IP datagrams, and (3) delay bound relative to the time-stamp of the IP datagram after which the contents of the datagram becomes useless.
- [1117] For BE/AF flows, the delay bound is much less stringent than EF flows, so it won't be considered for BE/AF flows, wherein AF is Assured Forwarding flows. For EF flows having a same delay bound but differing in distribution of the IP datagram size and inter-arrival time, the scheduler is designed to behave almost linearly. For example, a given flow having the same delay bound and packet size distribution as a VoIP flow, but having half the inter-arrival time distribution would approximately behave the same as two VoIP flows. Similarly, a flow having the same delay bound and inter-arrival time distribution, but twice the datagram size distribution as a VoIP flow, would also approximately behave as two VoIP flows to the scheduler. Non-integer multiples of packet size and inter-arrival time may be easily envisioned to be aggregations of a basic "unit" flow type.
- [1118] The delay bound, however, has a very different effect on the scheduler than the datagram size and interarrival time distributions. The scheduler treats flows with lower

delay bounds with higher priority. In some sense, setting the delay bound of a flow to a lower value is a soft way of increasing its QoS class index.

[1119] As discussed previously hereinabove, scheduling of transmissions is related to admission control, wherein admission control determines when a user or flow is accepted for processing and scheduling then determines when and how such flows will be transmitted. In other words, admission control determines which data will be eligible for inclusion in a transmission instance, and scheduling then determines the specific data, formats and order of the transmission instances. Therefore, scheduler operation may impact the admission control scheme used in a given system.

[1120] According to one embodiment, as system load increases, typically the BE/AF flows are scheduled such that each suffers degradation fairly. For EF flows, however, degradation is typically uneven. More specifically, lower QoS classes are degraded first in an attempt to maintain higher QoS classes functioning properly. Within a given EF QoS class, and ignoring the differences in delay bound settings, users with lower geometries are degraded to keep as many users as possible receiving the desired performance. This approach is taken to maximize the number of EF users supported. For homogeneous EF flows, the EF users are degraded unevenly starting with the lowest geometry users and propagating to higher geometry users. This approach has several consequences which are treated outside the scheduler, and more specifically, by admission control processing. Some of these consequences are illustrated in the following examples.

[1121] This functionality of the scheduler is illustrated in FIG. 6, wherein flows are shown in sorted order according to geometry, with geometry increasing to the right. Given the current system load, the scheduler gives lower priority to lower geometry users to maximize the number of QoS flows receiving a desired QoS. The level of low geometry users propagates to the right with increasing congestion. The scheduler degrades the service received by such users by giving them lower priority. However, it is not responsible of completely taking out a flow, which would typically be the function of admission control and other performance monitoring blocks.

[1122] Consider a situation wherein all users have a single flow and have the same QoS class, such as a VoIP flow, and the highest geometry user asks for a very high throughput EF flow. The scheduler may allocate all FL slots to the highest geometry user, even if this means no transmissions to other user. Generally, a decision of admission for the flow is handled by admission control processing, which considers the

current loading of the system. When admission control admits the flow, the scheduler performs any basic functionality and allocates all FL slots to that user. Note, degrading lower geometry users first does not necessarily mean the scheduler maximizes the number of EF users having acceptable receive performance. The scheduler may maximize such number if all users have a same QoS parameter(s) and a same traffic type (e.g. VoIP only).

[1123] If a low geometry user whose service is degraded by the scheduler due to mild congestion is asking for a very low throughput (e.g., 1 Byte every second), the scheduler may not give the requested or desired throughput to this user even though this would not effect the FL performance. Again, it is the responsibility of the admission control to anticipate scheduler operation with respect to this user given the current system load. In this case, the admission control may force the scheduler to provide service to this user by increasing its QoS class index.

[1124] For the following discussion, consider homogeneous EF traffic as a scenario wherein all users are EF users with a same traffic model. The scheduler first creates a list of candidate transmission instances for a set of single-user and multi-user transmission formats. Single user formats are stuffed with bits from the corresponding users' queues. Multi-user formats are stuffed with bits from the queues of users having compatible DRCs.

[1125] The scheduler then assigns a packet metric to each of the candidate instances and selects the candidate transmission instance corresponding to the largest packet metric. The packet metric may be a "throughput polynomial," wherein a comparison operation is defined as the "lexical" comparison providing a well defined maximization.

[1126] Consider the packet metric for the special case wherein all users are EF users and each user has one EF flow of the same type, e.g., a VoIP-only system, and a multi-user transmission format, wherein to create a multi-user transmission instance for this format, bits are stuffed from the queues of the users with compatible DRCs. Among these users, bits are selected based on the time-stamp of the corresponding IP datagrams on a first-in first-out basis. The delay bounds are assumed to be the same for this example. Among the bits having the same time-stamps, selection follows the order in the IP packet, and among different users, selection is performed in a manner so as to minimize the number of users having data in the packet.

[1127] The payload polynomial of a transmission instance may then be given as:

27

$$p(x) = B_D z^{-D} + B_{D-1} z^{-D+1} + \dots + B_1 z^{-1} + B_0$$

wherein B_n represents the number of bits included in the candidate transmission instance incurring a delay of n slots. The value of D may be equal to the delay bound as bits may be taken out of the queue when such bits have been in the queue for a time period exceeding the delay bound, and thus incur more than D slots of delay.

[1128] The throughput polynomial is obtained by filtering and subsampling the payload polynomial. One method is to segment the coefficient vector of the payload polynomial into N groups and then sum the coefficients within each group to obtain a condensed representation of the payload polynomial. The throughput polynomial is then obtained by dividing the condensed payload polynomial by the expected number of slots for the candidate transmission instance to be decoded by all users of interest. The procedure is illustrated in FIG. 7, wherein the top row is the payload polynomial $p(x)$, and the bottom row is $c(x)$ which is the condensed representation of the payload polynomial. The variable x is a transmission instance index.

[1129] The throughput polynomial is then given as:

$$T(z) = c(z) / N_g$$

wherein N_g is a "generic" span for the transmission format under consideration and the method of its calculation is discussed hereinbelow. The resulting throughput polynomial is then used as the packet metric in the selection of a candidate transmission instance among a set of various other alternatives, each similarly obtained.

[1130] Note the above described packet metric suggests a trade-off between latency enforcement and throughput. If $N-1$ were selected to be equal to D , that is if $c(x) = p(x)$, then the packet metric would enforce transmission of the bits incurring the largest delay first. Subsequently, bits incurring the next largest delay would be considered in selection of a candidate transmission instance. This is a result of the "lexical" comparison used in comparing the packet metrics (i.e. throughput polynomials). In this way, the comparison begins by identifying the highest order of each polynomial. If one polynomial is of a higher order, then that polynomial is defined as the larger polynomial. If both have a same order, then the coefficients are compared starting with the highest order; when a higher coefficient is found in one polynomial, that polynomial is defined as the larger polynomial.

[1131] Segmentation of the coefficients of $p(x)$ to obtain $c(x)$, implicitly ignores differences in the incurred delay corresponding to the bits within each segment. In

return, there is a maximizing of the throughput which now has more flexibility. The most flexibility in maximizing throughput would be obtained if all coefficients of $p(x)$ were combined in a single segment (e.g., $c(x)$ of order zero).

[1132] In one example, two segments (e.g., $c(x)$ of order one) provides a compromise. The largest order term has the greatest impact. When there is a tie among various candidate instances, the terms of $c(x)$ would be considered. Therefore, it may not be necessary to segment the coefficients of $p(x)$ into more than two segments. This results in a single parameter to optimize, which we will denote by α and call "the delay fraction." In summary, with two segments, $c(x) = (hi2) z^{-1} + (hi)$, where "hi2" and "hi" are the number of bits in each segment, respectively. More specifically, hi2 is the number of bits included in the candidate transmission instance incurring a delay larger than α times the delay bound; and, "hi" is the number of bits incurring a smaller delay.

[1133] For the case of users having all EF traffic, but with different traffic models (e.g., different delay bounds), the argument is modified. Bits with smaller delay bounds are to be part of the hi2 segment sooner than the bits with larger delay bounds. A natural way to accomplish this is to use β times the delay, as opposed to "delay" alone, in stuffing bits into the candidate transmission instances and in determining when bits are to become a part of the hi2 gear.

[1134] In general, β is designed to be proportional to one over the delay bound. A result of this is that EF bits with lower delay bounds will tend to have priority over EF bits with larger delay bounds.

[1135] FIG. 8 illustrates a scheduler according to one embodiment. Scheduler 600 includes an adaptive delay control unit 602 coupled to a memory storage unit 604 adapted for storing and maintaining queue information. Memory storage unit 604 also stores information relating to each queue, including delay and/or throughput sensitivity, priority class, such as EF, BE, etc., and other information which may be designed into the scheduler, such as other QoS information. The queue data and information stored in memory storage unit 604 is provided to bit metric calculation unit 608 and bit stuffing metric calculation unit 606. These units generate a bit metric and a bit stuffing metric, respectively. The calculated bit metric is provided to the bit metric calculation unit 608, the packet metric calculation unit 616, and the queue select unit 610. The bit stuffing metric and the selected queues are provided to candidate transmission instance generator 612. The packet metric from packet metric calculation unit 616 and the set of

candidate transmission instances generated by generator 612 are provided to transmission instance select unit 614.

[1136] FIG. 9 details the memory storage unit 604 as storing multiple queues having pending data. The queue data is stored per flow as queue data 620. For each queue 620 there is a corresponding QoS class or priority class 622 and a sensitivity designator 624.

[1137] FIG. 10 is a flow chart illustrating the scheduling method according to one embodiment. The method 500 first determines at decision diamond 502 if the FL is busy, i.e., if the time slot is available for a new packet transmission. If the slot is available for a new packet transmission, the scheduler generates a list of candidate transmission instances based on a subset of defined and derived transmission formats at step 504. The packet metric corresponding to each candidate transmission instance is calculated at step 506. At step 508, the scheduler selects a transmission instance having a greatest value for the packet metric. At step 510 the transmission instance is formatted for transmission.

[1138] FIG. 11 illustrates one embodiment for generating a set of candidate transmission instances and implementing step 504 in method 500. At step 520 the scheduler calculates a bit metric for each queue entry. At step 522 the scheduler calculates a bit stuffing metric for each queue. The bit metric values are compared to select a set of queues for a transmission instance, step 524. The bit stuffing metric is used to generate candidate transmission instances using the set of queues, step 526. Examples of methods and means for such calculations and comparisons are provided hereinbelow.

[1139] Note in one embodiment, a candidate transmission instance with a single-user format is generated for each user that has pending data. The transmission format is set to the canonical format corresponding to that user's DRC. For users from which NULL DRC have been received, a candidate transmission instance is created only if the user has pending "EF" data. For BE/AF users, NULL DRCs aren't served since these users try to maintain low drop rates at the Radio Layer Protocol (RLP) layer.

[1140] A candidate transmission instance with a multi-user format is generated for each defined and derived "canonical" multi-user format. A flag may be used to allow derived formats in this stage.

[1141] Note, the set of candidate transmission instances generated in step 506 are based on "canonical" formats. That is short packets are not included in this step. The purpose is to help bias the scheduler towards higher geometry users and to avoid low geometry

users from abusing short packets and thus reducing FL throughput. The short packets are used in a packing efficiency maximization step (as illustrated in FIG. 12) when the selected candidate transmission instance has a payload which fits into a short packet.

[1142] A packing efficiency maximization step may be performed consistent with FIG. 12. In this step, the selected candidate transmission instance may go through a change of transmission format according to the following rules.

(1) If the selected candidate transmission instance contains a single user's data, the re-selected format is allowed to be either a single-user format compatible with the user's DRC or a multi-user format.

(2) If the selected candidate transmission format contains two or more user's data, the re-selected format may only be another multi-user format. In either case, the smallest format capable to carry the payload is selected. This post-conversion is further controlled by flags that may avoid conversions to some multi-user formats.

[1143] In one embodiment, the step 510 of formatting the transmission instance further includes a step 530 where the scheduler maximizes a packing efficiency of the transmission instance, and a step 532 wherein the scheduler performs an a priori ACK calculation, see FIG. 12. Additionally, step 530 may include the method as illustrated in FIG. 13. The transmission instance is first evaluated to determine if a single user format is used, decision diamond 540. If a single user format is used, the Each step is further detailed hereinbelow.

[1144] In one embodiment, the scheduler determines the maximum span corresponding to the DRCs of the users for which the selected transmission instance will be carrying data bits. The scheduler counts the designated number of transmission slots. If there are any users which have not yet acknowledged correct receipt of the transmitted information, i.e., transmitted an ACK message, and if there is pending data in any of the queues, the AN terminates the transmission.

[1145] An alternate embodiment includes specific means and methods for completing the method 500 illustrated in FIG. 10, including, but not limited to, bit stuffing to create each candidate transmission instance and calculation of a packet metric.

[1146] Packet metric calculations are performed in step 508, while bit stuffing is part of formatting the transmission instance of step 508. In general, a single-user transmission instance may be stuffed with bits from one or more flows of the same user. A multi-user instance with a "defined" format, such as one defined as in Table 1, may be stuffed with

bits from one or more users, wherein such users have transmitted DRCs compatible with the multi-user format. A multi-user instance with a "derived" format may be stuffed with bits from one or more users which transmitted DRCs compatible with the multi-user format and which satisfy the additional requirement of "soft compatibility." A DRC is considered soft compatible to a derived multi-user format if the expected number of slots to decode the corresponding "defined" format is less than or equal to the span of the derived format. The expected number of slots may be obtained by comparing the Signal-to-Interference and Noise Ratio (SINR) required for the received DRC to the SINR required to decode the derived format successfully (e.g., under Average White Gaussian Noise (AWGN) conditions). Alternately, the expected number of slots may be determined by comparing the requested rate to the effective data rate of the derived format.

[1147] The following description assumes QoS classes including: i) BE/AF; and one class of EF. The method allows extension to multiple EF classes as well. According to the present embodiment, each bit pending in the queue is assigned a bit metric which is given as a polynomial of the form:

$$b_i(z) = [hi2]z^{-2} + [hi]z^{-1} + [lo]$$

wherein i is an index of the bit, and only one of the three coefficients $\{hi2, hi, lo\}$ is allowed to be non-zero. Note, although the description is given as bit-level, typically all bits in an IP datagram have the same metric and the packet metric calculations may not necessarily involve bit-level accumulations.

[1148] Let δ be the current delay associated with a bit from an EF flow. Set the following definitions for $hi2$ and hi :

$$hi2 = \beta \delta + \mu \quad \text{if} \quad \delta > \alpha \text{ DelayBound}$$

and

$$hi = \beta \delta + \mu \quad \text{if} \quad \delta \leq \alpha \text{ DelayBound},$$

wherein β is a parameter associated with the EF flow and is inversely related to the delay bound; wherein μ is a large number, and wherein α is a fixed scalar, for example 0.25, and is independent of the EF flow type.

For a BE/AF flow, set lo as follows:

$$lo = \frac{1}{\text{AvgThroughput} - \text{TrgtThroughput}}$$

wherein AvgThroughput is the average throughput of the corresponding user and TrgtThroughput is the minimum desired throughput for that user. For a BE user, TrgtThroughput is set to zero. The packet metric (e.g., throughput polynomial) is then obtained as follows:

$$\text{PacketMetric} = \text{AccumulatedBitMetric} / N_g$$

wherein N_g is the generic span of the defined or derived candidate transmission instance under consideration and the accumulated bit metric (AccumulatedBitMetric) is the sum of the bit metrics corresponding to all bits included (or stuffed) in the candidate instance. The value N_g may be set to the nominal span of the defined or derived type. Alternatively, it may be set to one, in which case the packet metric will be equal to the accumulated bit metric. In this case, the scheduler will function to maximize payload per transmission instance rather than throughput per transmission instance. This may have the undesirable effect of creating DRC insensitivity, thus causing degraded performance wherein such degradation may not follow the behavior illustrated in FIG. 6. Another approach is to set N_g to a "pseudo-span" which may be set to one for 1 and 2 slot high rate packets, set to two for 4 slot packets, etc., thus distinguishing high rate packets based on payload, while low rate formats are discouraged by setting N_g to larger values.

[1149] The following properties provide a bias toward high geometry users to the scheduler:

- (1) If a DRC is compatible with a multi-user format, it is also compatible with all multi-user formats of lower nominal data rate; and
- (2) The scheduler uses the "throughput" polynomial as a selection device.

[1150] One design uses a large value μ term in the definition of the h_i and h_{i2} coefficients for bit metrics. The bits are stuffed in order according to the value of $\beta\delta$ since μ is common to all bits. The packet metric is calculated as if the corresponding entry of the bit metric is changed to one thus resulting in a packet metric proportional to the throughput polynomial. This eliminates the effect of $\beta\delta$ in the packet metric for packet metric calculation.

[1151] Note, as described above, the scheduler applies a fixed DelayBound to all users. Typically, users experiencing good coverage require only a fraction of the DelayBound. As the number of users increases, the degradation starts first at the weakest users, whereas users at high geometries may not be strongly effected by the load.

[1152] One embodiment adaptively sets the delay bound and related parameters (e.g., α) by measuring the fraction of good EF users. The DelayBound used by the scheduler may be iteratively increased or decreased to maintain the fraction of good users at a desirable level. A simple first-order loop with a lower bound for DelayBound is implemented in one embodiment.

[1153] In the scheduler described hereinabove, the method defining the bit metric for BE/AF users uses the following calculation:

$$\text{Bit metric} = 1 / [\text{AvgThroughput} - \text{TargetThroughput}].$$

Other bit metric definitions may be implemented for different systems, operational goals, and design

[1154] The FL transmission formats compatible with each DRC index are also listed in Table 1 for two sets of protocol subtypes defined in the 1xEV-DO Rel-0 and Revision A specifications, respectively, including proposed changes in recent contributions to Rev-A defining compatible multi-user formats for DRC indices of 0x0, 0x1, and 0x2. A transmission format, as in the Rev. A specification, is represented by the triplet (PacketSize, Span, PreambleLength). "PacketSize" is the number of bits the transmission format carries including Cyclic Redundancy Code (CRC) and tail. "Span" is the nominal (e.g., maximum) number of slots which a transmission instance would take up on the forward link. The "PreambleLength" is the total number of preamble chips. As in the Revision A of 1xEV-DO specification, "canonical" transmission formats for each DRC are indicated in bold. Note, Rel-0 defines only single-user transmission formats, whereas certain subtypes in Revision A define both single-user and multi-user formats. In addition, in Revision A, multiple transmission formats may be defined for each DRC index. The AT tries to receive packets at each of these formats. The multi-user formats are distinguished by their unique MAC indices, i.e., the preamble for each multi-user format uses a distinct Walsh cover. The single-user formats all use the MAC index assigned to a user.

Table 1: Transmission Formats for 1xEV-DO Rel0 and Rev.A

DRC Index	Rate (Kbps)	Rev0 Transmission Format	RevA Single User Transmission Formats	RevA Multi-User Transmission Formats
0x0	0.0	None	(128,16,1024), (256,16,1024), (512,16,1024), (1024,16,1024)	None
0x1	38.4	(1024,16,1024)	(128,16,1024), (256,16,1024), (512,16,1024), (1024,16,1024)	None
0x2	76.8	(1024,8,512)	(128,8,512), (256,8,512), (512,8,512), (1024,8,512)	None
0x3	153.6	(1024,4,256)	(128,4,256), (256,4,256), (512,4,256), (1024,4,256)	(128,4,256), (256,4,256), (512,4,256), (1024,4,256)
0x4	307.2	(1024,2,128)	(128,2,128), (256,2,128), (512,2,128), (1024,2,128)	(128,4,256), (256,4,256), (512,4,256), (1024,4,256)
0x5	307.2	(2048,4,128)	(512,4,128), (1024,4,128), (2048,4,128)	(128,4,256), (256,4,256), (512,4,256), (1024,4,256), (2048,4,128)
0x6	614.4	(1024,1,64)	(128,1,64), (256,1,64), (512,1,64), (1024,1,64)	(128,4,256), (256,4,256), (512,4,256), (1024,4,256)
0x7	614.4	(2048,2,64)	(512,2,64), (1024,2,64), (2048,2,64)	(128,4,256), (256,4,256), (512,4,256), (1024,4,256), (2048,4,128)
0x8	921.6	(3072,2,64)	(1024,2,64), (3072,2,64)	(128,4,256), (256,4,256), (512,4,256), (1024,4,256),

				(2048,4,128), (3072,2,64)
0x9	1228.8	(2048,1,64)	(512,1,64), (1024,1,64), (2048,1,64)	(128,4,256), (256,4,256), (512,4,256), (1024,4,256), (2048, 4, 128)
0xA	1228.8	(4096,2,64)	(4096,2,64)	(128,4,256), (256,4,256), (512,4,256), (1024,4,256), (2048,4,128), (3072,2,64), (4096,2,64)
0xB	1843.2	(3072,1,64)	(1024,1,64), (3072,1,64)	(128,4,256), (256,4,256), (512,4,256), (1024,4,256), (2048,4,128), (3072,2,64)
0xC	2457.6	(4096,1,64)	(4096,1,64)	(128,4,256), (256,4,256), (512,4,256), (1024,4,256), (2048,4,128), (3072,2,64), (4096,2,64)
0xD	1536.0	None	(5120,2,64)	(128,4,256), (256,4,256), (512,4,256), (1024,4,256), (2048,4,128), (3072,2,64), (4096,2,64), (5120,2,64)
0xE	3072.0	None	(5120,1,64)	(128,4,256), (256,4,256), (512,4,256), (1024,4,256), (2048,4,128), (3072,2,64), (4096,2,64), (5120,2,64)

- [1155] As a reminder, a transmission instance refers to a transmission format with a particular set of bits from one or more queues selected to be transported by it. A candidate transmission instance refers to a transmission instance to be evaluated by a scheduler algorithm for possible transmission. The multi-user transmission formats (1024,4,256), (2048,4,128), (3072,2,64), (4096,2,64), and (5120,2,64) are referred to as the canonical multi-user transmission formats. The multi-user transmission formats (128,4,256), (256,4,256), and (512,4,256) are referred to as "non-canonical multi-user formats." The derived transmission formats are obtained simply by setting the span of the corresponding defined format to smaller values than the nominal value, as if obtained from the defined formats by early termination. In summary, transmission formats and instances may be canonical or non-canonical; single-user, or multi-user; and defined or derived. The term "nominal number of slots" will be used to refer to the maximum number of slots for a defined transmission format and the redefined maximum number of slots for a derived transmission format.
- [1156] The following description of the scheduling means and methods considers an octet-based scheduling, in which the octets pending in various queues may be served in any amount (in units of octets). Typically, each flow will be stored as at least one queue of data. Therefore, each queue has specific QoS requirements associated therewith. The data is stored in each queue in octets. Scheduling may be performed wherein less than a full octet of data is put into a transmission instance or physical layer packet for transmission on the FL.
- [1157] Note, certain applications may require frame-based scheduling, in which the (encapsulated) datagrams of the flow are to be served without fragmentation within physical layer packets. The octet-based scheduling means and methods may also be extended to frame-based scheduling.
- [1158] Note also, admission control is closely related to scheduling, wherein admission control serves to admit/reject incoming flows based on the current system load and by predicting whether the incoming flow may be satisfactorily served (i.e., QoS targets met) without causing unacceptable degradation to the already admitted flows.
- [1159] As used herein, "flow" refers to a data stream directed to a given user. The source of a flow may be one or more user applications, including, but not limited to, file downloads (ftp), web surfing (http), online gaming, or VoIP, among many others. A flow may also be generated by the communication system itself, such as signaling flows which serve to keep the system operational while maintaining the user session properly.

Another example of a flow is a data stream generated by a test application, wherein the data stream is used to test at least a portion of the communication system.

[1160] In other words, a flow is a stream of data, and is part of a communication to at least one user. There are a variety of application flows, each having specific QoS requirements and tolerances. Each flow may have a different set of QoS requirements, such as target throughput and delay bound. Examples of such requirements are discussed specifically hereinbelow.

[1161] A user may have multiple, concurrent flows with different QoS requirements. Each flow may be generated either by a single application, such as for VoIP, ftp, signaling, etc. or it may be generated by multiple applications that are aggregated into a single flow by the Base Station Controller (BSC). If the BSC aggregates flows in this manner, the aggregated flow may appear to the scheduler as a single flow with well-defined QoS requirements. The scheduler may not be able to distinguish among data generated by different applications but contained in an aggregated flow. Another type of aggregation that may be performed by the scheduler is presented hereinbelow.

[1162] Each flow has at least one queue holding data for the First Time transmission (referred to as FTx) and may have additional queues for retransmissions, such as the Radio Layer Protocol (RLP) ReTransmission queue (RTx queue of the flow x) and/or the MAC layer retransmission queue (delayed Automatic Repeat request (ARQ), or the Delayed ARQ (DARQ) queue). In one embodiment, every octet in each queue has a well-defined timestamp, by which the scheduler may determine the current delay incurred by the octet. The timestamps are assigned to bursts of data such as (encapsulated) datagrams, implying that each octet of the data burst has the same timestamp. Individual datagrams may carry multiple application level frames, which may have been generated by an application at different times. It is assumed that the application frame timestamps are not known to the scheduler. This assumption is appropriate, since the complete datagram is to be successfully received by a user before any of the application frames carried by it may be parsed by the receiving end application.

[1163] In the design of a scheduler according to one embodiment, three major QoS classes are considered. Best Effort (BE) is defined as in the glossary, and specifically refers to flows which may typically afford relatively high end-to-end delays, but require low Bit Error Rate (BER). Although there is no minimum throughput requirement, the size of the data to be transmitted may be high. Examples of flows that may be

considered BE include file downloads (ftp) and web surfing (http). Assured Forwarding (AF) refers to flows which are, in general, similar to the BE flows as tolerating some level of delay; however, AF flows differ from BE flows as AF flows typically have a minimum average throughput. One example of an application classified as an AF flow is the video stream generated by a videoconferencing application. Expedited Forwarding (EF) refers to flows which typically, but not necessarily, have a low throughput requirement, and have stringent end-to-end delay requirements. The reliability requirement may not be as strict as for BE flows; it may be acceptable to lose a small fraction of application data, such as, for example, 1 to 2%. Examples of applications classified as EF flows include, but are not limited to, VoIP and online gaming.

[1164] With respect to scheduling means and methods, the difference between BE and AF flows is in the minimum throughput requirement, which is zero for BE flows. Otherwise, these two QoS classes are similar. To further differentiate specific flows, consider the EF class, which may include a variety of different type applications. Within the EF class of flows there may be flows with different priorities. As an example, applications such as VoIP and the audio part of a videoconferencing application may be considered as higher priority than the video part of the videoconferencing application. Online gaming may be considered to have lower priority than both the audio and video applications.

[1165] In addition to the flows generated by user applications, a system supporting IS-856 has internally generated flows, such as the signaling flow that is required to keep the system operational, and the flows generated by test applications used to test the system.

[1166] Typical QoS requirements may be stated in terms of a variety of considerations described by variables, including but not limited to, delay bound, target throughput, reliability, jitter, etc.

[1167] The delay bound is identified by the variable referred to as "DelayBound," which is a parameter specified for each flow referring to the maximum delay within which the datagram is to be successfully delivered to the user. The DelayBound is measured relative to the timestamp of a datagram, which in the present embodiment is an octet. Note, this is different from the end-to-end delay bound which would involve delay-budget components other than the FL delay. In one embodiment, once the DelayBound of a datagram is reached, the datagram is taken out of the queue. In other

words, if the datagram cannot be sent within the specified delay bound, the datagram is discarded.

[1168] The target throughput is identified by the variable referred to as "TargetThroughput" which is another specified QoS parameter. The target throughput refers to the minimum required average throughput for a flow. The averaging of the throughput may be defined via a first-order Infinite Impulse Response (IIR) filter with an appropriate time constant. In one embodiment, the time constant is set to 1ms.

[1169] A third QoS requirement may be reliability. Typically, the physical layer of the system provides 1% Packet Error Rate (PER) which may not be sufficient for applications requiring an exceptionally low error rate, such as file downloads. Therefore, in order to further reduce losses over the air, retransmission mechanisms may be utilized. Typical retransmission mechanisms are RLP retransmissions and MAC layer retransmissions, such as RTx and DARQ queues, respectively. Beyond this, Transmission Control Protocol (TCP) may be used as a transport layer protocol for an application to provide further reliability.

[1170] In one embodiment, the scheduler is designed to maximize the system capacity while providing fairness across flows and meeting certain priority and QoS requirements for each the flows. The concepts of capacity and fairness depend on the QoS requirements of individual flows. For BE flows, capacity may be defined as the total BE throughput transmitted by a sector. For EF flows of a particular type capacity may be defined as the number of users that may be supported while meeting their QoS requirements. In one example of EF flow scheduling, the system defines the VoIP capacity such that the number of VoIP users is selected as that number which will achieve 95% of the users, on average, receiving 98% of the application data frames (or octets) successfully. In one example, success is determined by frames received within the specified DelayBound and free of transmission errors. Alternate success criteria may also be used. To achieve fairness across flows a Proportional Fairness (PF) criteria may be used for scheduling BE flows, and scheduling EF flows according to a priority criteria. In this way, as the system load increases, the BE flows suffer even degradation, i.e., BE flows are degraded without differentiation.

[1171] For EF flows, it is desirable to have an uneven degradation across users as the system load increases or congestion occurs. The degradation is first felt by those EF flows considered as having lowest priority. Among the EF flows having similar QoS requirements and a same level of priority, degradation is to first affect the flows for

users having the worst channel conditions. With this approach, as the system congestion increases, the largest possible number of EF flows may satisfy their QoS requirements. This approach usually results in an approximately inverse relationship between a user's channel condition and the delay statistics of its EF flows. This property is referred to as "Delay Fairness."

- [1172] A "transmission format" is a triplet of the form (PacketSize, Span, PreambleLength) which describes certain parameters of an FL packet. PacketSize refers to the physical layer payload size in bits, Span refers to the maximum number of slots that a packet of that format may be transmitted, and PreambleLength refers to the preamble duration in chips.
- [1173] In a system supporting IS-856, link adaptation is used to determine the FL transmission data rate for each user. Each AT transmits a data request indicating a maximum data rate at which the AT may receive data. The data request is referred to as a Data Rate Control (DRC) message. The DRC message format uses a variety of DRC indices, each specifying a transmission format. The AT sends the DRC message on a DRC channel. For each valid DRC index, except the NULL DRC in IS-856 Rel-0, there is one or more single-user and zero or more multi-user transmission formats which may be served on the FL to carry data to a user. Table 1 details the DRC indices as defined in IS-856. Additionally, Table 1 further includes the compatible transmission formats for each DRC index.
- [1174] In the 1xEV-DO Rev-A specification, for each DRC index, one of the compatible single-user transmission formats is defined to be the canonical format for that DRC. Note, as used herein, the DRC corresponds to the specific format requested by the AT and identified by the DRC index. Generally, if an AT successfully decodes a packet transmitted using the canonical format corresponding to a given DRC, then such AT would also likely successfully decode a packet transmitted with any of the compatible noncanonical single-user formats or any of the compatible multi-user formats. This is with the exception of DRC indices: 0x0; 0x1; and 0x2. Note, as some multi-user formats compatible with a given DRC may have larger preamble lengths compared to the canonical format, these may not necessarily result in a data processing gain.
- [1175] For any DRC, excluding all formats compatible with the DRC index 0x0 and the multi-user formats compatible with the DRC indices of 0x1 and 0x2, the payload size of a noncanonical format is typically less than or equal to that of the canonical format.

Additionally, the span of a noncanonical format is typically larger than or equal to the span of the canonical format. If a user from which a DRC index of 0x0 (e.g., NULL rate request) has been received is served at any format, there is in general no guarantee of reliable reception of the packet. Also, for DRC indices of 0x1 and 0x2, the compatible multi-user transmission formats may not ensure sufficiently reliable reception, since the payload size and span of these formats do not satisfy this property.

[1176] In one embodiment the scheduler may not utilize multi-user packets to serve users from which the received DRC is 0x0, 0x1, or 0x2. Also, service to users from which NULL DRC (0x0) is received may be limited to certain conditions. These conditions may be designed into the system.

[1177] For multi-user transmission formats, if a given DRC is compatible with a given multi-user format, then the same DRC is compatible with all multi-user formats of lower data rates.

[1178] A "transmission instance" refers to the combination of a transmission format and the identities of data octets that may be carried by a packet of that format. For example, the set of MAC indices for the users to whom the packet is to carry data octets and a set of pointers to the corresponding queues indicating exactly which octets are to be carried in the packet may define the transmission format.

[1179] The scheduler may generate a set of hypothetical transmission instances, and then select one of these instances for transmission on the FL. The term used in this document to refer to any of these hypothetical transmission instances is a "candidate transmission instance."

[1180] In one embodiment of a scheduler incorporating adaptive delay management, various metrics are used by the scheduler, and include: 1) a bit stuffing metric; 2) a bit metric; and 3) a packet metric. The bit metric is used to select queues which are eligible for incorporation into a current transmission instance. The bit stuffing metrics determine the order in which bits (or octets), which are pending in various queues, are included in a given candidate transmission instance. Once a candidate transmission instance is created, a packet metric is calculated for the candidate transmission instance. The packet metric is then used to select a winning transmission instance from a set of similarly created candidate transmission instances. The packet metric of a candidate transmission instance is determined by simply summing up the bit metrics of all octets included in the candidate transmission instance and dividing the sum by the span of the transmission format of the candidate transmission instance:

$$PacketMetric[k] = \frac{1}{Span[k]} \sum_{i \in P[k]} BitMetric[i]$$

wherein k represents an index to a particular candidate transmission instance within a set of alternatives, $Span[k]$ represents the span defined for the corresponding transmission format, $P[k]$ represents the set of octets that are included in the candidate transmission instance, and $BitMetric[i]$ represents the bit metric of the i^{th} octet included in the candidate instance.

[1181] Therefore, the packet metric may be interpreted as an estimate of the "instantaneous throughput of the bit metric" if the candidate transmission instance were actually served on the FL.

[1182] In general, if the bit stuffing metric of an octet i is larger than the bit stuffing metric of another octet j then the bit metric of the octet i may be set larger than or equal to the bit metric of octet j . In this case, octets may be from different queues. Similarly, if the bit metric of an octet i is larger than that of another octet j , then the bit stuffing metric of the octet i should be set larger than or equal to that of octet j , i.e.:

$$BitMetric[i] > BitMetric[j] \Rightarrow BitStuffingMetric[i] \geq BitStuffingMetric[j]$$

$$BitStuffingMetric[i] > BitStuffingMetric[j] \Rightarrow BitMetric[i] \geq BitMetric[j]$$

[1183] This general guideline ensures an octet stuffed into a candidate transmission instance contributes to the packet metric at least by the same amount as another octet which is stuffed later.

[1184] All the metrics described herein, as well as alternate metrics, may be represented in polynomial form as follows:

$$Metric = [MC0] + [MC1]x + [MC2]x^2 + [MC3]x^3 + [MC4]x^4 + [MC5]x^5 + [MC6]x^6 + [MC7]x^7$$

wherein the Metric may be any of the metric types and $MC0, \dots, MC7$ represent metric coefficients. The addition of two metrics and the multiplication (or division) of a metric by a scalar are defined as in polynomial algebra; wherein when two metrics are summed, the corresponding coefficients of the two polynomials are summed. When a metric is multiplied (or divided) by a scalar, each of the coefficients are multiplied (or divided) by the same scalar. This enables calculation of the packet metrics using the bit metrics calculated as given hereinabove.

[1185] The comparison operators " $>$ ", " $\geq$ ", " $=$ ", " $\leq$ ", " $<$ " are defined in the lexical sense, i.e., when two metrics are compared, first the coefficients of the highest degree terms are compared. If equal, then the coefficients of the next highest degree terms are

compared, etc. Two metrics are equal, if all of the corresponding coefficients of the two polynomial representations are equal. The comparison operations are used for comparing bit stuffing metrics as well as for comparing packet metrics.

Bit metrics, Bit Stuffing, and Packet Metrics

- [1186] For bit metrics and bit stuffing metrics, only one term of the corresponding polynomial representations are nonzero at any given time. The degree of the nonzero term is the same for the bit metric and the bit stuffing metric for a given octet. The degree of this nonzero term, which will usually be referred to by the corresponding coefficient's name. MC0, ..., MC7 will be called the "priority state" of the bit (stuffing) metric (or the corresponding octet). The definition of the comparison operation implies that the MC0 term corresponds to the lowest priority octets, and the and MC7 term corresponds to the highest priority octets. The priority state of a bit (stuffing) metric for an octet i is determined by the current delay incurred by the octet given as:

$$\text{CurrentDelay}[i] = \text{CurrentTime} - \text{TimeStamp}[i]$$

and by using an ordered set of thresholds known as the "priority thresholds" defined for the flow to which the octet belongs. The TimeStamp[i] is an appropriately defined timestamp for octet i. Each interval defined by the priority thresholds is mapped to a priority state. The priority thresholds and the mapping of the thus defined intervals to priority states may be specified to the scheduler for each flow separately. The CurrentDelay[i] of the octet is compared to these ordered sets of thresholds to determine the interval into which it falls. This, in turn, defines the priority state of the bit (stuffing) metric.

- [1187] The above operation uses M priority thresholds and M+1 priority states for each flow. The value of M is set to 2 in one embodiment which is a software implementation of a scheduler. For each flow, two priority thresholds and three priority states are defined. These priority thresholds and priority states may typically remain unchanged during the lifetime of the flow, although each may be changed during operation via an appropriate DSP-Driver command.

- [1188] For throughput sensitive traffic flows the bit metric is set to:

$$TS_{\text{BM}} = \frac{\text{GoSFactor} \cdot \text{Thrhpt2DelayConvFactorBM}}{\max(s, \text{AvgThroughput} - \text{TargetThroughput})}$$

- [1189] and bit stuffing metric is set to:

$$TS_{BSM} = \frac{GoSFactor \cdot Thrght2DelayConvFactorBSM}{\max(\epsilon, AvgThroughput - TargetThroughput)}$$

wherein:

1. The *GoSFactor* is a per-flow based defined parameter that is used to provide various levels of grade of service across flows.
2. The *AvgThroughput* is the filtered (averaged) total throughput of the flow, including the FTx, RTx, and DARQ queues of the flow. A first-order Infinite Impulse Response (IIR) filter with a time constant, e.g., as 600 slots (1 sec), is used for averaging.
3. The *TargetThroughput* is a per-flow-based defined parameter.
4. The *Thrght2DelayConvFactorBM* is a per-flow-based defined parameter.
5. The *Thrght2DelayConvFactorBSM* is a per-flow-based defined parameter.
6. The ϵ represents a very small positive number.

[1190] For the bit stuffing metric of delay sensitive flows, the polynomial coefficient for the priority state is set as follows:

$$DS_{BSM} = AccelerationFactor * CurrentDelay + AccelerationOffset$$

wherein the *AccelerationFactor* is a per-flow defined parameter. The *AccelerationFactor* normalizes the *DelayBound* which may be different for different flows. As an example, consider two different online games. Due to the different characteristics of the two applications, they may have different *DelayBound* settings specified to the scheduler, however, one game does not necessarily have a higher priority than the other application. It may be desirable for the scheduler to treat both applications with equal priority. Assume the first game has 300 ms of delay bound and the second game has 150 ms. Then, at any time there will not be any octets belonging to the second game older than 150 ms, as the scheduler discards them. There may, however, be octets belonging to the first game which are older than 150 ms. Without the *AccelerationFactor*, this would result in octets of the first game gaining priority over octets of the second game. By setting the *AccelerationFactor* of each application inversely proportional to the respective *DelayBound* settings, the scheduler may normalize this undesired affect.

[1191] The *AccelerationOffset* is a per flow based defined parameter. The *AccelerationOffset* value may be set to an integer multiple of the largest value the *AccelerationFactor* may take. This largest value is independent of the flows and may be

determined by the software implementation. As an example, among two flows, one with an AccelerationOffset of zero and the other with a positive AccelerationOffset, the latter flow's octets will be included in any candidate transmission instance before any octets of the former flow, assuming both flows are DRC compatible with the transmission format of the given candidate instance.

- [1192] For the bit metric, the polynomial coefficient for the priority state is set to a constant value as follows:

$$DS_{mm} = DSBitMetricValue$$

wherein the DSBitMetricValue is a per flow defined parameter used for soft prioritization. Additionally, when two applications having approximately equal priority, but having different average incoming throughput (e.g., from Internet to the queue), the DSBitMetricValue for each flow may be set inversely with respect to the flow's typical throughput so as to avoid the application with the higher throughput gaining priority merely by having more data to efficiently fill FL packets.

- [1193] Each traffic flow is classified into throughput sensitive class or delay sensitive class based on FlowClass parameter. Then bit metric MCX (where X is an element of {0,...,7}) is defined as follows:

$$MCX = \begin{cases} TS_{mm} & , \text{if } FlowClass = ThrputSensitive \\ DS_{mm} & , \text{if } FlowClass = DelaySensitive \end{cases}$$

- [1194] Similarly, bit stuffing metric is defined as:

$$MCX = \begin{cases} TS_{mm} & , \text{if } FlowClass = ThrputSensitive \\ DS_{mm} & , \text{if } FlowClass = DelaySensitive \end{cases}$$

- [1195] In one embodiment, the scheduler is implemented at least partially as a software implementation. According to this embodiment, the bit stuffing metrics are represented by 16 bit quantities which may be denoted as [B15 ... B0]. The three most significant bits determine the priority state (e.g., "000" maps to MC0 and "111" maps to MC7). The remaining 13 least significant bits hold the coefficient value itself. With this representation, comparison operations between bit stuffing metrics may be directly performed between these 16 bit quantities.

- [1196] The bit metrics are not explicitly represented in the software implementation, as information may be derived from the bit stuffing metric. The priority state of a bit metric is the same as that of the bit stuffing metric.

- [1197] The packet metric of a candidate transmission instance is calculated by application of:

$$PacketMetric[k] = \frac{1}{Span[k]} \sum_{i \in P[k]} BitMetric[i]$$

as described hereinabove. Note, even though only one term of the bit metric of an octet may be nonzero, in general, coefficients of the resulting packet metric may be nonzero.

- [1198] Many DRCs are compatible with noncanonical single-user formats with smaller payload sizes, therefore it is not desirable to convert single-user candidates into multi-user formats to achieve ARQ gains.
- [1199] If the winning candidate transmission instance in the selection step of the scheduler is of multi-user format, only the conversion of the (1024,4,256) format to any of the three formats ({128,256,512},4,256) are supported in the present embodiment (i.e., the lowest rate format that may carry the selected data octets is used).
- [1200] The discussion of bit and bit stuffing metrics given hereinabove considers the general case where each octet in each queue is assigned an individual metric. The metric is then recalculated each slot. Alternate embodiments reduce the complexity of such calculation(s). Assuming the queues are ordered by timestamp, one embodiment calculates one bit (stuffing) metric per flow based on the oldest timestamp among the head-of-the-queue octets of the queues of the flow. This metric may then be used for currently pending octets of the flow. Such simplification, assumes the metric to be a monotonically increasing function of the CurrentDelay of an octet. Otherwise, there is a risk the head-of-the-queue octet may prevent consecutive octets from being served. With this simplification, the bit stuffing metric may also be referred to as a flow metric.
- [1201] In addition, any head-of-the-queue octet pending in the RTx queue of a flow is likely to be older than any head-of-the-queue octets that may be pending in the FTx and DARQ queues. Similarly, any head-of-the-queue octet that may be pending in the DARQ queue is likely to be older than the head-of-the-queue octet of the FTx queue. For this reason, rather than finding the oldest timestamp among these three queues, one embodiment uses a fixed order of RTx, DARQ, and then FTx queues to find the first nonempty queue for determining the timestamp to be used in metric calculation for the flow. The queues of the flow may also be served in the order of RTx, DARQ, and then FTx.
- [1202] According to one embodiment, scheduling such as illustrated in FIG. 10 is performed whenever the FL is available for a new transmission. Note, specific implementations may perform some or all of the computations on every slot, including non-available slots. This is because by the time the access network determines the FL is

available for a new transmission, there is usually not much time left to carry out the calculations involved in the scheduling method to determine a transmission instance.

[1203] The scheduler method illustrated in FIG. 10 consists of the four basic steps: 1) generation of a set of candidate transmission instances; 2) selection of one candidate among the set; 3) packing efficiency maximization; and 4) *a priori* or PACK calculation. The calculation of PACK determines a probability of an AT having successfully decoded a packet.

[1204] Referring again to FIG. 10, at step 504 the scheduler generates a list of candidate transmission instances. A candidate single-user transmission instance with a single-user format corresponding to each available user, wherein an available user is one not currently prohibited from service by the protocol subtype for any reason. Furthermore, the received DRC from the user is to be non-NULL, otherwise, the user will have negotiated a MAC layer protocol allowing one or more transmission format be served upon NULL DRC. If a candidate transmission instance is created for a user from which a NULL DRC has been received, the candidate instance is only allowed to carry data belonging to a flow with a finite DelayBound and only from the FTx queue of the flow. The transmission format of the candidate instance is the canonical format corresponding to the user's DRC as detailed in Table 1.

[1205] A candidate multi-user transmission instance is generated for each of the five multi-user transmission formats: (1024,4,256), (2048,4,128), (3072,2,64), (4096,2,64), and (5120,2,64). Those users having requested 153.6 Kbps or higher are served in multi-user formats. In addition, the DRC of a user is to be compatible with the format of the candidate transmission instance. Furthermore, a multi-user candidate transmission instance will satisfy one or both of the following conditions, or otherwise it is discarded from further consideration; it will carry the data of two or more users, or at least one user's data who's DRC was erased.

[1206] A candidate transmission instance in any of the groups is generated by stuffing bits from one or more flows, wherein: 1) single-user formats may only be stuffed with bits from the same user's flows; 2) multi-user formats are stuffed with bits from the flows of users with compatible DRCs.

[1207] The bit stuffing is performed in descending order of bit stuffing metrics. As mentioned hereinabove, computational requirements may result in computation of one bit stuffing metric per flow, which is then used for currently pending octets in queues of the flow. In this case, the bit stuffing metric helps to determine which flows will be

served first; however, it does not determine how the octets of a given flow will be served. This assumes the octets pending in a flow's queues appear in the order of timestamp, and the octets of a flow are served in the order they appear in the queues. This is used for FTx queues, but not necessarily for RTx/DARQ queues.

[1208] As mentioned hereinabove, each flow may have multiple queues, one queue for first-time transmitted data (FTx), and other queues for retransmissions (RTx queue for RLP retransmissions and/or a DARQ queue for MAC layer retransmissions).. If a flow has nonempty RTx and/or DARQ queues, the bit stuffing metric for the flow is calculated based on the oldest of the head-of-the-queue timestamps among any of the nonempty FTx/RTx/DARQ queues. Only one bit stuffing metric is calculated for queues of a flow. Bit stuffing from a given flow should also be performed based on the ascending order of head-of-the-queue timestamps among the FTx/RTx/DARQ queues.

[1209] The timestamp-based ordering of the queues of a flow may be approximated as a fixed order of RTx/DARQ/FTx queues.

[1210] Note, in generating candidate transmission instances, noncanonical single-user formats and short multi-user formats that carry less than 1024 bits are not considered. These formats will be considered in the packing efficiency maximization step. The scheduling method seeks to reduce complexity and pack as much data as possible per packet.

[1211] To avoid the situation of a user having weak channel condition but a large amount of data for transmission gain relative priority by filling short packets efficiently. Another benefit of not considering noncanonical and short packets in this stage includes, but is not limited to, avoiding certain quantization effects that may arise in frame-based scheduling.

[1212] In creating multi-user candidates, it is possible to take further precautions to alleviate potentially adverse effects of the continuation problem discussed hereinbelow. One such method is to avoid serving a multi-user packet on the same interlace with a previously started and ended multi-user packet for a certain number of slots (e.g., counted on the given interlace) following the start of the first multi-user packet. This number of slots may be set to the minimum of the spans of the two multi-user packets or possibly to the span of the first multi-user packet. This approach helps enable users to quickly become eligible to be served in a new multi-user packet, thus avoiding long runs of ineligibility.

- [1213] With respect to step 508, after the list of single-user and multi-user candidate transmission instances is created, the scheduler selects one of these candidates (assuming the above generated list contains at least one candidate transmission instance). This is done by computing the packet metric for each of the candidates in the list, and selecting the candidate with the largest packet metric as the winning candidate. If ties occur, it is desirable to prefer single-user formats over multi-user formats. Also, it is desirable to pick higher-rate multi-user formats over lower-rate multi-user formats.
- [1214] In step 510, the transmission format of the winning candidate transmission instance is reconsidered and may be changed to maximize its packing efficiency without changing the set of data octets selected to be carried by it. Completion of step 510 thus may provide ARQ gains.
- [1215] If the winning candidate transmission instance is of single-user format, then the format may be converted to the lowest rate noncanonical single-user format that is compatible with the served user's DRC which may carry the selected data octets. Other embodiments may also change the format of a single-user transmission instance to a multi-user format.
- [1216] The adaptive rate control mechanism inside the AT is likely to adapted to support single user packets. Many DRCs are compatible with noncanonical single-user formats with smaller payload sizes; therefore, it is not desirable to convert single-user candidates into multi-user formats to achieve ARQ gains.
- [1217] Although multi-user formats may be converted to any of the lower rate multi-user formats (as long as the payload fits), it is advisable to avoid such widespread format conversions due to the potentially adverse effects of the continuation problem described hereinbelow.
- [1218] Referring to FIG. 12, the scheduler may determine a maximum number of slots (e.g., less than the nominal span of the selected transmission instance) beyond which it will not transmit the transmission instance even though it may not detect ACKs from users served in the transmission instance. As this step is optional, it may be turned off so that the access network terminates the packet transmission after detecting an ACK from users served in the packet, or after transmitting the full span of the packet.
- [1219] One method of implementing this step is to set the maximum number of slots of the transmission instance to:

$$MaximumSpan = \min(ScheduledTxFormatSpan, \max_{i \in ServedUsers} (DRCSpan[i]))$$

wherein the ScheduledTxFormatSpan is the span of the scheduled transmission format, and the DRCSpan[i] is the span of the canonical transmission format corresponding to the decoded DRC from the i'th served user in the packet.

[1220] Several of the parameters utilized by the scheduler have been discussed hereinabove. Here is presented the parameters provided to the scheduler at the DSP-Driver interface. Global parameters refer to those parameters which apply to all flows, and Flow parameters refers to those parameters specified for each flow separately:

1. Global parameters:

a. FlowTPutFilterTimeConst – defines the time constant of the first-order IIR filter used to generate the average throughput, AvgThroughput, variable that is kept for each flow. The filter is iterated once every slot. The input to the filter is the number of octets served from queues of the given flow in a packet that starts in that slot. The filter is updated with zero input in slots in which no new packet transmission starts.

b. Thrght2DelayConvFactorBM – Conversion factor for throughput sensitive metric to delay sensitive metric for bit metric calculation

c. Thrght2DelayConvFactorBSM – Conversion factor for throughput sensitive metric to delay sensitive metric for bit stuffing metric calculation

d. FlowClass – Describes if the flow is throughput sensitive type or delay sensitive type

e. FlowEligibleForDRCErasureMapping – to be used by DRC erasure mapping algorithm

f. ErasureMapDelayThreshold – to be used by DRC erasure mapping algorithm

2. Flow parameters

a. UserId, FlowId – provide a means for indexing and determining the owner of each flow

39

b. **QoSMetricState, PriorityThold[2]** – these describe the priority state of the bit (stuffing) metric as a function of the current delay. The elements of the **PriorityThold[]** array are structures that contain the variables **DelayThold** and **QoSMetricState**. When **CurrentDelay** of a flow is less than **PriorityThold[0].DelayThold**, the priority state is set to **QoSMetricState**. If **CurrentDelay** is greater than **PriorityThold[0].DelayThold**, but less than **PriorityThold[1].DelayThold**, then the priority state is set to **PriorityThold[0].QoSMetricState**. If the **CurrentDelay** is larger than **PriorityThold[1].DelayThold**, then the priority state is set to **PriorityThold[1].QoSMetricState**. The **QoSMetricState** variables take on values {0,...,7} corresponding to the priority states of {MC0, ..., MC7} respectively.

c. **AccelerationFactor**

d. **AccelerationOffset**

e. **DelayBound** – 0 represents infinity, (i.e., never discard an octet before serving it); otherwise, it represents the amount of delay, relative to the timestamp of a given octet, after which the octet is discarded from a queue.

f. **TargetThroughput** – A parameter used in the bit (stuffing) metric of throughput sensitive flows;

g. **FlowAggregateIndex** – flows with **FlowAggregateIndex** set to 0 are not aggregated by the scheduler. Otherwise, flows with the same (nonzero) value of the **FlowAggregateIndex** are aggregated at the scheduler. The scope of the **FlowAggregateIndex** is limited to a user, i.e., the same index may be reused for flows of another user without confusion.

h. **IntraFlowPriority** – contributing flows in an aggregated flow (by the scheduler) are served in the order of **IntraFlowPriority**. Among the contributing flows with the same **IntraFlowPriority**, the order is determined by the timestamp of the contributing flow.

i. **GoSFactor** – used to provide levels of grade of service among flows.

j. **DSBitMetricValue** – value of the bit metric coefficient in priority states in MCX.

[1221] Note, in the DSP-Driver interface, flows are not specified as BE, AF, EF, or by any other high-level descriptor. Rather, the DSP-Driver interface uses a uniform and low-level description for all flows. At higher level, such as at the BSC, specific high-level descriptors of flows, such as QoS requirements and BE/EF/AF categorizations, are to be mapped to the basic parameters defined in the DSP-Driver interface for each flow. Such mapping tables are generated for conceivable flow types by sufficient simulation and testing.

[1222] The following are examples illustrating the use of various parameters. For BE flows, the following parameters may be used:

- a. QoSMetricState = 0 (MC0)
- b. PriorityThold[].QoSMetricState = {any, any}
- c. PriorityThold[].DelayThold = {0, 0} (Infinite)
- d. DelayBound = 0 (Infinite).
- e. TargetThroughput = 0.
- f. FlowAggregateIndex = 1 (aggregate all BE flows of a user).
- g. Thrghpt2DelayConvFactorBM = 16.
- h. Thrghpt2DelayConvFactorBSM = 128.
- i. FlowClass = ThrputSensitive.
- j. FlowEligibleForDRCErasureMapping = 0.
- k. ErasureMapDelayThreshold = 0 {infinite}

[1223] For AF flows, the following parameters may be used:

- a. QoSMetricState = 0 (MC0)
- b. PriorityThold[].QOSMetricState = {any, any}
- c. PriorityThold[].DelayThold = {0, 0} (Infinite)
- d. DelayBound = 0 (Infinite)
- e. TargetThroughput = A positive value
- f. FlowAggregateIndex = 0 (no aggregation)
- g. Thrghpt2DelayConvFactorBM = 16.
- h. Thrghpt2DelayConvFactorBSM = 128.
- i. FlowClass = ThrputSensitive.
- j. FlowEligibleForDRCErasureMapping = 0.
- k. ErasureMapDelayThreshold = 0 {infinite}

40

[1224] For EF Flows, the following parameters may be used:

- a. $QoSMetricState = 0$ (MC0)
- b. $PriorityThold[.QoSMetricState] = \{2, 3\}$
- c. $PriorityThold[.DelayThold] = \{0.25 * DelayBound, 0.5 * DelayBound\}$
- d. $DelayBound =$ Application dependent
- e. $TargetThroughput = 0$
- f. $FlowAggregateIndex = 0$ (no aggregation)
- g. $Thrhpt2DelayConvFactorBM = 1$.
- h. $Thrhpt2DelayConvFactorBSM = 1$.
- i. $FlowClass = DelaySensitive$.
- j. $FlowEligibleForDRCErasureMapping = 1$.
- k. $ErasureMapDelayThreshold = 0.25 * DelayBound$.

[1225] A Signaling Flow is provided as follows:

- a. $QoSMetricState = 7$ (MC7, highest priority)
- b. $PriorityThold[.QoSMetricState] = \{7, 7\}$
- c. $PriorityThold[.DelayThold] = \{0, 0\}$ (Infinite)
- d. $DelayBound = 0$ (Infinite)
- e. $TargetThroughput = 0$
- f. $AggregateIndex = 0$ (no aggregation)
- g. $Thrhpt2DelayConvFactorBM = 1$.
- h. $Thrhpt2DelayConvFactorBSM = 1$.
- i. $FlowClass = DelaySensitive$.
- j. $FlowEligibleForDRCErasureMapping = 1$.
- k. $ErasureMapDelayThreshold = 0.25 * DelayBound$.

[1226] The BE/AF flows may be prioritized by using an appropriate combination of the following parameters:

1. MC0,...,MC7 states allow strict prioritization.
2. GoSFactor for soft prioritization
3. TargetThroughput typically, for AF flows that require some minimum throughput

[1227] The EF flows may be further prioritized by using an appropriate combination of the following parameters:

1. MC0,...,MC7 states allow strict prioritization.
2. AccelerationOffset provides prioritization during bit stuffing among octets of the same priority state, but does not directly affect the final packet selection (since this latter step uses bit metrics to calculate the packet metric, which does not depend on the AccelerationOffset). When two flows belonging to the same user or two different users are competing to be included in the same candidate transmission instance, the flow with the larger AccelerationOffset receives priority.
3. DSBitMetricValue affects the bit metrics so it has a direct effect on the packet metric. This parameter may also be used for soft prioritization. Currently, this parameter is not implemented.

[1228] The DSP-Driver interface provides a flexible method of aggregating flows at the scheduler. Note, the aggregations performed by the scheduler are different from the aggregations that may be done by the BSC. When the BSC aggregates a set of flows, this aggregate appears as a single flow to the scheduler, and the scheduler receives a single set of parameters for the flow. The scheduler cannot tell the contributing flows apart. When aggregation is done at the scheduler, the scheduler will naturally know the contributing flows.

[1229] The AvgThroughput variable includes the total throughput of the aggregate. Certain parameters, such as the DelayBound, specified for contributing flows of an aggregate are set to the same value on the DSP-Driver interface. The list of variables to be set equal for all contributing flows are:

- a. UserID
- b. AggregateIndex
- c. QoSMetricState
- d. PriorityThold[2]
- e. AccelerationFactor
- f. AccelerationOffset
- g. DelayBound
- h. TargetThroughput

- i. GoSFactor
- j. DSBitMetricValue

A parameters which may be set differently is IntraFlowPriority and a parameter which is to be set differently is FlowID.

[1230] In one embodiment, an aggregated flow is assigned a single bit (stuffing) metric. This metric is based on the oldest timestamp among contributing flows of an aggregated flow. The timestamp of a contributing flow is calculated based on the head-of-the-queue timestamps of its FTx/RTx/DARQ queues. When a flow is selected for bit stuffing, however, the order in which contributing flows are served is determined primarily by the IntraFlowPriority parameters assigned to each of the contributing flows, and secondarily by the timestamps of the contributing flows. By setting the IntraFlowPriority parameters to the same value, the selection order of contributing flows may be made strictly based on their timestamps. The IntraFlowPriority parameter is mostly intended for BE flows.

[1231] As discussed hereinabove, each flow has an FTx queue, and may have RTx and/or DARQ queues. In the software implementation, a single bit stuffing metric is calculated for each flow. This metric applies to octets in the FTx queue, as well as octets in the RTx and DARQ queues. If a flow is selected to be served, individual queues are also served in the order determined.

[1232] One software embodiment provides the ability to increase the priority of a flow if the RTx and/or DARQ queues are nonempty. This is accomplished by simply modifying the MetricTS value given in Equation (3.3-2) as:

$$Metric_{TS} = \frac{GoSFactor * RetransmissionPriorityFactor}{\max(\epsilon, AvgThroughput - TargetThroughput)}$$

[1233] The factor RetransmissionPriorityFactor takes on the value of 1 if both the RTx and DARQ queues are empty. It takes on another value if the RTx queue is empty but the DARQ queue contains data. And, yet another value if the RTx queue is nonempty.

[1234] In Revision A of the 1xEV-DO specification, certain protocol subtypes define the NULL DRC to be compatible with a set of single-user and multi-user transmission formats. Also, in Rel-0 of the specification, configuration attributes are defined for certain protocol subtypes that enable the access network to serve a user from which a NULL DRC was received with a (1024,16,1024) single-user transmission format.

[1235] In either case, the scheduler may create a candidate transmission instance containing data for a user from which a NULL DRC was received. This is referred to as NULL-to-Rate conversion. The scheduler imposes the following restrictions on NULL-to-Rate conversions:

- a. Allowed to serve flows with finite DelayBound
- b. RTx/DARQ queues cannot be served

[1236] Other than these restrictions, the scheduler does not distinguish whether the received DRC from the user was 0x0, (i.e., NULL DRC), or 0x1, (i.e., 38.4 Kbps), both of which are defined to be compatible with the same transmission formats in certain protocol subtypes in Rev-A. Again reference is made to Table 1 for specific protocol subtype definitions.

[1237] When a NULL DRC is received from a user, there is no guarantee that the served packet will be successfully decoded by the user. A future improvement may involve actually monitoring if users having sent a NULL DRC and which were then served in a packet are actually reasonably successfully decoding. Depending on the success statistics, the conversion may be turned on/off for the flow. One embodiment ranks the candidate transmission instances created for users that sent a NULL DRC lower than the candidate transmission instances created for users that sent DRC of 0x1.

[1238] Certain reasonable approximations may be made in a software implementation to facilitate the creation of the candidate multi-user instances that contain data for throughput sensitive flows.

[1239] With respect to scheduler timing, the timeline within a slot is divided into two parts; the first part is the noncritical segment, and the latter part is the critical segment. The DRC values of the users become available during the critical segment. However, the critical segment may not provide enough processor cycles to carry out computations involved in the scheduler under worst-case loading. Therefore, some of these calculations are to be delegated to the noncritical segment. Since the DRC values of some users may not be known during the noncritical segment, the software implementation uses the DRC values of the previous slot to build candidate transmission instances and to select the winning candidate. It is possible the DRC values of some users may change, and the winning candidate may become invalid during the critical segment. To overcome this problem, more than one strong candidate is selected during the noncritical segment. When the actual DRC values are received in

the critical segment, this reduced set of candidates are reevaluated. The reduced set of candidate instances may contain:

- a. A small number of (e.g., five) single-user candidates
- b. One multi-user candidate (if any created) with a few spare users that may be served in that candidate if some of the users served in the candidate become incompatible

[1240] In 1xEV-DO Rel. 0, an AN does not schedule packets to an AT when DRC information is erased. When an AN is serving multiple ATs with nondelay-sensitive applications, e.g., best effort traffic, relatively large DRC erasure rates may be tolerated (e.g., when due to multi-user diversity) without loss of system capacity. When the DRC erasure rate is excessively high, the DRC lock bit would be set to zero by the AN, and then the AT may choose to hand off to another sector or switch to fixed rate mode. However, the DRC lock bit generation method has a built-in delay, which is at least partially due to filtering, to prevent unnecessary handoffs. Thus, relatively long run lengths of DRC erasures may still occur on the reverse link. For delay-sensitive applications, e.g., EF traffic, these erasures may result in unacceptable amounts of service outage. A DRC erasure mapping algorithm seeks to minimize service outages on the FL.

[1241] The baseline algorithm is described in two steps. The first step explains the decision on DRC erasure mapping. The second step describes the modifications to the FL scheduler of 1xEV-DO Revision A. FIG. 14 describes the DRC erasure mapping algorithm run by the AN at every time-slot interval for each AT that is in variable rate mode. For each AT, the algorithm is run at each sector of a cell which has an active queue, which is set up by the BSC, for that user. For simplicity the algorithm is described to run at each slot interval, but parameters would be updated only at every DRC_Length interval.

[1242] The main output of the algorithm is the Erasure_Mapped_flag, which indicates to the scheduler that the DRC erasure mapping is performed and limited FL scheduling may be performed for the AT.

[1243] The DRC_index_store is used for storing the latest valid, i.e. successfully decoded DRC index. Eras_Count is used for computing the run length of DRC erasures. DRC erasure mapping is performed only if erasure run length is greater than Max_Eras_Len. This threshold ensures the DRC erasure mapping is performed only

when service outage probability is relatively high. Packets, however, may be scheduled to an AT when the corresponding FL packet delay is high. Thus Max_Ers_Len may not be too high. For EF flows, e.g., VoIP reasonable settings for Max_Ers_Len may be in the range of 0 to 16 slots.

[1244] As illustrated in FIG. 14, the method 700 first checks if the DRC is erased at decision diamond 702. If the DRC is erased, the Eras_Cnt is incremented at step 704. The Eras_Cnt is then compared to a maximum value, Max_Ers_Len at step 706. If Eras_Cnt is greater than Max_Ers_Len, the Erasure_Mapped_flag is set to 1; else, Erasure_Mapped_flag is cleared, i.e., set to 0 at step 712. If the DRC is not erased at decision diamond 702, the Erasure_Mapped_flag is set to 0, the Eras_Cnt is set to 0, and the DRC_Index_Store is set to DRC_Index at step 708. Processing continues to step 712, wherein Erasure_Mapped_flag is set to 0.

[1245] The FL schedulers described hereinabove may be modified to work with the DRC erasure mapping algorithm. For each distinct data flow of each AT, flow is eligible for limited FL scheduling if:

(ErasureMappedFlag == 1 && FlowEligibleForDRCErasMapping == 1
&& HeadofQueueDelay ≥ ErasureMapDelayThreshold)

wherein *FlowEligibleForDRCErasMapping* is a parameter that indicates the eligibility of each traffic flow for DRC erasure mapping. As default EF flows are assumed eligible for mapping while BE and AF flows are not.

[1246] HeadofQueueDelay indicates the "Current_Delay" value for the packet at the front of the FL queue (i.e.: oldest packet in FTx, RTx or DARQ queue). ErasureMapDelayThreshold is the minimum required delay for the particular flow for erasure mapping (has a similar effect as the "PriorityThold[i].DelayHold" in. If a flow is eligible for limited FL scheduling, the following modifications are performed on the FL scheduler:

- a. Flow is not eligible as a candidate for single-user transmission instance
- b. Flow is eligible for multi-user transmission instance with *requested* DRC index, *DRC_index_mapped*

[1247] It is possible to dynamically change the DRC_index_mapped as a function of erasure length. This may be achieved by using DRC_index_store and Eras_Count. The default setting for DRC_index may be mapped to 0x3. For the FL scheduler, DRC index 0x3 would correspond to multi-user transmission format (1024,4,256), which may

possibly be converted to formats ({128,256,512},4,256). All of these multi-user formats are compatible with all DRC indices, so the AT should be able to decode the mapped DRC as long as it has sufficient SINR (independent of the actual requested DRC index). Alternate algorithms may apply a more conservative which limits available multi-user transmission formats to lower data rates as Eras_Count increases.

[1248] Note, the DARQ option may be turned on for VoIP. So, in the event an AT has not decoded the transmitted multi-user packet in the first transmission attempt, DARQ provides the possibility of a second transmission attempt and reduces residual packet error rate. DARQ performance, however, is tied to ACK channel performance which may not be very reliable when DRC is in erasure. The ACK/NAK decision threshold may be optimized for DARQ, possibly depending on the DRC index or DRC mapping state. Another embodiment makes a DARQ transmission attempt compatible with only lower rate multi-user packet formats, e.g., (512,4,1024), or (256,4,1024), in the case of DRC erasure mapping.

[1249] Alternate embodiments may provide additional steps and means to the scheduler presented herein. For example, the BE/AF flows would typically utilize the priority states, which have strictly lower priority than the priority states. This may result in a degradation of BE/AF throughput in the presence of EF users, which would most likely use the higher priority states. The BE/AF throughput may be boosted by increasing the priority of the BE/AF flows to higher states under certain conditions.

[1250] According to one embodiment, the AvgRequestedRate is the filtered requested rate of a user, wherein K users are configured as BE users in the system. If a user's throughput for its BE flows, AvgThroughput satisfies:

$$AvgThroughput < \frac{\alpha}{K} AvgRequestedRate ,$$

then the user's priority state for its BE flows may be boosted to higher priority states. The value of α may be chosen depending on the EF load of the system, smaller α for higher load. Furthermore, minimum requested rate requirements may be imposed on the users for this promotion. Other methods for improving BE/AF capacity are possible.

[1251] The above method also suggests the priority state of a flow's bit (stuffing) metric may not only be a function of head-of-the-queue delay, but may also be a function of the flow's throughput.

- [1252] Note, in delay sensitive states, the bit stuffing metric is strictly a function of delay, and it has no mechanism to take advantage of the local channel peaks of a user. Here, the bit stuffing metric value in delay sensitive states may be modified to read:

$$MBS_{Ds} = AccelerationFactor * [CurrentDelay + \kappa CCI] + AccelerationOffset$$

wherein the Channel Condition Indicator (CCI) takes on values from the set {0,1} or the interval [0,1], which may be generated separately, such that when it takes on higher values, it indicates relatively good channel conditions compared to the user's long-term channel condition. Also, κ is the CCI-to-Delay conversion factor. It indicates how much boost in terms of delay the flow will get when the channel condition of the user is good relative to its own channel statistics.

- [1253] One simple method to generate CCI for the binary {0,1} case is given as follows. Let RateIndex be an integer assigned to the DRC values in increasing rate order, wherein the DRC value is not used because it is not monotonically increasing with the data rate. Let AvgRateIndex be the average (filtered) RateIndex of a user. Let CCIThreshold be a parameter such as 1.2. Then, if $RateIndex > CCIThreshold * AvgRateIndex$, the value of CCI may be set to unity. Otherwise, it is set to zero. In this example, the CCI will indicate a relatively good channel condition if the current RateIndex corresponding to the received DRC is 120% or higher than average quality.

- [1254] Preemption refers to the abortion of an FL transmission before it is decoded by destination users. Preemption may be used if very high priority data shows up while all four interlaces on the FL are occupied by relatively low-rate users. The scheduler algorithm does not currently provide a way of preempting ongoing transmissions. One reason for this is that unless carefully monitored, uncontrolled preemptions may lead to capacity loss.

- [1255] The approach taken here is to avoid circumstances which may require preemption. One such condition is, as mentioned above, all four interlaces being occupied by low-rate users. To avoid this, simple methods may be utilized. One such method is not to allow more than a fixed number of simultaneous transmissions of formats with 16-slot and 8-slot spans. As an example, this number may be set to 2 or 3.

- [1256] One embodiment monitors the decoding performance of users that transmit NULL DRC and are served in a packet. Depending on the PER measured over these NULL-to-rate cases, it is possible to turn on/off the NULL-to-rate conversions for each user. Similarly, it is also possible to turn on/off the restrictions on serving RTx/DARQ

queues as well as the queues of flows with infinite DelayBound in NULL-to-rate instances, if the collected statistics indicate that the access terminal is sufficiently reliably decoding these packets.

- [1257] The bit and bit stuffing metric coefficients for throughput sensitive flows provide proportional fairness in a BE-only system (e.g., TargetThroughput = 0 and GoSFactor = 1 for all flows) with users having large amounts of data to receive. The form of the metric coefficient may be applied in a similar manner to other schedulers. For this purpose, the metric coefficient for throughput sensitive flows may be expressed as:

$$Metric_{\pi} = \frac{1}{f(AvgThroughput)h(AvgRequestedRate)}$$

wherein $f(.)$ and $h(.)$ are generic functions, and AvgRequestedRate is the average requested rate of a user. Setting $f(x) = x$ and $h(x) = x$ yields an approximately equal-GoS scheduler.

- [1258] The Enhanced Forward Traffic Channel MAC Protocol defined in Revision A of the 1xEV-DO specification imposes a constraint on serving users following a multi-user packet as summarized below. The Revision A specification states that – Slot t is defined to be a continuation of an earlier slot s , if the following conditions are met:

- c. The access terminal is a potential target of a packet whose transmission begins in slot s .
- d. The slot t is in the same FL interlace as the slot s , i.e., $t - s = 0 \pmod{4}$.
- e. $s < t < s + 4N$, where N denotes the Span of the DRC index corresponding to the DRC value that is in effect during slot s .
- f. Prior to slot t , the access network has not received a positive acknowledgment for the packet whose transmission began in slot s .

- [1259] If the access terminal is a potential target of a packet transmitted by a sector starting in slot s , the access network shall not transmit a new packet from the same FL data source to the access terminal in any slot t that is a continuation of slot s .

- [1260] The above stated restriction imposes constraints on which users may be served following a multi-user packet. As an example, if the access network serves a multi-user packet to a set of users which then early terminates, then the access network cannot serve any packets (single-user or multi-user) during the continuation of the served packet to users that were not served in the previous packet but were compatible with its

format. In one situation the access network serves a 153.6 Kbps multi-user packet and users with data carried by it decode the packet in less than 4 slots. If the access network immediately serves another 153.6 Kbps multi-user packet on the same interlace, then the users that actually requested 153.6 Kbps or any DRC with a span of 4 slots but were not served in the previous packet, will not be allowed to be served in the new transmission. Therefore, only those users who requested DRCs with span less than 4 slots, i.e., typically users at better channel conditions, may be served in the new transmission. But this makes it even more likely for the new packet to decode early. This chain may continue until the queues of higher geometry users are drained. In the meanwhile, lower geometry users that are requesting DRCs with 4-slot spans will not be served. The result would be an excessive delay for lower geometry users and a possibly small gain in delay for higher geometry users.

[1261] Note, the embodiments, aspects and examples provided in the description hereinabove relate to systems supporting a high rate packet data protocol. Such system is presented for clarity and understanding of the ideas presented. Alternate systems may implement the method and means for adaptive delay management and scheduling presented herein.

[1262] Thus, a novel and improved method and apparatus for scheduling transmissions in a communications system has been described. Those of skill in the art would understand that the data, instructions, commands, information, signals, bits, symbols, and chips that may be referenced throughout the above description are advantageously represented by voltages, currents, electromagnetic waves, magnetic fields or particles, optical fields or particles, or any combination thereof. Those of skill would further appreciate that the various illustrative logical blocks, modules, circuits, and algorithm steps described in connection with the embodiments disclosed herein may be implemented as electronic hardware, computer software, or combinations of both. The various illustrative components, blocks, modules, circuits, and steps have been described generally in terms of their functionality. Whether the functionality is implemented as hardware or software depends upon the particular application and design constraints imposed on the overall system. Skilled artisans recognize the interchangeability of hardware and software under these circumstances, and how best to implement the described functionality for each particular application. As examples, the various illustrative logical blocks, modules, circuits, and algorithm steps described in connection with the embodiments disclosed herein may be implemented or performed

with a digital signal processor (DSP), an application specific integrated circuit (ASIC), a field programmable gate array (FPGA) or other programmable logic device, discrete gate or transistor logic, discrete hardware components such as, e.g., registers and FIFO, a processor executing a set of firmware instructions, any conventional programmable software module and a processor, or any combination thereof designed to perform the functions described herein. The processor may advantageously be a microprocessor, but in the alternative, the processor may be any conventional processor, controller, microcontroller, programmable logic device, array of logic elements, or state machine. The software module could reside in RAM memory, flash memory, ROM memory, EPROM memory, EEPROM memory, registers, hard disk, a removable disk, a CD-ROM, or any other form of storage medium known in the art. An exemplary processor is advantageously coupled to the storage medium so as to read information from, and write information to, the storage medium. In the alternative, the storage medium may be integral to the processor. The processor and the storage medium may reside in an ASIC. The ASIC may reside in a telephone or other user terminal. In the alternative, the processor and the storage medium may reside in a telephone or other user terminal. The processor may be implemented as a combination of a DSP and a microprocessor, or as two microprocessors in conjunction with a DSP core, etc.

[1263] Preferred embodiments of the present invention have thus been shown and described. It would be apparent to one of ordinary skill in the art, however, that numerous alterations may be made to the embodiments herein disclosed without departing from the spirit or scope of the invention. Therefore, the present invention is not to be limited except in accordance with the following claims.

[1264] WHAT IS CLAIMED IS:

CLAIMS

1. A method for scheduling transmission instances in a wireless communication system, comprising:
 - receiving channel condition indicators from a plurality of mobile users, wherein the channel condition indicators correspond to forward link communications;
 - determining a delay criteria for the plurality of mobile users; and
 - determining a transmission schedule for the plurality of mobile users, wherein the transmission schedule is a function of the delay criteria.
2. A method for scheduling transmission instances in a wireless communication system, comprising:
 - evaluating a plurality of transmission queues to identify delay sensitivity and throughput sensitivity of an application flow associated with each transmission queue;
 - generating a set of candidate transmission instances from the plurality of transmission queues;
 - selecting one candidate transmission instance from the set; and
 - preparing the selected candidate transmission instance for transmission..
3. The method as in claim 2, wherein generating the set of candidate transmission instances comprises:
 - generating a bit metric for each queue; and
 - generating a bit stuffing metric for each queue.
4. The method as in claim 3, wherein selecting one candidate transmission instance comprises:
 - generating a packet metric as a function of the bit metric; and
 - comparing the packet metrics for candidate transmission instances in the set.

46

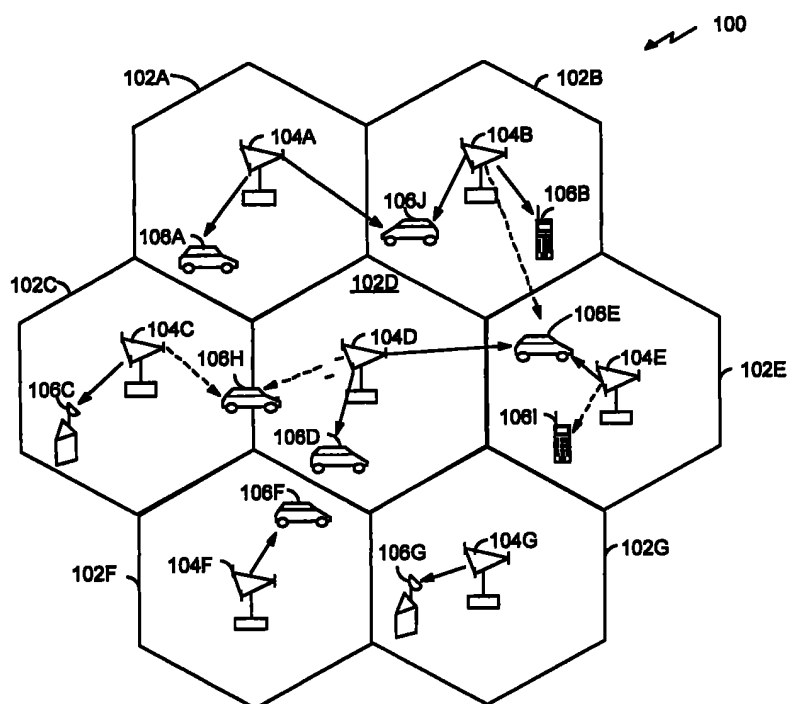


FIG. 1A

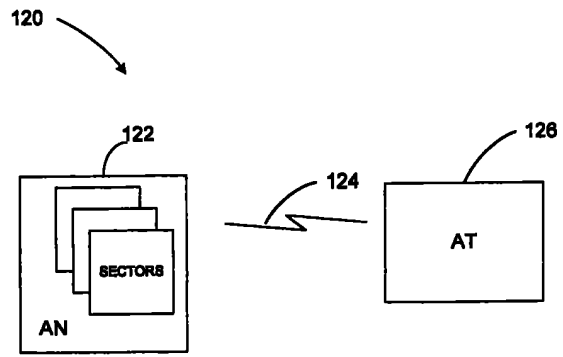
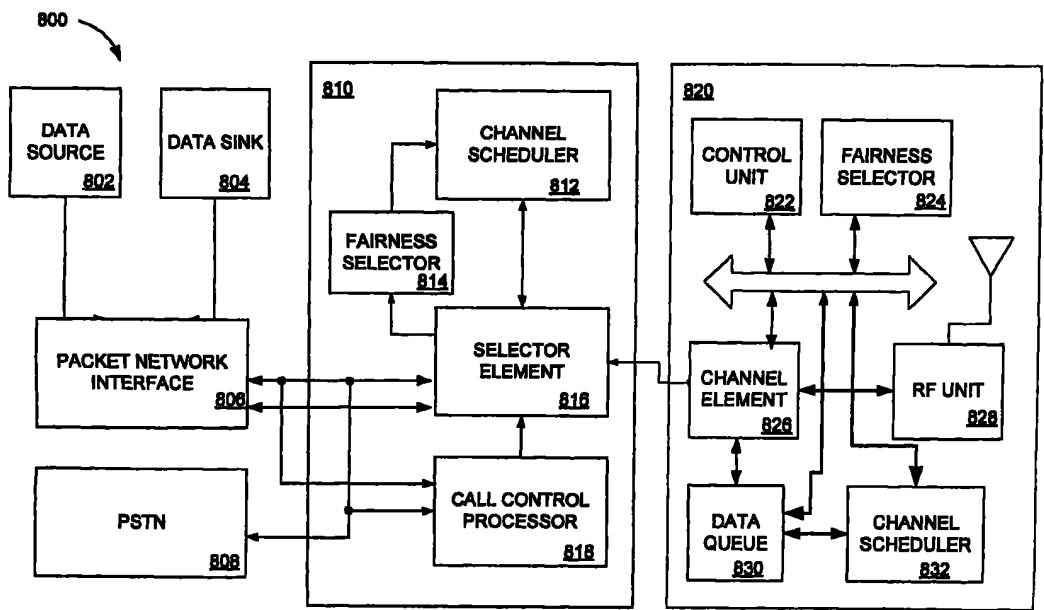


FIG. 1B

Handwritten signature or mark.



3/12

FIG. 2

28

49

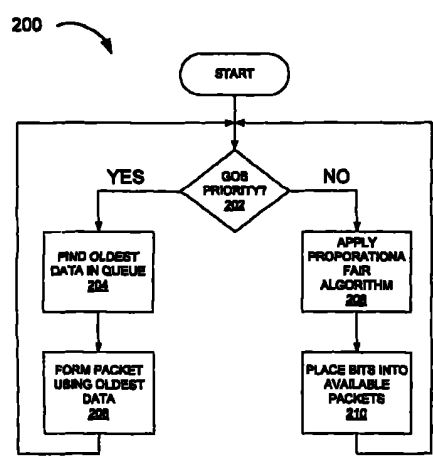


FIG. 3

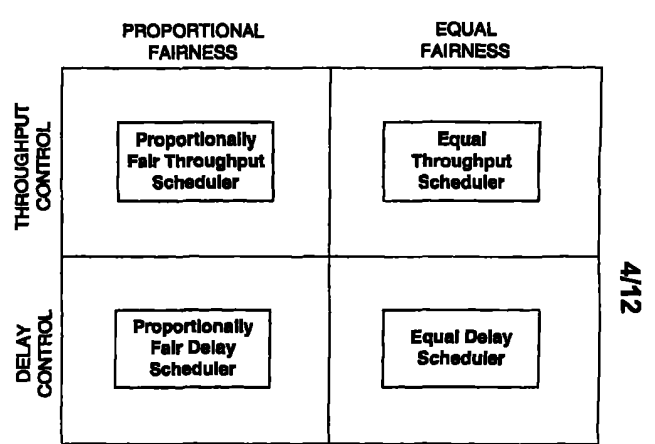


FIG. 4

[Handwritten signature]

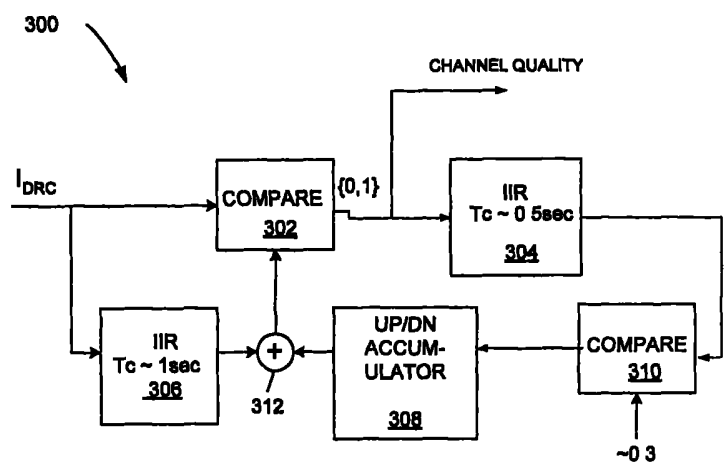


FIG. 5

10.

21

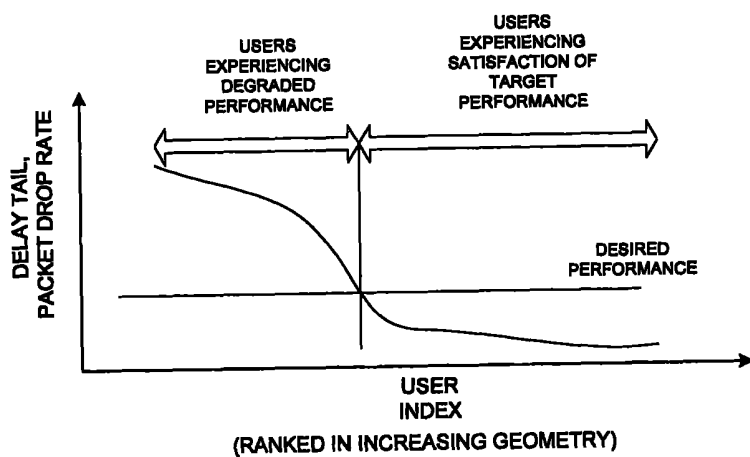


FIG. 6

52.

52

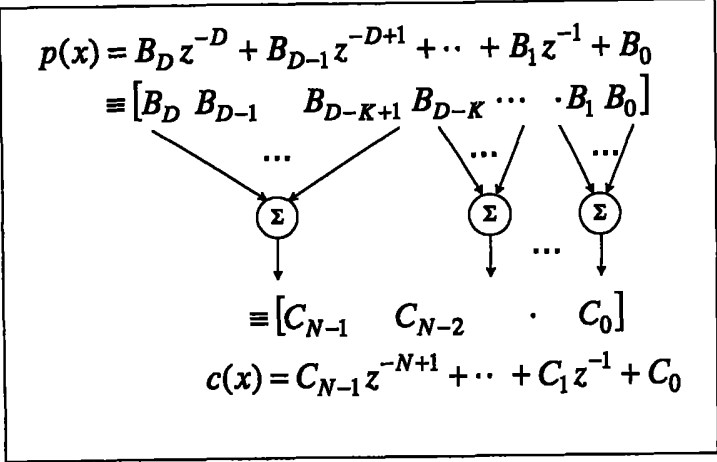


FIG. 7

53

8/12

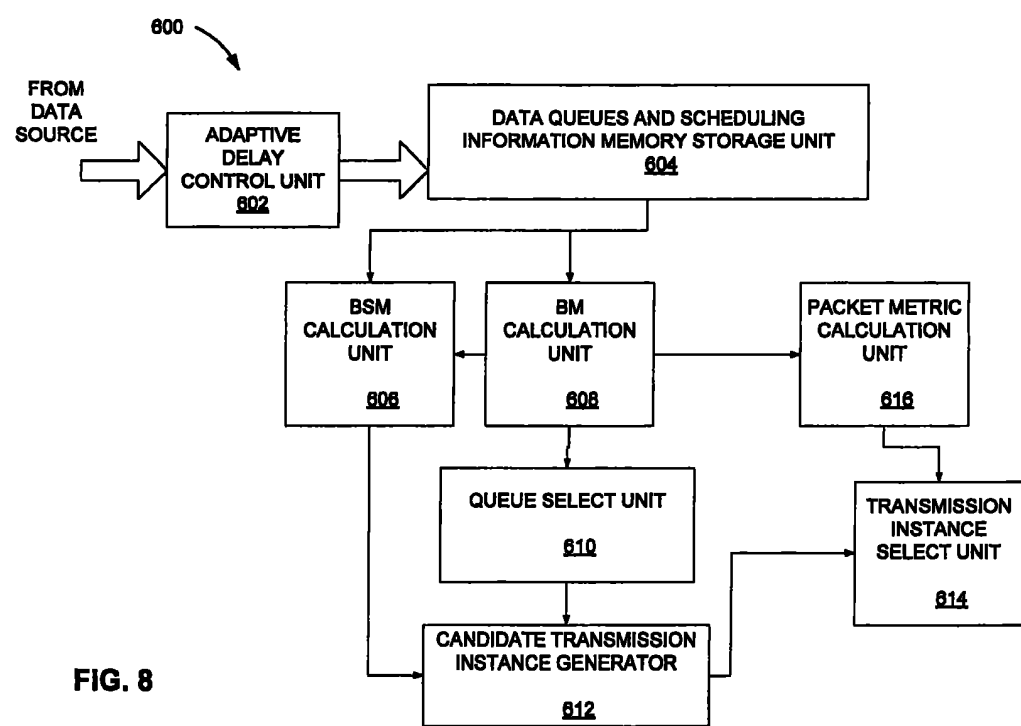


FIG. 8

ST

604

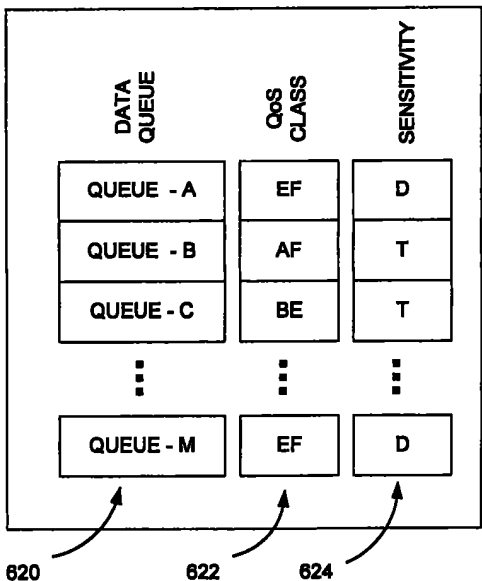


FIG. 9

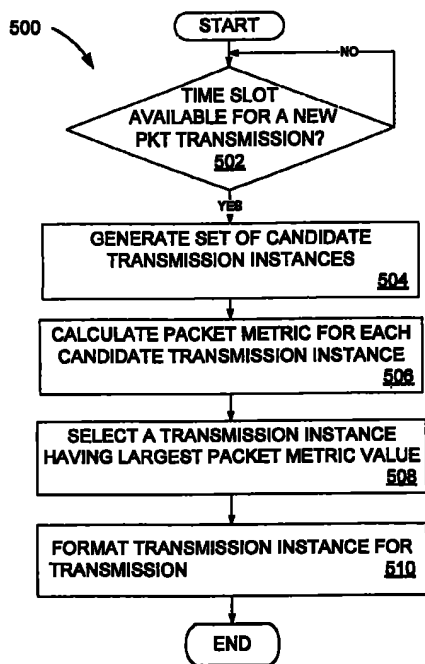


FIG. 10

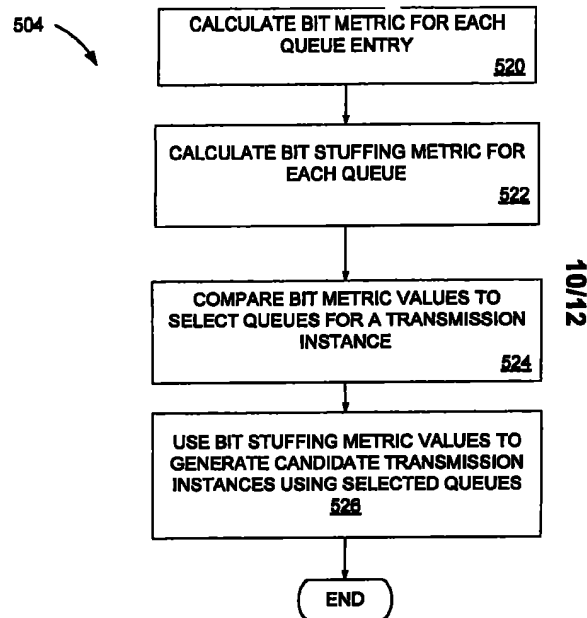


FIG. 11

\$

11/12

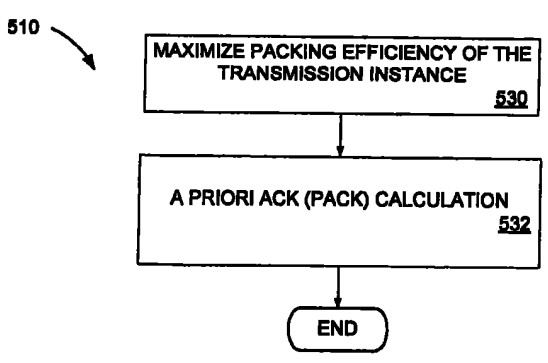


FIG. 12

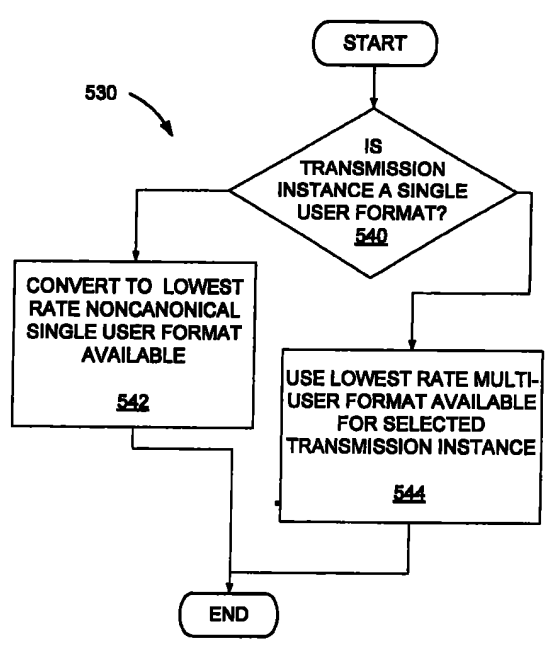


FIG. 13

12/12

57

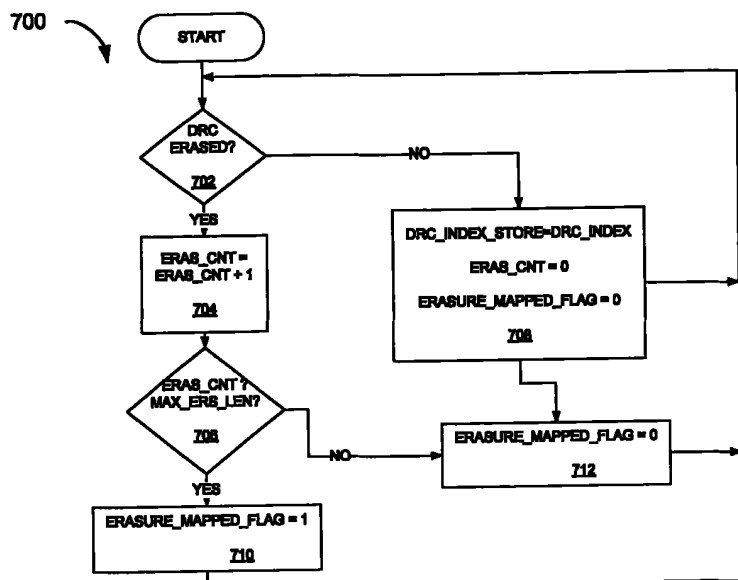


FIG. 14

**MÉTODO Y APARATO PARA EL MANEJO ADAPTABLE DE RETARDO EN UN
SISTEMA DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICO**

Reivindicación de prioridad bajo el 35 U.S.C. § 119.

[1000] la presente solicitud de Patente reivindica prioridad de la solicitud provisional No. 60/568,650 titulado "MANEJO ADAPTABLE DE RETARDO" presentada el 5 de mayo, 2004, y asignada al cesionario de ésta e incorporada expresamente por medio de ésta como referencia aquí.

[1001] La presente Solicitud de Patente reivindica prioridad de la solicitud provisional No. 60/625,660 titulada "MANEJO ADAPTABLE DE RETARDO" presentada en noviembre 4, 2004, y asignada al cesionario de esta expresamente incorporada por medio de esta como referencia aquí.

ANTECEDENTES

Campo

[1002] La presente invención permanece de manera general a las comunicaciones, y más específicamente a transmisiones programadas en un sistema de comunicación inalámbrico que utiliza manejo adaptable de de retardo.

Antecedentes

[1003] Los sistemas de comunicación inalámbricos incluyen comunicaciones de procesamiento de sistemas que utilizan una tecnología tipo circuito conmutado,



o asignan de recursos fijos y comunicaciones de procesamiento de sistemas que utilizan una tecnología tipo paquete conmutado, o asignación de recurso dinámico. La conmutación de circuito y la conmutación de paquete pueden ser utilizadas ambos en redes capaces de alta capacidad. En un sistema de comunicaciones de circuito conmutado, una senda de comunicación dedicada se establece entre el proveedor y el receptor, y los recursos de red entre el transmisor y el receptor son considerados estáticos antes del inicio de la transferencia creando así "un circuito". Los recursos permanecen dedicados al circuito durante la transferencia completa y el mensaje completo sigue la misma senda. En redes de circuito conmutado, el mensaje es roto en paquetes, cada uno de los cuales puede tomar una ruta diferente al destino donde los paquetes. Luego de recibo, los paquetes son recopilados para recuperar el mensaje original. En un sistema de paquete conmutado, los paquetes que representan mensajes o fragmentos de mensajes son individualmente enrutados entre nodos. Los paquetes son enrutados a un destino a través de una ruta oportuna. En otras palabras, no todos los paquetes que viajen entre los mismos dos huéspedes necesariamente seguirán la misma ruta, aún cuando tales paquetes son parte de un mensaje simple.

[1004] En un sistema de paquete conmutado, o en un sistema de datos de paquete compartido, un servicio de protocolo de Voz sobre Internet (VoIP) se puede utilizar para emular comunicaciones de voz de circuito conmutado. El VoIP es típicamente una aplicación o servicio sensible al retardo, y por lo tanto, los mecanismos de calidad de servicio (QoS) son utilizados para cumplir restricciones de retardo sobre suministro de paquete. Otros servicios típicos de transmisión tienen también varios requisitos de retardo o blancos para asegurar el QoS. De acuerdo con esto, subsiste la necesidad de un manejo adaptable de retardo para programar transmisiones en un sistema de comunicación.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[1005] Las características, objetos y ventajas del presente método descrito y aparato serán más evidentes de la descripción detallada establecida adelante cuando se toma en conjunto con los dibujos con los cuales caracteres de referencia similares se identifican completamente de manera correspondiente.

[1006] Figura 1A es un sistema de comunicación inalámbrico.

[1007] Figura 1B es un sistema de comunicación inalámbrico que soporta transmisiones con tasa de datos alta.

[1008] Figura 2 es un diagrama de bloques de una Red de Acceso (AN) en un sistema de comunicación inalámbrico.

[1009] Figura 3 es un diagrama de flujo de un algoritmo de programación para transmisiones en un sistema de comunicación inalámbrico.

[1010] Figura 4 ilustra la categorización de los programadores de datos en paquete.

[1011] Figura 5 ilustra un bucle de retroalimentación para determinar medidas de fortaleza de canal con base en solicitudes de datos recibidos de un usuario.

61

[1012] Figura 6 ilustra el comportamiento de un programador en la presencia de usuarios de solo reenvío conveniente (EF) con untito de tráfico simple.

[1013] Figura 7 ilustra el cálculo de polinomios de datos útiles condensados $c(z)$ de los polinomios de datos útiles $p(z)$.

[1014] Figura 8 ilustra un programador de acuerdo a una modalidad.

[1015] Figura 9 ilustra una porción del programador de la Figura 8 de acuerdo a una modalidad.

[1016] Figura 10 ilustra un algoritmo de programación para implementar el manejo adaptable de retardo de las transmisiones.

[1017] Figura 11 ilustra una porción del algoritmo de programación de la Figura 10 de acuerdo a una modalidad.

[1018] Figura 12 ilustra una porción del algoritmo de programación de la Figura 10 de acuerdo a una modalidad.

[1019] Figura 13 ilustra una porción del algoritmo de programación de la Figura 10 de acuerdo a una modalidad.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

[1020] La operación de un sistema de comunicaciones que soporta servicios y aplicaciones que tiene diferentes requisitos (QoS) puede ser su óptima e ineficiente. Por ejemplo, las aplicaciones VoIP tienen requisitos de retardo. Un método emula la voz al suministrar restricciones de retardo iguales para múltiples usuarios independientes de la carga y cubrimiento. Tal aproximación es subóptima como aseguradora de recursos para aceptar un retraso igual y evitar posibles optimizaciones para incrementar la capacidad del sistema. En una modalidad, la capacidad del sistema se puede incrementar al suministrar un retraso no igual para varios usuarios, donde los recursos estén asignados como una función de carga y cubrimiento.

[1021] La siguiente discusión se relaciona con un algoritmo de programación para el Enlace Link (FL) de un sistema que soporta operación 1xEV-DO, es decir, que soporta la especificación S-856. En una modalidad un algoritmo de programación tiene la ventaja de los varios paquetes multiusuario y de paquetes cortos, para cumplir con los requisitos QoS de varias aplicaciones mientras que se trata de maximizar la capacidad FL. El algoritmo de programación también suministra mecanismos para priorizar varias aplicaciones. Tal priorización se puede basar en el tipo de flujo de aplicación, los requisitos QoS específicos, u otras características del flujo. En una modalidad, los flujos son programados para la transmisión sobre el FL con base en la sensibilidad de retardo de la aplicación. En un aspecto, los flujos son diferenciados con base en la sensibilidad de retardo balanceada con la sensibilidad del rendimiento. Mientras la siguiente discusión considera los medios y métodos de programación como implementados en el contexto de la revisión A de la especificación 1xEV-DO, los medios y métodos de

programación son adicionalmente aplicables a sistemas alternativos, en particular, los conceptos son aplicables a los sistemas en donde los usuarios son compatibles con n subconjunto de subtipos dado como se definió en la especificación IS-856, específicamente "cdma2000 High Rate Packet Data Air Interface Specification" 3GPP2 C.S0024 Ver. 4. octubre 2002.

[1022] En la siguiente redescpción, los términos tales como "usuario Rev-A" o "usuario compatible con Rev-A" será utilizada para referirse a un terminal de acceso (AT) que soporta la capa de canal de acceso de medio (MAC) y los subtipos de protocolo de Capa Física definida en el IS-856, específicamente "cdma2000 High Rate Packet Data Air Interface Specification", 3GPP2 C.S0042-A, Versión 1.0, Marzo 2004. En particular, un usuario Rev-A soporta el Protocolo MAC de Canal de Tráfico Directo Mejorado. Términos tales como "usuarios Rel-0" son utilizados para referirse al AT que soporta la Capa MAC y los subtipos de protocolo de Capa Física definida en el IS-856, pero que no soportan los subtipos más nuevos definidos en la Revisión A.

[1023] En un sistema de comunicación inalámbrico que emplea un esquema de Acceso Múltiple mediante División por Código, CDMA, un método de programación le asigna a cada una de las unidades de suscriptor todos los canales de código en intervalos de tiempo designados sobre una base de tiempo multiplexada. Un nodo de comunicación central, tal como una Estación Base, BS, implementa la frecuencia portadora única o código de canal asociado con el suscriptor para posibilitar la comunicación exclusiva con el suscriptor. Los esquemas TDMA también se pueden implementar en sistemas de línea terrestre utilizando conmutación de relevo de contacto físico o conmutación de paquete. Un sistema CDMA se puede designar para soportar uno o más estándares tales

64
64

como: (1) el "TIA/EIA/IS-95-B Mobile Station-Base Station Compatibility Standard for Dual-Mode Wideband Spread Spectrum Cellular System" denominado aquí como el estándar IS-95; (2) el estándar ofrecido por el consorcio denominado "3rd Generation Partnership Project" denominado aquí como 3GPP; y modalidades en un conjunto de documentos que incluye los Documentos No. 3G TS 25.211, 3G TS 25.212, 3G TS 25.213, y 3G TS 25.214, 3G TS 25.302, denominado aquí como el estándar W-CDMA; (3) el estándar ofrecido por un consorcio denominado "3rd Generation Partnership Project 2" denominado aquí como 3GPP2, y el TR-45.5 denominado aquí como el estándar cdma2000, anteriormente denominado IS-2000 MC, o (4) algún otro estándar inalámbrico.

[1024] Los sistemas CDMA permiten las comunicaciones de voz y datos entre usuarios sobre un enlace terrestre. En un sistema CDMA, las comunicaciones entre usuarios son conducidas a través de una o más estaciones base. En los sistemas de comunicación inalámbrico, el enlace directo se refiere al canal a través del cual viajan las señales desde una estación base a una estación suscriptora, y un enlace inverso se refiere a un canal a través del cual viajan las señales desde una estación suscriptora a una estación base. El transmitir datos sobre un enlace inverso a una estación base, un primer usuario en una estación suscriptora se comunica con un segundo usuario en una segunda estación suscriptora. La estación base recibe los datos provenientes de la primera estación suscriptora y enruta los datos a una estación base que sirve a la segunda estación suscriptora. Dependiendo de la localización de las estaciones suscriptoras, ambas pueden ser servidas mediante una estación base simple o estaciones base múltiples. En cualquier caso, la estación base que sirve la segunda estación suscriptora envía los datos sobre el enlace directo. En lugar de comunicarse con una segunda estación suscriptora, una estación suscriptora también puede

68
65

comunicarse con un Internet terrestre a través de una conexión con una estación base de servicio. En comunicaciones inalámbricas tales como aquellas que conforman el IS-95, las señales de enlace directo y enlace inverso se transmiten en bandas de frecuencia disjuntas.

[1025] La Figura 1A sirve como un ejemplo del sistema de comunicaciones 100 que soporta un número de usuarios y es capaz de implementar al menos algunos aspectos y modalidades de la invención. Cualquier variedad de algoritmos y métodos se puede utilizar para programar transmisiones en el sistema 100. El sistema 100 suministra comunicación para un número de celdas 102A a 102G, cada una de las cuales se sirve por una estación base correspondiente 104A a 104G, respectivamente. En la modalidad de ejemplo, algunas de las estaciones base 104 tienen antenas receptoras múltiples y otras tienen solamente una antena receptora. De manera similar, algunas de las estaciones base 104 tienen antenas de transmisión múltiple, y otras tienen antenas de transmisión simple. No existen restricciones sobre las combinaciones de antenas de transmisión y antenas de recepción. Por lo tanto, es posible para una estación base 104 tener antenas de transmisión múltiple y una antena de recepción simple, o tener antenas de recepción múltiple y una antena de transmisión simple, o tener tanto antenas de transmisión y recepción simple o múltiple.

[1026] La demanda creciente de transmisión de datos inalámbrica y la expansión de los servicios disponible por vía de tecnología de comunicación inalámbrica, ha conducido el desarrollo de servicios de datos específicos. Uno de tales servicios se denomina como Tasa de Datos Alta (HDR). Un ejemplo de un servicio HDR se propone en "EIA/TIA-IS856 cdma2000 High Rate Packet Data Air Interface Specification" denominado como "la especificación HDR". El servicio

HDR es generalmente una superposición de un sistema de comunicación de voz que suministra un método eficiente para transmitir paquetes de datos en un sistema de comunicación inalámbrico. Como la cantidad de datos transmitidos y el número de transmisiones se incrementan, el ancho de banda disponible limitado para las transmisiones de radio se vuelve un recurso crítico.

[1027] La Figura 1B ilustra un modelo de referencia de arquitectura para un sistema de comunicación 120 que tiene una Red de Acceso, AN, 122 que se comunica con un Terminal de Acceso, AT, 126 por vía de una interfase aérea 124. En una modalidad, el sistema 10 es un sistema de Acceso Múltiple por División de Código, CDMA, que tiene un sistema de superposición de Tasa de Datos Alta, HDR, tal como se especifica en el estándar HDR. El AN 122 se comunica con el AT 126, así como también como cualquier otro AT dentro del sistema 120 (no mostrado), por vía de la interfase aérea 124. El AN 122 incluye sectores múltiples, en donde cada sector suministra al menos un Canal. Un Canal se define como el conjunto de enlaces de comunicación para las transmisiones entre el AN 122 y los AT dentro de una asignación de frecuencia dada. Un Canal consiste de un Enlace Directo (FL) para transmisión desde el AN 122 al AT 126 y un Enlace Inverso (RL) para transmisión desde el AT 126 al AN 122.

[1028] Para las transmisiones de datos, el AN 122 recibe una solicitud de datos del AT 126. La solicitud de datos especifica la tasa de datos a la cual los datos deben ser enviados, la longitud del paquete de datos transmitido, y el sector desde el cual van a ser enviados los datos. El AT 126 determina la tasa de datos con base en la calidad del Canal entre el AN 122 y el AT 126. En una modalidad la calidad del Canal se determina por la tasa Portadora-Interfase, C/I. Las modalidades alternativas pueden utilizar otras métricas que corresponden a la

calidad del canal. El AT 126 suministra solicitudes para transmisiones de datos al enviar el mensaje de Control de Tasa de Datos, DRC, por vía de un canal específico denominado como el canal DRC. El mensaje DRC incluye una porción de tasa de datos y una porción de sector. La porción de tasa de datos indica la tasa de datos solicitada para que el AN 122 envíe los datos, y el sector indica el sector desde el cual el AN 122 va a enviar los datos. Ambos la tasa de datos y la información del sector son requeridos típicamente para procesar una transmisión de datos. La porción de tasa de datos se denomina como el valor DRC, y la porción del sector se denomina como una cubierta DRC. El valor DRC es un mensaje enviado al AN 122 por vía de la interfase aérea 124. En una modalidad, cada valor DRC corresponde a una tasa de datos en kbits/seg que tiene una longitud de paquete asociada de acuerdo a una asignación de valor DRC predeterminada. La asignación incluye un valor DRC que especifica una tasa de datos nula. En la práctica, la tasa de datos nula le indica al AN 122 que el AT 126 no es capaz de recibir datos. En una situación, por ejemplo, la calidad del Canal es insuficiente para que el AT 126 reciba los datos de manera precisa.

[1029] En operación, el AT 126 monitorea continuamente la calidad del Canal para calcular la tasa de datos a la cual el AT 126 es capaz de recibir la siguiente transmisión de paquete de datos. El AT 126 genera entonces un valor DRC correspondiente; el valor DRC es transmitido al AN 122 para solicitar una transmisión de datos. Nótese que típicamente las transmisiones de datos son particionadas en paquetes. El tiempo requerido para transmitir un paquete de datos es una función de la tasa de datos aplicada.

[1030] La señal DRC también suministra la información, que utiliza el programador de canal para determinar la tasa instantánea para consumir



información (o recibir datos transmitidos) para cada una de las estaciones remotas asociadas con cada cola. De acuerdo a una modalidad, una señal DRC transmitida desde cualquier estación remota indica que la estación remota es capaz de recibir datos ante una cualquiera de las tasas de datos efectivas múltiples.

[1031] Un ejemplo de un sistema de comunicación que soporta transmisiones HDR y adaptado para programar transmisiones a usuarios múltiples se ilustra en la Figura 2. La Figura 2 se detalla adelante, en donde específicamente, una estación base 820 y un controlador de estación base 810 hace interfase con una interfase de red de paquete 806. El controlador de la estación base 810 incluye un programador de canal 812 para implementar un algoritmo de programación para transmisiones en el sistema 800. El programador de canal 812 determina la longitud de un intervalo de servicio durante el cual los datos van a ser transmitidos a cualquier estación remota particular con base en la tasa instantánea asociada de la estación remota para recibir datos (como se indica en la señal DRC más recientemente recibida). El intervalo de servicio puede no ser contiguo en el tiempo pero puede ocurrir una vez cada n franjas. De acuerdo a una modalidad, la primera porción de un paquete se transmite durante una primera franja en un primer tiempo y una segunda porción es transmitida 4 franjas más tarde en un tiempo subsecuente. También, cualquier porciones subsecuentes del paquete son transmitidas en franjas múltiples que tienen un esparcimiento de 4 franjas similares, es decir, una separación de 4 franjas una de otra. De acuerdo con una modalidad, la tasa instantánea para recibir datos R_i determina la longitud de intervalo de servicio L_i asociado con una cola de datos particular.

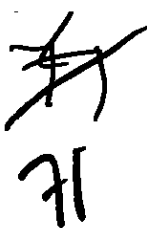
[1032] Además, el programador de canal 812 selecciona la cola de datos particular para la transmisión. La cantidad asociada de los datos a ser transmitidos es luego recuperada de una cola de datos 830 y suministrada al elemento del canal 826 para la transmisión a la estación remota asociada con la cola de datos 830. Como se discute adelante, el programador del canal 812 selecciona la cola para suministrar los datos, la cual es transmitida en un intervalo de servicio siguiente que utiliza la información que incluye el peso asociado con cada una de las colas. El peso asociado con la cola transmitida es luego actualizado.

[1033] El controlador de la estación base 810 hace interfase con la interfase de red de paquete 806, la Red de Telefonía Conmutada Pública, la Red de Telefonía Conmutada Pública (PSTN), 808, y las estaciones base en el sistema de comunicación (solo una estación base 820 se muestra en la Figura 3 por simplicidad). El controlador de la estación base 810 coordina la comunicación entre las estaciones remotas en el sistema de comunicación y otros usuarios conectados a la interfase de red de paquete 806 y el PSTN 808. El PSTN 808 hace interfase con los usuarios a través de una red de telefonía estándar (no mostrada en la Figura 3).

[1034] El controlador de la estación base 810 contiene muchos elementos selectores 816, aunque solamente se muestra uno en la Figura 2 por simplicidad. Cada elemento selector 816 es asignado a la comunicación de control entre una o más estaciones base 820 y una estación remota (no mostrada). Si el elemento selector 816 no ha sido asignado a una estación remota dada, el procesador de control de llamada 818 es informado de la necesidad para buscar la estación remota. El procesador de control de llamada 818 se dirige entonces a la estación base 820 para buscar la estación remota.

[1035] La fuente de datos 802 contiene una cantidad de datos, que va a ser transmitida a una estación remota dada. La fuente de datos 802 suministra los datos a la interfase de red de paquete 806. La interfase de red de paquete 806 recibe los datos y enruta los datos al elemento selector 816. El elemento selector 816 transmite entonces los datos a cada estación base 820 en comunicación con la estación remota objetivo. En la modalidad de ejemplo, cada estación base 820 mantiene una cola de datos 830, que almacena los datos a ser transmitidos a la estación remota.

[1036] Los datos son transmitidos en paquetes de datos desde la cola de datos 830 al elemento de canal 826. En la modalidad de ejemplo, sobre el enlace directo, un "paquete de datos" se refiere a una cantidad de datos que es un máximo de 1024 bits y una cantidad de datos para ser transmitida a una estación remota de destino en una "franja de tiempo" predeterminada (tal como ≈ 1.667 mseg). Para cada paquete de datos, el elemento del canal 826 inserta los campos de control necesarios. En la modalidad de ejemplo, el elemento del canal 826 desarrolla una Revisión Cíclica Redundante, CRC, que codifica el paquete de datos y controla los campos e inserta un conjunto de bits de cola de código. El paquete de datos, los campos de control, los bits de paridad CRC, y los bits de cola de código comprende un paquete formateado. En la modalidad de ejemplo, el elemento del canal 826 codifica entonces el paquete formateado e intercala (o reordena) los símbolos dentro del paquete codificado. En la modalidad de ejemplo, el paquete intercalado es cubierto con un código Walsh, y esparcido con los códigos cortos PNI y PNQ. Los datos esparcidos se suministran a la unidad RF 828 cuya cuadratura modula, filtra, y amplifica la señal. La señal de enlace directo es transmitida por el aire a través de una antena al enlace directo.



[1037] En la estación remota, la señal de enlace directo es recibida por una antena y enrutada a un receptor. El receptor filtra, amplifica, demodula la cuadratura, y cuantifica la señal. La señal digitalizada es suministrada a un demodulador (DEMOD) donde esta es desesparcida con los códigos PNI y PNQ cortos y descubierta con la cubierta Walsh. Los datos demodulados se suministran a un decodificador que desarrolla el inverso de las funciones de procesamiento de señal hechas en la estación base 820, específicamente las funciones de desintercalado, decodificación, y revisión CRC. Los datos decodificados se suministran a un colector de datos.

[1038] El hardware, como se puntualizó anteriormente, soporta transmisiones de datos de tasa variable, mensajería, voz, video y otras comunicaciones sobre el enlace directo. La tasa de datos transmitidos desde la cola de datos 830 varía al acomodar los cambios en la fuerza de la señal y el ambiente de ruido en la estación remota. Cada una de las estaciones remotas transmite preferiblemente la señal de Control de Tasa de Datos, DRC, a una estación base asociada 820 en cada franja de tiempo. La señal DRC suministra información a la estación base 820, que incluye la identidad de la estación remota y la tasa en la cual la estación remota va a recibir los datos de su cola de datos asociada. De acuerdo con esto, el circuito en la estación remota mide la fortaleza de la señal y estima el ambiente de ruido en la estación remota para determinar la información de tasa a ser transmitida en la señal DRC.

[1039] La señal DRC transmitida por cada estación remota viaja a través de un canal de enlace inverso y es recibida en una estación base 820 a través de una antena receptora acoplada a la unidad RF 828. En la modalidad de ejemplo, la

información DRC es demodulada en el elemento de canal 826 y suministrada a un programador de canal 812 localizado en el controlador de la estación base 810 o a un programador de canal 832 localizado en la estación base 820. En una primera modalidad de ejemplo, el programador de canal 832 esta localizado en la estación base 820. En una modalidad alternativa, el programador de canal 812 esta localizado en el controlador de estación base 810, y se conecta a los elementos selectores 816 dentro del controlador de la estación base 810.

[1040] La transmisión que se programa en un sistema de circuito conmutado puede involucrar un algoritmo corriente proporcional, en donde una función de prioridad se define para cada usuario. Un ejemplo de un algoritmo corriente proporcional se presenta a continuación. La función de prioridad puede tomar en consideración la tasa de datos solicitada para un usuario dado, típicamente una función de la calidad del canal de enlace directo al usuario, y el rendimiento para el usuario. La capacidad se balancea así a servir primero a aquellos usuarios que tienen tasas de datos solicitadas altas comparadas con el rendimiento.

[1041] La programación de transmisión en un sistema de paquete conmutado, de acuerdo con una modalidad, balancea la capacidad con el retardo del usuario. Los flujos de aplicación son transmitidos como data-gramas, que son mensajes independientes, auto-contenidos enviados sobre una red. El arribo del data-grama, el tiempo de arribo, y el contenido generalmente no se garantizan. Los data-gramas asociados con el mismo flujo de aplicación se pueden transmitir mediante diferentes rutas a un mismo usuario. Los data-gramas son reensamblados en el receptor. El retardo extremo a extremo en un sistema de paquete conmutado no es fijo, y por lo tanto, el programador puede utilizar esta diferencia para retardar y ajustar el retardo para varios usuarios a fin de

incrementar la capacidad. Por ejemplo, el programador puede disminuir el retardo experimentado por los usuarios que solicitan datos que tienen términos de retardo bajos y/o límites de variaciones de retardo. Tales aplicaciones incluyen pero no están limitadas a VoIP, video, etc. Las transmisiones pueden tener requisitos de Grado específico de Servicio (GoS) o QoS. Una comunicación tipo VoIP, por ejemplo, requiere que los paquetes lleguen teniendo una latencia definida, o dentro de un período de retardo permisible. Por lo tanto, puede ser deseable priorizar aquellas comunicaciones o aplicaciones que tienen un requisito de latencia más bajo u otras especificaciones GoS. Las conferencias multimedia, transmisión de flujos de video, la exploración de red, las transferencias de Protocolo de Transferencia de Archivos, tiene cada una requisitos GoS específicos.

[1042] Para implementar un esquema de clasificación de prioridad, a cada flujo le es asignada una función de prioridad. En una modalidad, una Función de Prioridad (PF) para un programador de paquete conmutado puede ser entonces dada como:

$$PF=f(\text{retardo})$$

En donde $f()$ es una función, y el PF se determina entonces con base en el requisito de retardo de un usuario dado o una aplicación dada para un usuario. El PF se calcula para cada data-grama en cada cola; los varios PF son comparados para identificar las instancias de flujo de prioridad superior. Las comunicaciones de paquete conmutado permiten la programación para incorporar el manejo adaptable de retardo, como el retardo extremo a extremo de una comunicación dada no es fija. Esta es contraste una comunicación de circuito conmutada donde el retardo extremo a extremo es fijo.

[1043] Nótese que la siguiente discusión considera el sistema cdma2000 que soporta los servicios de Datos de Paquete de Tasa Alta (HRPD) como descritos en el IS-856. Este sistema se utiliza como un ejemplo. La presente invención es aplicable a otros sistemas en donde los usuarios se seleccionan para servicio de acuerdo a un algoritmo de programación.

[1044] En un sistema HRPD, la interfase aérea puede soportar hasta cuatro flujos de aplicación en paralelo. El primer flujo lleva información de señalización, y los otros tres pueden ser utilizados para llevar aplicaciones con diferentes requisitos QoS u otras aplicaciones.

[1045] Se suministra el siguiente glosario para claridad y entendimiento de una modalidad presentada adelante. El siguiente glosario no pretende ser exhaustivo. El siguiente glosario no pretende limitar la presente invención a esta, sino que por el contrario se suministra para claridad y entendimiento con respecto a una modalidad de un sistema de comunicaciones que soporta el algoritmo de programación ponderado adaptable.

GLOSARIO

[1046] Red de Acceso (AN)- el equipo de red que suministra conectividad de datos entre la red celular y una red de datos de paquete conmutado (típicamente la Internet) y los AT. Un AN en un sistema HRPD es equivalente a una estación base en un sistema de comunicación celular.

[1047] **Terminal de Acceso (AT)**- un dispositivo que suministra conectividad de datos a un usuario. Un AT en un sistema HRPD corresponde a una estación móvil en un sistema de comunicación celular. Un AT se puede conectar a un dispositivo de cómputo tal como un computador personal "laptop" o puede ser un dispositivo de datos auto-contenido tal como un Asistente Digital Personal (PDA).

[1048] **Flujo de aplicación** – la senda de transmisión designada desde la fuente al AT para un flujo de aplicación dado. Cada flujo de aplicación se identifica mediante una fuente, destino, perfil de tráfico y calidad del perfil del servicio.

[1049] **Flujo de aplicación** – una comunicación de datos que corresponde a una aplicación. La mayoría de los flujos de aplicaciones tienen calidad designada de requisitos de servicio.

[1050] **Solicitud repetida automática (ARQ)** – un mecanismo mediante el cual el transmisor inicia una retransmisión de datos con base en la ocurrencia o no ocurrencia de un evento.

[1051] **Tasa de datos promedio** – tasa de datos de entrada promedio durante el tiempo para un flujo de aplicación dado.

[1052] **Impulsividad (σ)** – medición de la impulsividad o densidad en relación con el tiempo de los paquetes en un flujo de aplicación.

[1053] **Mejor Esfuerzo (BE)** – flujos de aplicación que en general tienen un volumen relativamente grande de datos para recibir por el aire, pero la naturaleza

del tráfico es tal que retardos relativamente grandes pueden ser tolerados, pero la tasa de pérdida de datos debe ser extremadamente pequeña.

[1054] Control de Tasa de Datos (DRC) – un mecanismo por medio del cual un AT transmite una tasa de datos solicitada al AN.

[1055] Bits de Déficit (defbits) – número de bits que corresponden a los paquetes de déficit.

[1056] "DelayBound" (término de retardo) – tiempo especificado (término de retardo) permitido para la transmisión de un paquete de datos desde el AN al AT.

[1057] Reenvío Conveniente (EF) – flujos de aplicación que típicamente tienen cantidades pequeñas de tráfico que llegan desde la Internet a la Red de Acceso, sin embargo la naturaleza del tráfico es tal que los paquetes de datos se deben suministrar al usuario dentro de un DelayBound (término de retardo) relativamente pequeño, con una tasa de pérdida de datos razonable.

[1058] Enlace Directo (FL) – enlace aéreo de transmisión desde el AN al AT.

[1059] Cabeza de paquete de Línea (HOL) – primer paquete en una cola.

[1060] Datos de Paquete de Tasa Alta (HRPD) – comunicaciones de datos en paquete de transmisión para servicio de datos a una tasa de datos alta. También denominada como Tasa de Datos Alta (HDR), y especificada en el estándar IS-856 titulado "cdma2000 High Rate Packet Data Air Interface Specification".

72

[1061] Fluctuación de fase – variación de tiempo entre los paquetes sucesivos recibidos.

[1062] Término de fluctuación de fase – término sobre la fluctuación de fase para un flujo de aplicación dado.

[1063] Grupo de Expertos en Imágenes en Movimiento (MPEG) – protocolo para transmisión de materiales multimedia.

[1064] Algoritmo Corriente Proporcional (PF) – un algoritmo de programación en donde las comunicaciones de datos son programadas de acuerdo a un factor de selección calculado para cada AT como una proporción de una tasa de datos solicitada a un rendimiento.

[1065] Calidad de Servicio (QoS) – requisitos que se relacionan con la transmisión de una comunicación de datos en paquete, que incluye pero no esta limitado, con retardo, tasa requerida, y fluctuación de fase.

[1066] Enlace Inverso (RL) – enlace aéreo de transmisión desde el AT al AN.

[1067] Cola de transmisión – cola de transmisión que almacena flujos de aplicación para un BTS dado.

[1068] Muchas comunicaciones inalámbricas toman ventaja del Protocolo de Internet (IP) para tomar ventaja de diferente Comportamiento Por Salto (PHB) y

diferentes enrutamientos para procesar datos en paquete. En general, la Internet se hace de una multitud de redes construidas de varias tecnologías de capa de enlace que confían en la IP para inter-operar. La IP ofrece un servicio de capa de red sin conexión que esta sujeto a pérdida de paquetes y retardo que se incrementa con la carga de la red. El modelo de suministro IP básico se denomina como el Mejor-Esfuerzo (BE). Sin embargo, algunas aplicaciones pueden requerir un mejor servicio que el servicio BE simple. Por ejemplo, las aplicaciones multimedia pueden especificar un ancho de banda fijo, un retardo bajo y una fluctuación de fase pequeña. Otro tipo de prioridad son comportamientos de reenvío denominado como un Reenvío Asegurado (AF) que garantiza un nivel de rendimiento.

[1069] Existen varios aspectos en el manejo del QoS. Algunas consideraciones del manejo del QoS son en la asignación de ancho de banda, y el ancho de banda garantizado sobre los medios compartidos también conocidos como redes de radiodifusión, por ejemplo, la red Ethernet o una Red de Área Local inalámbrica (LAN). Aunque existe una demanda creciente para incluir las capacidades inalámbricas de los computadores "laptop" y otros dispositivos de cómputo. Sin embargo, las redes inalámbricas tienen un ancho de banda limitado y así la conservación de la capacidad y la optimización se vuelven una consideración crítica.

[1070] La Figura 3 ilustra un método de programación que prioriza las transmisiones basadas en el Grado de Servicio (GoS) o los requisitos QoS. En el AN, los datos para las transmisiones se almacenan en una unidad de almacenamiento de memoria adaptada para almacenar las colas de datos que corresponden a los flujos de aplicación entrantes. Una cola se almacena para

cada instancia de un flujo de aplicación. De acuerdo con la presente invención, un flujo de aplicación se divide en instancias, en donde cada instancia es un octeto de datos. Por lo tanto, un flujo de aplicación puede tener, y a menudo tendrá, múltiples colas asociadas con ésta. Cada cola tiene unos requisitos asociados de transmisión y recepción definidos por el tipo de QoS y/o GoS. Por ejemplo, el tipo de prioridad se puede basar en un requisito de retardo extremo a extremo o en algunos otros criterios de calidad. Nótese, una transmisión dada puede caer en uno de múltiples tipos de prioridad GoS. Por ejemplo, algunos servicios permiten que paquetes de datos sean transmitidos individualmente y luego reunidos en el receptor en un momento posterior sin pérdida de continuidad, es decir, tipo de prioridad BE. En contraste, las aplicaciones designadas para dar al usuario una experiencia en tiempo real, tal como el VoIP, tienen un tipo de prioridad superior y son entonces denominados como un tipo de prioridad de Reenvío Conveniente (EF). El tipo de prioridad EF incluye aplicaciones que tienen límites sobre el término de retardo y la variación de retardo. En el presente ejemplo, el programador prioriza las comunicaciones EF. El tipo de prioridad QoS o GoS también se puede denominar como una clase QoS. Además, cada cola tiene una sensibilidad asociada con ésta. Por ejemplo, un flujo de aplicación EF es típicamente sensible a retardo, significando que la transmisión del flujo de aplicación EF tiene requisitos de retardo que deben ser cumplidos. En muchos casos, si los requisitos de retardo no son cumplidos los datos son descartados y no transmitidos. En contraste, el flujo de aplicación BE es típicamente sensible a rendimiento, significando que la transmisión del flujo de aplicación BE tiene requisitos de rendimiento objetivo, pero no necesariamente tienen unos requisitos de retardo estrictos de un flujo de aplicación EF.

[1071] La Figura 3 ilustra un método de programación 200 que implementa un manejo adaptable de retardo de acuerdo con una modalidad. En el AN, un programador implementa un algoritmo de programación, que suministra transmisiones de datos en paquete con tasa alta a múltiples usuarios. El programador revisa la cola de datos para determinar el tipo de GoS para los datos. Si cualquiera de los datos es un tipo de prioridad GoS dado, es decir, tipo de prioridad que define requisitos más específicos que el BE, en el diamante de decisión 202, el proceso continúa a la etapa 204 para encontrar los datos más viejos de un tipo de prioridad más alto en la cola. Como se utiliza aquí el tipo de prioridad mayor se refiere al tipo de prioridad GoS definido como una especificación más estricta. Por ejemplo, un tipo de prioridad puede especificar un término de retardo, mientras que otro puede especificar un término de fluctuación de fase. En este caso el tipo de prioridad que especifica el término de retardo se considera una prioridad mayor y se considera así primero.

[1072] De acuerdo con la presente modalidad, el programador ordena primero los bits en los paquetes para la transmisión con base en los requisitos de retardo. Una vez que se programan los datos de prioridad alta, otro algoritmo se puede aplicar para programar los paquetes restantes.

[1073] Por ejemplo, cuando los datos EF están en la cola, el programador comienza a formar paquetes para la transmisión utilizando los datos EF. Los datos EF se seleccionan con base en la edad de los datos en la cola, etapa 204. En una modalidad, en la medida en que los datos son puestos en la cola, en cuyo momento los datos reciben un sello de tiempo. El programador encuentra los datos EF que tienen el sello de tiempo más temprano y pone éste en un paquete primero. El programador continúa entonces colocando datos EF en los paquetes

de acuerdo con la edad en la cola, etapa 206. Una vez que todos los datos EF han sido colocados en los paquetes para transmisión, el programador aplica entonces otro algoritmo para el resto de los datos. En la presente modalidad, el programador aplica un algoritmo corriente proporcional al resto de los datos, que pueden ser datos de Mejor Esfuerzo (BE), etapa 208. Los datos BE son puestos entonces en paquetes de acuerdo al algoritmo corriente proporcional, etapa 210.

[1074] Nótese, como la condición del canal incrementa los datos de solicitud de usuarios a tasas más altas, que tienen el efecto de disminuir el término de retardo. Por lo tanto, aún cuando el programador prioriza los datos EF, el término de retardo puede ser una función de la condición del canal.

[1075] Para la transmisión de los datos BE, el programador selecciona el paquete para maximizar el rendimiento. El rendimiento se calcula generalmente como:

$$\text{Rendimiento} = (\text{bits por paquete})/(\text{franjas por paquete}).$$

De acuerdo con una modalidad, el PF puede ser dado como:

$$\text{PF} = f(\text{edad del paquete}) * g(\text{condición del canal}) * h(\text{carga de celda}),$$

que considera la edad del paquete así como también la condición del canal y la carga de la celda en transmisiones programadas. Tal cálculo se puede utilizar para programar los datos EF o los datos BE.

[1076] En relación de nuevo a la Figura 2, en una modalidad, el programador del canal 832 recibe información de la cola de datos 830 que indica la cantidad de datos en cola para cada estación remota, también denominado tamaño de cola. El programador de canal 832 desarrolla entonces la programación con base en la información DRC y el tamaño de cola para cada estación remota servida por la estación base 820. Si el tamaño de cola se requiere para un algoritmo de programación utilizado en la modalidad alternativa, el programador de canal 812 puede recibir información del tamaño de cola del elemento selector 816.

[1077] Durante la transmisión de un paquete a uno o más usuarios, los usuarios transmiten una señal de "ACKnowledge (recibido)" "ACK" después de cada franja temporal que contiene una porción del paquete transmitido. La señal ACK transmitida por cada usuario viaja a través del canal de enlace inverso y es recibido en la estación base 820 a través de una antena receptora acoplada a la unidad RF 828. En la modalidad de ejemplo, la información ACK es demodulada en el elemento de canal 826 y suministrada a un programador de canal 812 localizado en el controlador de estación base 810 o a un programador de canal 832 localizado en la estación base 820. En una primera modalidad de ejemplo, el programador de canal 832 esta localizado en la estación base 820. En una modalidad alternativa, el programador de canal 812 esta localizado en el controlador de estación base 810, y conecta los elementos selectores 816 dentro del controlador de la estación base 810.

[1078] Las modalidades de la presente invención son aplicables a otras arquitecturas de hardware, que pueden soportar transmisiones de tasas variables. La presente invención puede ser fácilmente extendida para cubrir transmisiones de tasa variable sobre el enlace inverso. Por ejemplo, en lugar de determinar la

tasa de recepción de datos en la estación base 820 con base en la señal DRC proveniente de las estaciones remotas, la estación base 820 mide la fortaleza de la señal recibida desde las estaciones remotas y estima el ambiente de ruido para determinar la tasa de recepción de datos desde la estación remota. La estación base 820 transmite entonces a cada estación remota asociada la tasa en la cual son transmitidos los datos en el enlace inverso desde la estación remota. La estación base 820 puede entonces programar transmisiones sobre el enlace inverso con base en diferentes tasas de datos sobre el enlace inverso de manera similar a aquella descrita aquí para el enlace directo.

[1079] También, una estación base 820 de la modalidad discutida anteriormente transmite a un seleccionado, o unos seleccionados, de las estaciones remotas a la exclusión de las estaciones remotas restantes asociadas con la estación base 820 utilizando un esquema de Acceso Múltiple por División de Código, CDMA. En un momento particular, la estación base 820 transmite al seleccionado, o seleccionados, de la estación remota al utilizar un código, que es asignado, para recibir la o las estaciones base 820. Sin embargo, la presente invención es también aplicable a otros sistemas que emplean diferentes métodos de Acceso Múltiple por División de Tiempo, TDMA, para suministrar datos para seleccionar la o las estaciones base 820, para la exclusión de otras estaciones base 820, para asignar recursos de transmisión óptimamente.

[1080] El programador de canal 812 programa las transmisiones de tasa variable sobre el enlace directo. El programador de canal 812 recibe el tamaño de la cola, que es indicativo de la cantidad de datos a transmitir a una estación remota, y los mensajes desde las estaciones remotas. El programador de canal 812 programa preferiblemente las transmisiones de datos para lograr la meta del



sistema de rendimientos de datos máximos aunque conformándose a una restricción de equidad.

[1081] Como se muestra en la Figura 1A, las estaciones remotas están dispersadas en todo el sistema de comunicación y puede estar en comunicación con cero o una estación base sobre el enlace directo. En la modalidad de ejemplo, el programador de canal 812 coordina las transmisiones de datos de enlace directo sobre el sistema de comunicación completo.

[1082] De acuerdo con una modalidad, el programador de canal 812 de la Figura 2 se implementa en un sistema de computadora, que incluye un procesador, Memoria de Acceso Aleatorio, RAM, y memoria de programa para almacenar instrucciones para ser ejecutadas por el procesador (no mostrado). El procesador, el RAM y la memoria del programa se pueden dedicar a las funciones del programador de canal 812. En otras modalidades, el procesador, el RAM y la memoria del programa pueden ser parte de un recurso de cómputo compartido para desarrollar funciones adicionales en el controlador de estación base 810. En la modalidad de ejemplo, se aplica un programador generalizado al sistema 800 ilustrado en la Figura 2 y se detalla a continuación. Aquellos módulos dentro del BSC 810 y el BS 820 utilizados para implementar una función de prioridad para programar las transmisiones de datos se discuten después de establecer los específicos del programador generalizado.

[1083] Dada la demanda creciente de aplicaciones de datos inalámbricos, la demanda para sistemas de comunicación de datos inalámbricos muy eficiente se ha incrementado significativamente. El estándar IS-95 es capaz de transmitir datos de tráfico y datos de voz sobre los enlaces directo e inverso. De acuerdo con el

25
65

estándar IS-95, los datos de tráfico o los datos de voz se particionan en marcos de canal de código que tienen 20 mili-segundos de ancho con tasas de datos tan altas como 14.4 Kbps. En un sistema IS-95, cada estación suscriptora está localizada al menos una de un número limitado de canales de enlace directo ortogonal. Aunque la comunicación entre la estación base y la estación suscriptora esta en procedimiento, el canal de enlace directo permanece localizado en la estación suscriptora. Cuando los servicios de datos son suministrados en un sistema IS-95, un canal de enlace directo permanece localizado en una estación suscriptora aún durante momentos en donde no existen datos de enlace directo para ser enviados a la estación suscriptora.

[1084] Una diferencia significativa entre los servicios de voz y los servicios de datos es el hecho de que el anterior impone requisitos de retardo estrictos y fijos. Típicamente, el retardo total de una vía para cuadros de voz se especifica por ser de menos de 100 milisegundos. En contraste, el retardo de datos puede volverse un parámetro variable utilizado para optimizar la eficiencia del sistema de comunicación de datos.

[1085] Otra diferencia significativa entre los servicios de voz y los servicios de datos es que el anterior requiere un grado de servicio fijo y común (GoS) para todos los usuarios. Típicamente, para los sistemas digitales que suministran servicios de voz, éste se traduce en una tasa de transmisión fija e igual para todos los usuarios y un valor tolerable máximo para las tasas de error de los cuadros de voz. En contraste, para los servicios de datos, el GoS puede ser diferente de usuario a usuario y puede ser un parámetro optimizado para incrementar la eficiencia total del sistema de comunicación de datos. El GoS del sistema de comunicación de datos se define típicamente como el retardo total incurrido en la



transferencia de una cantidad predeterminada de datos, denominada en lo sucesivo como paquete de datos.

[1086] Aún otra diferencia significativa entre los servicios de voz y los servicios de datos es que el anterior requiere un enlace de comunicación confiable el cual, en el sistema de comunicación CDMA de ejemplo, se suministra mediante una transferencia de llamada. La transferencia de llamada resulta en transmisiones redundantes de dos o más estaciones base para mejorar la confiabilidad. Sin embargo, esta confiabilidad adicional no se requiere para la transmisión de datos porque los paquetes de datos recibidos por error se pueden retransmitir. Para los servicios de datos, la potencia de transmisión utilizada para soportar la transferencia de llamadas puede ser más eficientemente utilizada para transmitir datos adicionales.

[1087] El retardo de transmisión requerido para transferir un paquete de datos y la tasa de rendimiento promedio son dos atributos utilizados para definir la calidad y la efectividad del sistema de comunicación de datos. El retardo de transmisión no tiene el mismo impacto de las comunicaciones de datos como éste lo tiene en la comunicación de voz, pero esta es una medida para medir la calidad del sistema de comunicación de datos. La tasa de rendimiento promedio es una medida de la eficiencia de la capacidad de transmisión de datos del sistema de comunicación. Existe necesidad en la técnica para sistemas de comunicación que suministren rendimientos de datos mejorados aunque suministrando simultáneamente un GoS que es apropiado para los tipos de servicio que son suministrados en un canal inalámbrico.

27

[1088] La necesidad de un programador generalizado esta basada en el requisito y objetivos de la transmisión de datos en un sistema inalámbrico. Para las transmisiones de datos, el rendimiento se define en términos del retardo incurrido en la transmisión de paquete de datos en lugar de en términos de bits o bytes individuales. Un paquete de datos, tal como el data-grama de Protocolo Internet, IP, es una unidad indivisible en razón, a que la mayoría de los casos, el recibo de solamente una porción del paquete no contiene información suficiente para que el usuario decodifique y utilice el paquete completo, es decir, el paquete queda sin utilizar para el usuario final. El usuario final recibe el paquete de datos, desarrolla una Revisión de Redundancia Cíclica, CRC, sobre el paquete de datos, y procesa los datos. Por lo tanto, el usuario esta más preocupado por el tiempo de arribo del último bit de un paquete y no esta preocupado con el retardo de los bits individuales en el paquete de datos. Esto permite una flexibilidad considerable en las ubicaciones de tasas a los diferentes usuarios sobre escalas de tiempo más pequeñas que el tiempo de transmisión del paquete de datos. Adicionalmente, en una conexión tipo Protocolo de Control de Transmisión, TCP, algunas variaciones de los retardos de paquetes son aceptables en tanto la variación no sea tan impredecible que origine la retransmisión TCP innecesariamente.

[1089] Otra característica del canal inalámbrico es la variabilidad del canal mismo. En un sistema tipo HDR, esta variabilidad da como resultado variaciones de la tasa solicitada durante un período de tiempo. Para maximizar el uso del canal, el programador se designa para servir a tasas de usuarios altas, es decir, usuarios que solicitan las tasas de datos más altas. Esto significa que ocasionalmente, los usuarios pueden no ser servidos durante períodos de tiempo cuando las tasas solicitadas son menores. El rendimiento total se maximizará cuando el programador no sirve a usuarios de tasa baja durante largos períodos

de tiempo. Sin embargo, idealmente el programador balancea esto contra el deseo de que los retardos de paquete y las variaciones de retardo sean relativamente consistentes como se explicó anteriormente.

[1090] Otro aspecto considera la equidad a los usuarios múltiples en un sistema. Para lograr un método de programación común, el programador atribuye idealmente el rendimiento total entre diferentes usuarios. Diferentes bases de equidad (o inequidad permisible) son utilizadas por diferentes sistemas para afectar las necesidades y deseos de los sistemas individuales. El concepto de equidad es un concepto clave en muchos algoritmos de programación. La equidad suministra diferentes cantidades de flexibilidad para servir diferentes usuarios y de esta manera tiene un impacto sobre el rendimiento total de un sector.

[1091] De acuerdo con una modalidad, un método y aparato para programar transmisiones en un sistema de comunicación con aplicación a clases múltiples de usuarios incorpora un programador generalizado. El programador generalizado acomoda una variedad de diferentes prioridades de programación. Diferentes clases de usuarios tienen cada uno requisitos de transmisión específicos se sirven mediante un programador generalizado, el cual mantiene un alto rendimiento para todos los usuarios.

[1092] En una modalidad, la operación de un programador generalizado implementa una función de prioridad de una métrica de condición de canal y un criterio de equidad, en donde la función de prioridad se define como:

$$f(A_i(t), U_i(t)),$$



en donde $A_i(t)$ se denomina como la métrica de condición del canal y $U_i(t)$ se denomina como la métrica de equidad de usuario. La función $A_i(t)$ especifica la deseabilidad de servir el usuario i en un tiempo t con base en la condición de canal habitual. La función $U_i(t)$ especifica la deseabilidad de servir el usuario i en un momento t con base en la historia pasada del servicio recibido. La función de prioridad $f()$ combina las dos métricas deseables, $A_i(t)$ y $U_i(t)$, para determinar el nivel de prioridad para cada usuario.

[1093] De acuerdo con una modalidad, el programador generalizado le sirve al usuario con la función de prioridad más alta $f(A_i(t), U_i(t))$ dentro de una clase dada de tipo de usuarios. En la modalidad de ejemplo, el valor tomado en la función de prioridad $f(A_i(t), U_i(t))$ se incrementa en la medida en que la función de la condición del canal $A_i(t)$ incrementa y disminuye en la medida en que la función de equidad $U_i(t)$ se incrementa. Las funciones $A_i(t)$ y $U_i(t)$ se determinan de acuerdo esto. Adicionalmente, la función de prioridad $f()$ es una función de al menos un período de tiempo durante el cual la métrica de condición del canal y la métrica de equidad de usuario se miden. En una modalidad alternativa, la función de prioridad $f()$ puede ser dependiente del tiempo por función de usuario. Sin embargo, por simplicidad, un programador puede utilizar una función de combinación común a todos los usuarios sin modificar la métrica de equidad de usuario para reflejar los requisitos de usuario.

[1094] Una clase genérica de programadores multi-usuario, categoriza a los usuarios que reciben servicio de un AN en al menos dos categorías amplias, BE y EF. Otras categorías de transmisiones se pueden implementar también tales como la AF, etc. La BE y la EF son como se definió aquí. Específicamente, las aplicaciones de Mejor Esfuerzo (BE) en general tienen un volumen relativamente

grande de datos para recibir por el aire, pero la naturaleza del tráfico es tal que los retardos relativamente grandes se pueden tolerar, pero la tasa de pérdida de datos debe ser extremadamente pequeña; los flujos de aplicación de Reenvío Conveniente (EF) típicamente tienen cantidades pequeñas de tráfico que llegan desde la Internet a la Red de Acceso, sin embargo la naturaleza del tráfico es tal que los paquetes de datos se deben suministrar al usuario dentro de un cierto DelayBound (término de retardo), con tasa de pérdida de datos razonable.

[1095] En un sistema de paquete de datos tales como el 1xEV-DO, el programador tiene la flexibilidad para permitir el desempeño de retardo variable a los usuarios individuales para maximizar la capacidad. Aquí, la capacidad se refiere al rendimiento para los usuarios BE y al número de usuarios totales con desempeño aceptable en el caso de un tráfico sensible de retardo tal como el VoIP (usuarios EF).

[1096] En el 1xEV-DO generalmente, incrementando el DelayBound (término de retardo) de un usuario se mejora la utilización del FL incrementando así la capacidad de BE y EF del sistema. Esta capacidad incrementa luego de varios factores que incluyen, pero no están limitados a, más alta eficiencia de empaque y la capacidad de tomar ventaja de las condiciones de canal local y la ganancia de diversidad multi-usuario.

[1097] En el caso de tráfico de solamente BE, un programador típico es el programador Común Proporcional (PF). Este programador es proporcionalmente común en el sentido de que el rendimiento suministrado a los usuarios individuales sería aproximadamente proporcional a la geometría del usuario, es decir, a la condición del canal promedio. El programador común proporcional ha sido el

programador de la escogencia para el tráfico de solo BE en razón a los beneficios del rendimiento a los compromisos de equidad. Además, el algoritmo PF se designa para tomar ventaja de los picos del canal local aunque suministrando una ganancia de diversidad multi-usuario. Como se utiliza aquí, tal programador PF se denominará como el "programador con rendimiento proporcionalmente común".

[1098] Nótese, en el caso del tráfico de solo BE, existe otra clase de programadores: el programador "grado igual de servicio". Este programador apunta a suministrar rendimiento igual a todos los usuarios. Por esta razón, la capacidad del sistema se determina por los usuarios más débiles. Aunque programadores con grado igual de servicio podrían ser deseables en ciertas aplicaciones, tales programadores no utilizan típicamente el enlace aéreo eficientemente. Estos programadores son denominados aquí como "programadores de eficiencia igual".

[1099] Los programadores de rendimiento PF y los programadores de rendimiento igual descritos anteriormente son útiles en el contexto de tráfico de solo BE. Para un tráfico EF sensible a retardo, estos programadores pueden no ser suficientes en la medida en que se pierde un mecanismo para el control de retardo.

[1100] Lo siguiente presenta medios y métodos de programación sensibles a retardo que operan en paralelo con dos aproximaciones para el tráfico de solo BE, es decir, rendimiento PF y programadores de rendimiento igual. En el caso de tráfico sensible a retardo, la equidad "proporcional" versus "igual" aplica no solamente al rendimiento suministrado a los usuarios individuales, sino al desempeño de "retardo" suministrado a los usuarios individuales. El desempeño de retardo se puede cuantificar en términos de retardo promedio o del peso total

JR
a2

de retardo, etc. Nótese, que las modalidades alternativas pueden incorporar la programación BE y EF en un método común, aunque cumpliendo los requisitos de rendimiento y sensibilidad de retardo, respectivamente.

[1101] En una modalidad, un desempeño de retardo aproximadamente igual se puede suministrar a cada usuario. Esta aproximación es similar al rendimiento igual y para la simetría de terminología, se denomina como "programador de retardo igual". Un programador de rendimiento igual intenta suministrar rendimiento igual a todos los usuarios, por lo tanto, la capacidad del sistema se puede determinar por los usuarios que tengan el cubrimiento más débil. Un programador de retardo igual intenta suministrar desempeño de retardo igual, tal como un retardo medio igual, o un peso de cola de retardo igual, a todos los usuarios y por lo tanto, la capacidad del sistema se determina similarmente por los usuarios que tienen un cubrimiento más débil.

[1102] En otra modalidad, el desempeño de retardo suministrado al usuario es proporcional a la geometría promedio del usuario. Esta aproximación es similar al programador de rendimiento proporcionalmente común y se denomina como el "programador de retardo proporcionalmente común". El programador de retardo proporcional común intenta suministrar rendimiento a usuarios individuales, proporcional a su geometría promedio, mejorando significativamente así la capacidad del sistema comparado con el programador de rendimiento igual. De manera similar, el programador de retardo proporcionalmente común suministraría un desempeño de retardo para cada usuario individual proporcional a la geometría promedio del usuario, maximizando así la capacidad EF.

[1103] Las cuatro categorías de programación de paquete se ilustran en la Figura 4. Cada categoría se ilustra con el balance de consideraciones QoS. Específicamente, el programador de rendimiento PF balancea el control de rendimiento con equidad proporcional. El programador de rendimiento igual balancea el control de rendimiento con equidad igual. El programador de retardo PF balancea el control de retardo con equidad proporcional. El programador de retardo igual balancea el control de retardo con equidad igual.

[1104] Aunque algunos métodos de programación son útiles en sistemas conmutados de circuito, otros son más aplicables para sistemas de datos de paquete, tal como el 1xEV-DO. Los medios y los métodos de programación de retardo proporcionalmente común presentados aquí pueden suministrar una ventaja de sistemas de paquete conmutado sobre sistemas de circuito conmutado.

[1105] Además de mejorar la capacidad del sistema, el programador de retardo PF también puede mejorar la experiencia del usuario. Por ejemplo, los usuarios en proximidad cercana al BS reciben más probablemente mejor desempeño de retardo que los usuarios de los BS. Este es un contraste con el desempeño de retardo que no es dependiente de la proximidad del usuario al AN. Además, para los usuarios en geometría alta, en proximidad cercana a un BS, el desempeño puede ser predecible con un alto nivel de confianza; mientras que un programador de retardo igual, el desempeño puede ser impredecible dependiendo de la carga habitual sobre el sistema. Es por lo tanto, deseable para un programador suministrar incremento en la calidad del servicio con incrementos en la geometría de los usuarios individuales.

[1106] Un programador que sirve tanto a los usuarios BE como EF puede utilizar una combinación apropiada de rendimiento proporcionalmente común y programación de retardo. Tal programador se denominará como un "programador de rendimiento/retardo proporcionalmente común". Nótese, en una modalidad, la programación de rendimiento/retardo proporcionalmente común esta implícitamente basada en las geometrías relativas de los usuarios servidos para un sector simple. Este se denomina como una "equidad de intra-sector". Otro tema a considerar en el diseño de un programador es la equidad "inter-celda", que puede ser descrita como el nivel promedio de servicio, el cual se puede cuantificar en términos de rendimiento suministrado a los usuarios BE y el retardo promedio suministrado a los usuarios EF, etc., suministrado por diferentes sectores a los usuarios servidos por aquellos sectores.

[1107] Para continuar la analogía entre el programador de rendimiento proporcionalmente común y el programador de retardo proporcionalmente común, nótese que el rendimiento suministrado a los usuarios BE individuales por un sector que utiliza un programador de rendimiento proporcionalmente común disminuye en la medida en que el número de usuarios servidos por ese sector se incrementa. Sin embargo, la equidad intra-sector se mantiene. De manera similar, el desempeño de retardo suministrado a los usuarios EF individuales suministrados por un sector que utiliza un programador de retardo proporcionalmente común puede ser permisible para incrementar el número de usuarios servidos por los incrementos del sector.

[1108] El programador de rendimiento/retardo proporcionalmente común utiliza una decisión métrica de la siguiente forma para seleccionar que usuarios sirven como cualquier decisión de programación.

7/5
95

DecisionMétric = f (PacketAge, ChannelCondition, SectorLoad)

En donde el PacketAge se refiere a la diferencia entre el tiempo habitual y un sello de tiempo apropiado definido para cada paquete que espera en la cola de la estación base, la condición de canal se refiere a la calidad del enlace de radio entre el BS y el AT, y el SectorLoad se refiere al volumen y perfil del tráfico total que es servido por el sector durante un espacio corto de tiempo alrededor del tiempo habitual. La función $f()$ depende de la implementación particular del programador. También, la DecisionMétric puede referirse a una métrica de bit, una métrica de paquete, una métrica de data-grama, o cualquier otro medio para suministrar al programador con el método de selección de instancia de transmisión.

[1109] La información del ChannelCondition se puede incorporar en un programador de varias maneras. Por ejemplo, el programador de rendimiento proporcionalmente común utiliza Control de Tasa de Datos (DRC)/Avg rendimiento promedio el cual tiende a picos durante los picos de canal local. Otra aproximación podría ser utilizar DRC/AvgDRC, pero en aplicación puede favorecer los usuarios con fluctuaciones de canal más grandes. Otra posibilidad podría ser utilizar un bucle de retroalimentación para indicar un cierto percentil de picos de canal. Uno de tales bucles 300 se ilustra en la Figura 5.

[1110] Una modalidad, como se ilustra en la Figura 5, es un bucle 300 designado para determinar la calidad de canal aceptable con respecto a un umbral. La entrada, IDRC, es una función o índice del valor DRC, por ejemplo, una función de incremento de la tasa de datos asociada con el DRC, en donde el IDRC

se incrementa en la medida en que se incrementa la tasa de datos solicitada. El IDRC se suministra para comparar la unidad 302 y a un filtro de Respuesta de Impulso Infinito (IIR) 306. En un ejemplo, la constante del tiempo se ajusta a 1s, sin embargo, las constantes de tiempo alternas se pueden implementar. La salida filtrada del filtro IIR 306 se suministra a una unidad de sumado 312, que suministra el valor umbral para la unidad de comparación 302. La unidad de comparación 302 compara el IDRC con el umbral. El resultado de la comparación indica si la calidad del canal habitual es aceptable o no. El sistema determina el porcentaje de tiempo blanco cuando la calidad del canal deba ser aceptable. En el presente ejemplo, el blanco se ajusta al 30%. El blanco es variable y se puede ajustar durante la operación. Los sistemas alternativos pueden implementar otros valores o esquemas objetivo. La salida de la unidad de comparación 302 es un binario {1,0}, en donde un 1 indica la calidad de canal aceptable y un 0 inaceptable, es decir, por debajo del umbral.

[1111] Continuando con la Figura 5, la salida de la unidad de comparación 302 se suministra a un filtro IIR 304, en donde en el presente ejemplo el tiempo constante se ajusta a 0.5 s. Las constantes de tiempo alternas se pueden implementar. Desde el filtro IIR 304 se suministra la salida del filtro a una unidad de comparación 310 para la comparación con un valor de entrada, en el presente ejemplo el valor de entrada es 0.3. Si el resultado de la comparación esta por encima del valor de entrada, se suministra una señal a un acumulador de subida/descenso 308 para incrementar el umbral de determinar la calidad del canal. Esto le indica al indicador de calidad de canal que compara la unidad 302 es 1 más que 30%. Por otro lado, si la comparación esta por debajo del valor de entrada, entonces la señal suministrada a un acumulador de subida/descenso 308 instruye el incremento del umbral. La salida del acumulador de subida/descenso

308, se suministra de una unidad de sumado 312. La unidad de sumado 312 suma las salidas del acumulador de subida/descenso 308 y el filtro IIR 306, en donde la entrada del filtro IIR 306 suministra un empuje general para el umbral para comparar la unidad de comparación 302. El resultado de la sumatoria se suministra a una unidad de comparación 302. El indicador de estimación de canal es tomado desde la salida de la unidad de comparación 302. De esta manera, el programador mantiene el indicador de estimado de canal o la Información de ChannelCondition para identificar el porcentaje de buenos tiempos cuando la condición de canal es buena, es decir, picos de canal.

[1112] El SectorLoad se puede incorporar en el programador al medir la cantidad de flujos BE y EF. Finalmente, la métrica de decisión actual utilizada por el programador puede no incluir explícitamente las mediciones de ChannelCondition y SectorLoad. El DelayBound requerido por usuario se puede seleccionar adaptativamente al medir la fracción de los usuarios EF que pueden no cumplir sus términos de retardo para una cierta fracción de los paquetes IP transmitidos.

[1113] Un parámetro utilizado por algunos programadores se denomina como el "Índice de clase QoS" de un flujo, que define una prioridad relativa para ese flujo. Existe una variedad de métodos mediante los cuales las clases QoS se pueden determinar. Dentro de una clase QoS dada, diferentes flujos pueden tener muy diferentes tipos de tráfico. El Índice de clase QoS es una indicación del nivel de prioridad requerido por un flujo, y no un indicador del comportamiento estadístico del tráfico.

[1114] En una modalidad, el índice de clase QoS es un valor entero no negativo seleccionado para que el programador suministre una prioridad más alta a los flujos que tienen índices de clase QoS mayores. Aquí, el índice de clase QoS de 0 corresponde a los flujos BE/AF; en donde los flujos BE son casos especiales de flujos AF donde el valor de rendimiento mínimo requerido se ajusta a cero. Los índices de clase QoS de 1 y mayores corresponden a los flujos EF.

[1115] Nótese, que las clases QoS superiores le son dadas prioridades mayores; sin embargo los datos BE no necesariamente serán programados para ser transmitidos después de que todos los datos EF que esperan en las colas sean transmitidos. Como un ejemplo, el programador puede programar un paquete multi-usuario para transmitir un número de bits EF que se estén aproximando a un plazo final. En la misma instancia de transmisión, el programador también puede incluir datos BE de los usuarios con los DRC compatibles, es decir, formatos de transmisión, aunque no incluyendo los bits EF de usuarios con los DRC incompatibles.

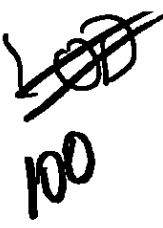
[1116] Un flujo QoS puede ser aproximadamente caracterizado por tres parámetros: (1) distribución del tamaño del data-grama IP, (2) distribución del tiempo de intervalo entre los data-gramas IP, y (3) término de retardo con relación al sello de tiempo del data-grama IP después de lo cual los contenidos de los data-gramas se vuelven inútiles.

[1117] Para los flujos BE/AF, el término de retardo es mucho menos estricto que los flujos EF, de tal forma que éste no se considerará para los flujos BE/AF, en donde el AF son los flujos de Reenvío Asegurados. Para los flujos EF que tienen el mismo término de retardo pero difieren en la distribución del tamaño del

data-grama IP y el tiempo de inter-arribo, el programador es diseñado para comportarse casi linealmente. Por ejemplo, un flujo dado que tiene el mismo término de retardo y distribución de tamaño de paquete como un flujo VoIP, pero que tiene la mitad de la distribución de tiempo inter-arribo se comportaría aproximadamente igual que dos flujos VoIP. De manera similar, un flujo que tiene el mismo término de retardo y una distribución de tiempo inter-arribo, pero dos veces en la distribución de tamaño de data-grama del flujo VoIP, se comportaría también aproximadamente como dos flujos VoIP al programador. Múltiples no enteros de tamaño de paquete y tiempo inter-arribo serán fácilmente previstos mediante agregaciones de tipo de flujo "unidad" básica.

[1118] El término de retardo, sin embargo, tiene un efecto muy diferente sobre el programador que las distribuciones del tamaño de data-grama y tiempo de inter-arribo. El programador trata flujos con términos de retardo inferiores con prioridad superior. En algún sentido, ajustando el término de retardo de un flujo a un valor inferior es una manera suave de incrementar el índice de clase QoS.

[1119] Como se discutió previamente aquí, la programación de las transmisiones esta relacionada con el control de admisión, en donde el control de admisión determina cuando un usuario o flujo es aceptado para procesamiento y programación luego determina cuando y como tales flujos serán transmitidos. En otras palabras, el control de admisión determina que datos serán elegibles para la inclusión en la instancia de transmisión, y la programación determina entonces los datos específicos, formatos y el orden de las instancias de transmisión. Por lo tanto, la operación del programador puede impactar el esquema de control de admisión utilizado en un sistema dado.



[1120] De acuerdo con una modalidad, en la medida en que la carga del sistema se incrementa, típicamente IOS flujos BE/AF se programan de tal forma que cada uno sufre degradación justamente. Para los flujos EF, sin embargo, la degradación es típicamente no homogénea. Más específicamente, las clases QoS inferiores son primero degradadas en un intento por mantener las clases QoS superiores funcionando adecuadamente. En una clase EF QoS dada, e ignorando las diferencias en las configuraciones de término de retardo, los usuarios con geometrías inferiores son degradados para mantener tantos usuarios como sea posible recibiendo el desempeño deseado. Esta aproximación es tomada para maximizar el número de usuarios EF soportado. Para flujos EF homogéneos, los usuarios EF son degradados no homogéneamente partiendo con los usuarios de geometría más baja y propagándolo a los usuarios de geometría más alta. Esta aproximación tiene varias consecuencias que son tratadas por fuera del programador, y más específicamente, mediante la admisión de procesamiento de control. Algunas de estas consecuencias se ilustran en los siguientes ejemplos.

[1121] Esta funcionalidad del programador se ilustra en la Figura 6, en donde los flujos son mostrados en orden salteado de acuerdo con la geometría, con un incremento de la geometría a la derecha. Dado la carga del sistema habitual, el programador le da prioridad inferior a los usuarios de geometría inferior para maximizar el número de flujos QoS que reciben el QoS deseado. El nivel de usuarios de geometría bajo se propaga a la derecha con congestión creciente. El programador degrada el servicio recibido por tales usuarios al darles una prioridad inferior. Sin embargo, este no es responsable de sacar completamente un flujo, que típicamente sería la función del control de admisión y otros bloques de monitoreo de desempeño.

~~101~~
101

[1122] Considere una situación en donde todos los usuarios tienen un flujo simple y tienen la misma clase QoS, tal como un flujo VoIP, y el usuario de geometría más alta solicita un flujo EF de rendimiento muy alto. El programador puede asignar todas las franjas FL al usuario de geometría más alta, aún si esto significa no transmisiones a otro usuario. Generalmente, una decisión de admisión para el flujo es manejada mediante el procesamiento de control de admisión, que considera la carga corriente del sistema. Cuando el control de admisión admite el flujo, el programador desarrolla cualquier funcionalidad básica y asigna todas las franjas FL al usuario. Nótese, que degradar los usuarios de geometría más baja no necesariamente significa que el programador maximice el número de usuarios EF que tienen un desempeño de recepción aceptable. El programador puede maximizar tal número si todos los usuarios tienen el o los mismos parámetros QoS y el mismo tipo de tráfico (por ejemplo, solamente VoIP).

[1123] Si un usuario de geometría bajo cuyos servicio se degrada por el programador debido a una congestión media se le solicita un rendimiento muy bajo (por ejemplo, 1 Byte cada segundo), el programador puede no dar el rendimiento solicitado o deseado a este usuario aunque este no efectuaría el desempeño FL. De nuevo, es responsabilidad del control de admisión anticipar la operación del programador con respecto a este usuario dada la carga del sistema habitual. En este caso, el control de admisión puede forzar al programador a suministrar servicio a este usuario al incrementar su Índice de clase QoS.

[1124] Para las siguiente discusión, considere el tráfico EF homogéneo como un escenario en donde todos los usuarios son usuarios EF con el mismo modelo de tráfico. El programador crea primero una lista de instancias de transmisión candidata para un conjunto de formatos de transmisión de usuario

simple y multi-usuario. Los formatos de usuario simple son empaquetados con bits desde las colas de usuario correspondientes. Los formatos multi-usuario son empaquetados con bits desde las colas de usuarios que tienen los DRC compatibles.

[1125] El programador asigna entonces una métrica de paquete a cada una de las instancias de candidato y selecciona la instancia de transmisión de candidato que corresponde a la métrica de paquete más largo. La métrica de paquete puede ser un "polinomio de rendimiento", en donde la operación de comparación se define como la comparación de "léxico" que suministra una maximización bien definida.

[1126] Considere la métrica de paquete para el caso especial en donde todos los usuarios son usuarios EF y cada usuario tiene un flujo EF del mismo tipo, por ejemplo, un sistema solo VoIP, y un formato de transmisión multi-usuario, en donde para crear la instancia de transmisión multi-usuario para este formato, los bits son empaquetados desde las colas de los usuarios con los DRC compatibles. Entre estos usuarios, los bits son seleccionados con base en el sello de tiempo de los data-gramas IP correspondientes sobre una base de primero-entrado primero-salido. Los términos de retardo son asumidos por ser los mismos para este ejemplo. Entre los bits que tienen los mismos sellos de tiempo, la selección sigue el orden en el paquete IP, y entre los diferentes usuarios, la selección se desarrolla de una manera que minimice el número de usuarios que tienen datos en el paquete.

[1127] El polinomio de datos útiles de una instancia de transmisión puede entonces ser dado como:

$$P(x) = B_D Z^D + B_{D-1} Z^{D-1} + \dots + B_1 Z^1 + B_0$$

En donde B_n representa el número de bits incluidos en la instancia de transmisión candidata que incurre en un retardo de n franjas. El valor de D puede ser igual al término de retardo en la medida en que los bits pueden ser sacados de la cola cuando tales bits han estado en la cola durante un período que excede el término de retardo, y así incurrir en más de D franjas de retardo.

[1128] El polinomio de rendimiento se obtiene al filtrar y sub-muestrear el polinomio de datos útiles. Un método es segmentar el vector de coeficiente del polinomio de datos útiles en grupos N y luego sumar los coeficientes dentro de cada grupo para obtener una representación condensada del polinomio de datos útiles. El polinomio de rendimiento es luego obtenido al dividir el polinomio de datos útiles por el número esperado de franjas para que la instancia de transmisión candidata sea decodificada por todos los usuarios de interés. El procedimiento se ilustra en la Figura 7, en donde la hilera superior es el polinomio de datos útiles $p(x)$, y la hilera inferior es $c(x)$ que es la representación condensada del polinomio de datos útiles. La variable x es el índice de instancia de transmisión.

[1129] El polinomio de rendimiento es entonces dado como:

$$T(z) = c(z)/N_g$$

En donde N_g es un tramo "genérico" para el formato de transmisión bajo consideración y el método de su cálculo se discute adelante. El polinomio de

109

rendimiento resultante es luego utilizado como la métrica del paquete en la selección de una instancia de transmisión candidata entre un conjunto de otras varias alternativas, cada una similarmente obtenida.

[1130] Nótese que la métrica de paquete descrita anteriormente sugiere un compromiso entre la ejecución de latencia y el rendimiento. Si $N-1$ fueron seleccionados para ser iguales a D , esto es si $c(x) = p(x)$, entonces la métrica del paquete ejecutaría la transmisión de los bits que incurren en el retardo más largo primero. Subsecuentemente, los bits que incurren en el retardo más largo siguiente serían considerados en la selección de una instancia de transmisión candidata. Este es un resultado de la comparación "léxico" utilizada para comparar las métricas de paquete (es decir, los polinomios de rendimiento). De esta manera, la comparación inicia al identificar el orden más alto de cada polinomio. Si un polinomio es de un orden superior, entonces ese polinomio se define como el polinomio más largo. Si ambos tienen el mismo orden, entonces los coeficientes son comparados partiendo con el orden más alto; cuando el coeficiente más alto se encuentra en un polinomio, ese polinomio se define como el polinomio más largo.

[1131] La segmentación de los coeficientes de $p(x)$ para obtener $c(x)$, implícitamente ignoran las diferencias en el retardo incurrido que corresponde a los bits dentro de cada segmento. Al regresar, existe una maximización del rendimiento que ahora tiene más flexibilidad. La mayor flexibilidad para maximizar el rendimiento se obtendría si todos los coeficientes de $p(x)$ se combinaran en un segmento simple (por ejemplo, $c(x)$ de orden cero).

[1132] En un ejemplo, dos segmentos (por ejemplo, $c(x)$ de orden uno) suministran un compromiso. El término de orden más largo tiene el impacto más grande. Cuando existe una atadura entre varias instancias de candidato, los términos de $c(x)$ serían considerados. Por lo tanto, puede no ser necesario segmentar los coeficientes de $p(x)$ en más de dos segmentos. Esto de como resultado un parámetro simple para optimizar, que se denotará por α y se llamará "la fracción de retardo". En resumen, con dos segmentos, $c(x) = (hi2)z^{-1} + (hi)$, donde "hi2" y "hi" son el número de bits en cada segmento, respectivamente. Más específicamente, hi2 es el número de bits incluidos en la instancia de transmisión candidata que incurre en mayor retardo que α veces el término de retardo; y, "hi" es el número de bits que incurre en el retardo más pequeño.

[1133] Para el caso de los usuarios que tienen todos los tráfico EF, pero con diferentes modelos de tráfico (por ejemplo, diferentes términos de retardo), los argumentos se modifican. Los bits con términos de retardo más pequeños van a ser parte del segmento hi2 más pronto que los bits con términos de retardo mayores. Una forma natural de lograr esto es utilizar β veces el retardo, opuesto al "retardo" solo, en paquetes de bits en las instancias de transmisión candidata y para determinar cuando los bits van a volverse parte del engranaje hi2.

[1134] En general, β se designa por ser proporcional a uno sobre el término de retardo. Un resultado de esto es que los bits EF con términos de retardo inferiores tenderán a tener prioridad sobre los bits EF con términos de retardo mayores.

[1135] La Figura 8 ilustra un programador de acuerdo a una modalidad. El programador 600 incluye una unidad de control de retardo adaptativa 602

acoplada a una unidad de almacenamiento de memoria 604 adaptada para almacenar y mantener la información de cola. La unidad de almacenamiento de memoria 604 también almacena información que se relaciona con cada cola, incluyendo el retardo y/o la sensibilidad de rendimiento, la clase de prioridad, tal como EF, BE, etc., y otra información que se puede designar en el programador, tal como otra información QoS. Los datos de cola y la información almacenada en la unidad de almacenamiento de memoria 604 se suministra a la unidad de cálculo métrico 608 y la unidad de cálculo métrico de empaquetamiento de bits 606. Estas unidades generan una métrica de bit y una métrica de empaquetamiento de bit, respectivamente. La métrica de bit calculada es suministrada a la unidad de cálculo métrica de bit 608, la unidad de cálculo métrico de paquete 616, y la unidad de selección de cola 610. La métrica de empaquetado de bit y las colas seleccionadas se suministran al generador de instancia de transmisión candidato 612. La métrica de paquete proveniente de la unidad de cálculo métrico de paquete 616 y el conjunto de instancias de transmisión candidatas generadas por el generador 612 se suministran a la unidad de selección de instancia de transmisión 614.

[1136] La Figura 9 detalla la unidad de almacenamiento de memoria 604 como colas múltiples de almacenamiento que tienen datos pendientes. Los datos de cola son almacenados por flujo como datos de cola 620. Para cada cola 620 existe una clase QoS correspondiente o clase de prioridad 622 y un designador de sensibilidad 624.

[1137] La Figura 10 es un diagrama de flujo que ilustra el método de programación de acuerdo a una modalidad. El método 500 determina primero un diamante de decisión 502 si el FL esta ocupado, es decir, si la franja de tiempo

107

esta disponible para una nueva transmisión de paquete. Si la franja esta disponible para una nueva transmisión de paquete, el programador genera una lista de instancias de transmisión candidata con base en un sub-conjunto de formatos de transmisión definidos y derivados en la etapa 504. La métrica de paquete que corresponde a cada instancia de transmisión candidata es calculada en la etapa 506. En la etapa 508, el programador selecciona una instancia de transmisión que tiene un valor más grande para la métrica de paquete. En la etapa 510 la instancia de transmisión se formatea para la transmisión.

[1138] La Figura 11 ilustra una modalidad para generar un conjunto de instancias de transmisión candidata e implementar la etapa 504 en el método 500. En la etapa 520 el programador calcula la métrica de bit para cada entrada de cola. En la etapa 522 el programador calcula la métrica de empaquetamiento de bit para cada cola. Los valores de métrica de bit son comparados para seleccionar un conjunto de colas para una instancia de transmisión, etapa 524. La métrica de empaquetamiento de bit es utilizada para generar instancias de transmisión candidata que utilizan un conjunto de colas, etapa 526. Ejemplos de métodos y medios para tales cálculos y comparaciones se suministran a continuación.

[1139] Nótese en una modalidad, una instancia de transmisión candidata con un formato de usuario simple es generado para cada usuario que tiene datos pendientes. El formato de transmisión es ajustado al formato canónico que corresponde al DRC del usuario. Para los usuarios de los cuales DRC nulo ha sido recibido, una instancia de transmisión candidata es creada solamente si el usuario tiene datos "EF" pendientes. Para los usuarios BE/AF, los DRC nulos no son servidos en razón a que estos usuarios intentan mantener tasas de caída bajas en la capa de Protocolo de Capa de Radio (RLP).

[1140] Una instancia de transmisión candidata con un formato de usuario múltiple es generada para cada de los formatos multi-usuario definido y derivado "canónico". Se puede utilizar una bandera para permitir los formatos derivados en esta etapa.

[1141] Nótese, el conjunto de instancias de transmisión candidata generados en la etapa 506 están basados en los formatos "canónicos". Esto es los paquetes cortos no están incluidos en esta etapa. El propósito es ayudar a presionar el programador hacia usuarios de geometría superiores y evitar que los usuarios de geometría baja abusen de los paquetes cortos y reducir así el rendimiento FL. Los paquetes cortos son utilizados en la etapa de maximización de eficiencia de empaque (como se ilustra en la figura 12) cuando la instancia de transmisión candidata seleccionada tiene unos datos útiles que se ajustan en un paquete corto.

[1142] La etapa de maximización de eficiencia de empaque se puede desarrollar consistente con la Figura 2. En esta etapa, la instancia de transmisión candidata seleccionada puede ir a través de un cambio de formato de transmisión de acuerdo con las reglas siguientes.

(1) Si la instancia de transmisión candidata seleccionada contiene un dato de usuario simple, el formato re-seleccionado se le permite que sea un formato de usuario simple compatible con los DRC de usuario o un formato multi-usuario.

(2) Si el formato de transmisión candidato seleccionado contiene dos o más datos de usuario, el formato re-seleccionado puede solamente ser otro

formato multi-usuario. Si en cualquier caso, el formato más pequeño capaz de llevar la carga útil se selecciona. Esta pos-conversión es además controlada por banderas que pueden evitar la conversión a algunos formatos multi-usuario.

[1143] En una modalidad, la etapa 510 de formatear la instancia de transmisión incluye además la etapa 530 donde el programador maximiza la eficiencia del paquete de la instancia de transmisión, y la etapa 532 en donde el programador desarrolla un cálculo ACK a priori, ver Figura 12. Adicionalmente, la etapa 530 puede incluir el método como se ilustra en la Figura 13. La instancia de transmisión es evaluada primero para determinar si se utiliza un formato de usuario simple, diamante de decisión 540. Si se utiliza un formato de usuario simple, la etapa Each es detallada además a continuación.

[1144] En una modalidad, el programador determina el tramo máximo que corresponde a los DRC de los usuarios para los cuales la instancia de transmisión seleccionada llevará bits de datos. El programador cuenta el número designado de franjas de transmisión. Si existen cualesquiera usuarios que no hayan reconocido el recibo correcto de la información transmitida, es decir, transmitido un mensaje ACK, y si existen datos pendientes en cualquiera de las colas, el AN termina la transmisión.

[1145] Una modalidad alternativa incluye medios y métodos específicos para completar el método 500 ilustrado en la Figura 10, que incluye, pero no está limitado a, empaquetamiento de bits para crear cada instancia de transmisión candidata y el cálculo de una métrica de paquete.

[1146] Los cálculos de métrica de paquete son desarrollados en la etapa 508, aunque el empaquetamiento de bits es parte de formatear la instancia de transmisión de la etapa 508. En general, una instancia de transmisión de usuario simple puede estar empaquetada con bits de uno o más flujos del mismo usuario. Una instancia multi-usuario con un formato "definido", tal como uno definido en la Tabla 1, puede ser empaquetada con bits de uno o más usuarios, en donde tales usuarios han transmitido los DRC compatibles con el formato multi-usuario. Una instancia multi-usuario con un formato "derivado" puede ser empaquetada con bits de uno o más usuarios los que transmiten los DRC compatibles con el formato multi-usuario y que satisfacen los requisitos adicionales de "compatibilidad suave". Un DRC es considerado compatible suave a un formato multi-usuario derivado si el número esperado de franjas para decodificar el correspondiente formato "definido" es menor o igual que el tramo del formato derivado. El número esperado de franja se puede obtener al comparar la Señal a Interferencia y Tasa de Ruido (SINR) requerida para el DRC recibido al SINR requerido para decodificar el formato derivado exitosamente (por ejemplo, bajo condiciones de Ruido Gaussiano Blanco Promedio (AWGN)). Alternativamente, el número esperado de franjas se puede determinar al comparar la tasa solicitada con la tasa de datos efectiva del formato derivado.

[1147] La siguiente descripción asume las clases QoS que incluyen: i) BE/AF; y una clase de EF. El método permite la extensión de clases EF múltiple también. De acuerdo con la presente modalidad, cada bit pendiente en la cola es asignado a una métrica de bit que es dada como un polinomio de la forma:

$$B_i(z) = [h_{i2}]z^2 + [h_{i1}]z^1 + [l_o]$$

En donde i es un índice del bit, y solamente uno de los tres coeficientes $\{hi2, hi, lo\}$ se le permite no ser cero. Nótese, que aunque la descripción es dada como nivel de bit, típicamente todos los bits en un data-grama IP tienen la misma métrica y los cálculos de métrica de paquete no pueden necesariamente involucrar acumulaciones de nivel bit.

[1148] Permitir δ ser el retardo corriente asociado con un bit proveniente de un flujo EF. Establecer las siguientes definiciones para $hi2$ y hi :

$$hi2 = \beta \delta + \mu \quad \text{si } \delta > \alpha \text{ DelayBound}$$

y

$$hi = \beta \delta + \mu \quad \text{si } \delta \leq \alpha \text{ DelayBound}$$

en donde β es el parámetro asociado con el flujo EF e inversamente relacionado con el término de retardo; en donde μ es un número grande; y en donde α es un escalar fijo, por ejemplo 0.25, y es independiente del tipo de flujo EF.

Para el flujo BE/AF, establecer lo como sigue:

$$Lo = \frac{1}{\text{AvgThroughput} - \text{TrgtThroughput}}$$

En donde AvgThroughput es el rendimiento promedio del usuario correspondiente y TrgtThroughput es el rendimiento deseado mínimo para ese usuario. Para el usuario BE, el TrgtThroughput se establece como cero. La métrica de paquete (por ejemplo, el polinomio de rendimiento) es luego obtenido como sigue:

$$\text{PacketMetric} = \text{AccumulatedBitMetric} / N_g$$

En donde N_g es el tramo genérico de la instancia de transmisión candidata definida o derivada bajo consideración y la métrica de bit acumulada (AccumulatedBitMetric) es la suma de las métricas de bit que corresponden a todos los bits incluidos (o empaquetados) en la instancia candidata. El valor N_g puede ser un conjunto de tramo nominal del tipo definido o derivado. Alternativamente, este puede ser establecido como uno, en cuyo caso la métrica de paquete será igual a la métrica de bit acumulada. En este caso, el programador funcionará para maximizar los datos útiles por instancia de transmisión en lugar del rendimiento por instancia de transmisión. Este puede tener el efecto indeseable de crear insensibilidad DRC, originando así desempeño degradado en donde tal degradación puede no seguir el comportamiento ilustrado en la Figura 6. Otra aproximación es ajustar N_g a un "seudo-tramo" que se puede ajustar para 1 y 2 paquetes con tasa alta de franja, ajustar a dos para 4 paquetes de franja, etc., distinguiendo así los paquetes de tasa alta con base en datos útiles, aunque los formatos de tasa baja sean desanimados al ajustar N_g a valores mayores.

[1149] Las siguientes propiedades suministran un empuje hacia usuarios de geometría alta al programador:

- (1) Si un DRC es compatible con un formato multi-usuario, este también es compatible con todos los formatos multi-usuario de tasa de datos nominales inferiores; y
- (2) El programador utiliza el polinomio de "rendimiento" como dispositivo de selección.

[1150] Un diseño utiliza un término μ de valor grande en la definición de los coeficientes h_1 y h_2 para las métricas de bit. Los bits son empaquetados en orden de acuerdo al valor de β en razón a que μ es común a todos los bits. La métrica de paquete se calcula como si la entrada correspondiente de la métrica de bit se cambiara a uno resultando así en una métrica de paquete proporcional al polinomio de rendimiento. Esto elimina el efecto del β en la métrica de paquete para el cálculo métrico de paquete.

[1151] Nótese, como se describió anteriormente, que el programador aplica un DelayBound fijo a todos los usuarios. Típicamente, los usuarios que experimentan buen cubrimiento requieren solamente una fracción del DelayBound. En la medida en que el número de usuarios se incrementa, la degradación inicia primero en los usuarios más débiles, mientras que los usuarios a geometrías altas pueden no estar fuertemente afectados por la carga.

[1152] Una modalidad capaz de adaptación establece la asociación retardada y parámetros relacionados (por ejemplo, α) al medir la fracción de buenos usuarios EF. El DelayBound usado por el programador se puede incrementar interactivamente o reducir para mantener la fracción de usuarios buenos en un nivel deseado. Un bucle de primer orden único con una unión inferior para DelayBound se implementa en una modalidad.

[1153] En el programador descrito aquí anteriormente, el método que define la métrica de bit para usuarios BE/AF que utilizan el siguiente cálculo:

$$\text{Métrica de bit} = 1/[\text{AvgThroughput} - \text{TargetThroughput}].$$

Otras definiciones de métrica de bit se pueden implementar para diferentes sistemas, metas operacionales, y diseño.

[1154] Los formatos de transmisión FL compatibles con cada índice DRC también se listan en la tabla 1 para dos conjuntos de subtipos de protocolo definidos en las especificaciones 1xEV-DO Re1-0 y Revisión A, respectivamente, que incluyen cambios propuestos en contribuciones recientes para Rev-A que define formatos multiusuario compatibles para Índices DRC de 0x0, 0x1, y 0x2. Un formato de transmisión, como en la especificación Rev. A, se representa por la tripleta (PacketSize, Span, PreambleLength). "PacketSize" es el número de bits del formato de transmisión que lleva e incluye el Código de Redundancia Cíclico (CRC) y cola. El "Span" es el número nominal (por ejemplo, máximo) el número de de ranuras que una instancia de transmisión podría tomar en el enlace directo. El "PreambleLength" es el número total de chips de preámbulo. Como en la revisión A de la especificación 1xEV-DO, los formatos de transmisión "canónicos" para cada DRC se indican en negrilla. Note, que el Re1-0 solo define formatos de transmisión de usuario único, en donde ciertos subtipos en revisión A definen ambos formatos de usuario únicos y multiusuario. Adicionalmente, en los formatos de transmisión múltiple, revisan a, se pueden definir para cada índice de DRC. El AT trata de recibir paquetes en cada uno de estos formatos. Los formatos multiusuario se distinguen por sus índices MAC únicos, es decir, el preámbulo para cada formato multiusuario utiliza una cubierta Walsh distinta. Los formatos de usuario único todos utilizan el índice MAC asignado a un usuario.

115

Tabla 1: Formatos de transmisión para 1xEV-DO Re1-0 y Rev. A

Índice DRC	Tasa (Kbps)	Formato de Transmisión Rev0	Formatos de Transmisión de Usuario Único RevA	Formatos de Transmisión Multiusuario RevA
0x0	0.0	Ninguno	(128,16,1024), (256,16,1024), (512,16,1024), (1024,16,1024)	Ninguno
0x1	38.4	(1024,16,1024)	(128,16,1024), (256,16,1024), (512,16,1024), (1024,16,1024)	Ninguno
0x2	76.8	(1024,8,512)	(128,8,512), (256,8,512), (512,8,512), (1024,8,512)	Ninguno
0x3	153.6	(1024,4,256)	(128,4,256), (256,4,256), (512,4,256), (1024,4,256)	(128,4,256), (256,4,256), (512,4,256), (1024,4,256)
0x4	307.2	(1024,2,128)	(128,2,128), (256,2,128), (512,2,128), (1024,2,128)	(128,4,256), (256,4,256), (512,4,256), (1024,4,256)
0x5	307.2	(2048,4,128)	(512,4,128), (1024,4,128), (2048,4,128)	(128,4,256), (256,4,256), (512,4,256), (1024,4,256), (2048,4,128)
0x6	614.4	(1024,1,64)	(128,1,64), (256,1,64), (512,1,64), (1024,1,64)	(128,4,256), (256,4,256), (512,4,256), (1024,4,256)
0x7	614.4	(2048,2,64)	(512,2,64), (1024,2,64), (2048,2,64)	(128,4,256), (256,4,256), (512,4,256), (1024,4,256), (2048,4,128)
0x8	921.6	(3072,2,64)	(1024,2,64), (3072,2,64)	(128,4,256), (256,4,256), (512,4,256), (1024,4,256), (2048,4,128), (3072,2,64)
0x9	1228.8	(2048,1,64)	(512,1,64),	(128,4,256), (256,4,256),

			(1024,1,64), (2048,1,64)	(512,4,256), (1024,4,256), (2048,4, 128)
0xA	1228.8	(4096,2,64)	(4096,2,64)	(128,4,256), (256,4,256), (512,4,256), (1024,4,256), (2048,4,128), (3072,2,64), (4096,2,64)
0xB	1843.2	(3072,1,64)	(1024,1,64), (3072,1,64)	(128,4,256), (256,4,256), (512,4,256), (1024,4,256), (2048,4,128), (3072,2,64)
0xC	2457.6	(4096,1,64)	(4096,1,64)	(128,4,256), (256,4,256), (512,4,256), (1024,4,256), (2048,4,128), (3072,2,64), (4096,2,64)
0xD	1536.0	Ninguno	(5120,2,64)	(128,4,256), (256,4,256), (512,4,256), (1024,4,256), (2048,4,128), (3072,2,64), (4096,2,64), (5120,2,64)
0xE	3072.0	Ninguno	(5120,1,64)	(128,4,256), (256,4,256), (512,4,256), (1024,4,256), (2048,4,128), (3072,2,64), (4096,2,64), (5120,2,64)

[1155] Como recordatorio, una instancia de transmisión se refiere a un formato de transmisión con un conjunto particular de bits de una o mas colas seleccionadas por se transportadas por esta. Una instancia de transmisión candidato se refiere a una instancia de transmisión a ser evaluada por un algoritmo programador para transmisión posible. Los formatos de transmisión multiusuario (1024,4,256), (2048,4,128), (3072,2,64), (4096,2,64), y (5120,2,64) se refieren como los formatos de transmisión multiusuarios canónicos. Los formatos de transmisión multiusuarios (128,4,256), (256,4,256), y (512,4,256) se refieren como "formatos multiusuarios no canónicos". Los formatos de transmisión derivados se obtienen simplemente al configurar el recorrido de los formatos

definidos correspondientes a valores más pequeños que el valor nominal, como se obtuvieran de los formatos definidos por terminaciones anteriores. En resumen, los formatos de transmisión en instancias pueden ser canónicos o no canónicos; usuarios únicos, o multiusuarios; y definidos o derivados. El término "número nominal de ranuras" se utilizara para referirse al número máximo de ranuras para un formato de transmisión definido y el número máximo redefinido de ranuras para un formato de transmisión derivado.

[1156] La siguiente descripción de los medios y métodos de programador considera una programación basada en octetos, en los cuales los octetos que penden en varias colas pueden ser servidos en cualquier cantidad (en unidades de octetos). Típicamente, cada flujo se almacenara al menos en una cola de datos. Por lo tanto, cada cola tiene requerimientos QoS específicos asociados a este. Los datos se almacenan en cada cola en octetos. La programación se puede desarrollar en donde menos de un octeto completo de datos se coloca en una instancia de transmisión o paquete de capa física para transmisión en el FL.

[1157] Note que, ciertas aplicaciones pueden requerir programación basada en estructura, en la que los datagramas (encapsulados) del flujo a ser servido sin fragmentación dentro de paquetes de capa físicos. Los medios y métodos de programar basados en octetos también se pueden extender a programación basada en estructura.

[1158] Note que también, el control de admisión se relaciona cercanamente con la programación, en donde el control de admisión sirve para admitir/rechazar flujos de entrada basados en cargas de sistemas actuales y al predecir si el flujo

de entrada puede ser servido satisfactoriamente (es decir, cumple con los objetivos QoS) sin originar degradación inaceptable de los flujos ya admitidos.

[1159] Como se utiliza aquí, "flujo" se refiere a una corriente de datos dirigida a un usuario dado. La fuente de un flujo puede ser una o más aplicaciones de usuario, que incluyen, pero no están limitadas a, descargas de archivos (ftp), navegar la web (http), jugar en línea VoIP, entre muchas otras. Un flujo también se puede generar por lo sistemas de comunicación en sí mismos, tal como flujos de señalización que sirven para mantener el sistema operacional mientras que se mantienen las secciones de usuario apropiadamente. Otro ejemplo de un flujo es una corriente de datos generada por una aplicación de ensayo, en donde la corriente de datos se utiliza para ensayar al menos una porción del sistema de comunicaciones.

[1160] En otras palabras, un flujo es una corriente de datos, y es parte de una comunicaron a al menos a un usuario. Existe una variedad de aplicaron de flujos, cada uno tiene requerimientos QoS específicos y tolerancias. Cada flujo puede tener un conjunto diferente de requerimientos QoS, tal como rendimiento objetivo y asociación retardada. Ejemplos de tales requerimientos se discuten específicamente aquí adelante.

[1161] Un usuario puede tener flujos múltiples, concurrentes con diferentes requerimientos QoS. Cada flujo se puede generar ya sea mediante una aplicaron única, tal como para VoIP, ftp, señalización, etcétera o este se puede generar mediante múltiples aplicaciones que se agregan dentro de un flujo único mediante el Controlador de Estación Base (BSC). Si los agregados BSC fluyen de esta forma el flujo agregado puede aparecer al programador como un flujo único con

requerimientos QoS bien definidos. El programador puede no ser capaz de distinguir entre datos generados por diferentes aplicaciones pero contenidos en un flujo agregado. U otro tipo de agregación que se puede desarrollar por el programador se presenta aquí adelante.

[1162] Cada flujo tiene al menos una cola que soporta datos para la Transmisión de Primer Vez (referido como FTx) y puede tener colas adicionales para retransmisiones, tal como el Protocolo de Capa de Radio (RLP) la cola de Retransmisión (cola RTx del flujo X) y/o la cola de retransmisión de capa MAC (solicitud Repetición Automática Retrasada (ARQ), o la cola ARQ Retrasada (DARQ)). En una modalidad, cada octeto en cada cola tiene una marca temporal bien definida, mediante la cual el programador puede determinar el retraso actual incurrido por el octeto. La marca temporal se asigna a las ráfagas de datos tales como datagramas (encapsulados), que implican que cada octeto de las ráfagas de datos tiene la misma marca temporal. Datagramas individuales pueden llevar múltiples cuadros de nivel de aplicación, que se pueden haber generado mediante una aplicación en diferentes tiempos. Se asume que las marcas temporales de estructura de aplicación no son conocidas por el programador. Esta presunción es apropiada, en razón a que el datagrama completo se recibe exitosamente por un usuario antes de que cualquier estructura de aplicaron llevada por esta pueda ser analizada sintácticamente por la aplicación final receptora.

[1163] En el diseño de un programador de acuerdo con una modalidad, se consideran tres clases QoS mayores. El Mejor Esfuerzo (BE) se define en el glosario, y se refiere específicamente a los flujos que pueden típicamente producir relativamente altos retrasos extremo a extremo, pero requieren bajo índice de error de bit (BER) aunque no hay requerimiento mínimo de rendimiento, el tamaño

de los datos a ser transmitido puede ser alto. Ejemplos de flujos que pueden ser considerados BE incluyen descargas de archivos (ftp) y navegación en la web (http). El Reenvío Asegurado (AF) se refiere a flujos que son, en general, similares a los flujos BE como de algún nivel tolerante de retraso; sin embargo, los flujos AF difieren de los flujos BE en tanto que los flujos AF típicamente tienen un rendimiento promedio mínimo. Un ejemplo de una aplicación clasificada como un flujo AF es la corriente de video generada por una aplicación de videoconferencia. El Reenvío Expedito (EF) se refiere a flujos que típicamente, pero no necesariamente, tienen un bajo requerimiento de rendimiento, y tienen requerimientos de retraso extremo a extremo estrictos. El requerimiento de certeza no puede ser tan estricto como para los flujos BE; este puede ser aceptable para perder una pequeña fracción de datos de aplicación, tal como, por ejemplo, 1 a 2%. Ejemplos de aplicaciones clasificadas como flujos EF incluyen, pero no están limitados a, VoIP y juego en línea.

[1164] Con respecto a medios y métodos de programación, la diferencia entre los flujos BE y AF esta en el requerimiento de rendimiento mínimo, que es cero para los flujos BE. De otra forma, estas dos clases QoS son similares. Para diferenciar adicionalmente flujos específicos, considerar las clases EF, que pueden incluir una variedad de aplicaciones de tipo diferente. Dentro de la clase EF de flujos puede haber flujos con diferentes prioridades. Como un ejemplo, las aplicaciones tales como VoIP y la parte de audio de una aplicación videoconferencia se puede considerar como de mayor prioridad que la parte de video de la aplicación de videoconferencia. El juego en línea se puede considerar por tener menor prioridad que las aplicaciones de audio y video.

[1165] Adicionalmente a los flujos generados por las aplicaciones de usuario, un sistema que soporta el IS-856 tiene flujos generados internamente, tal como el flujo de señalización que se requiere para mantener operacional el sistema, y los flujos generados por aplicaciones de ensayo utilizadas para probar el sistema.

[1166] Requerimientos QoS típicos se pueden establecer en términos de una variedad de consideraciones descritas por variable, que incluyen pero no están limitadas a, asociación retardada, rendimiento objetivo, certeza, inestabilidad, etcétera.

[1167] La asociación retardada se identifica mediante la variable referida como "DelayBound", que es un parámetro específico para cada flujo que se refiere al retraso máxima dentro que el datagrama se esta suministrando exitosamente al usuario. El DelayBound se mide con relación a la marca temporal de un datagrama, que en la modalidad actual es un octeto. Note que, esto es diferente de la asociación de retraso fin a fin que podría involucrar componentes delay-budget diferentes del retraso FL. En una modalidad, una vez el DelayBound de un datagrama se alcanza, el datagrama se saca de la cola. En otras palabras si el datagrama no se puede enviar dentro de una asociación retardada, el datagrama se descarta.

[1168] El rendimiento objetivo se define por la variable referida como "TargetThroughput" que es otro parámetro QoS específico. El rendimiento objetivo se refiere al rendimiento promedio mínimo requerido para un flujo. El promedio del rendimiento se puede definir por vía de un filtro de Respuesta de Impulso Infinito

de primer orden (IIR) con una constante de tiempo apropiada. En una modalidad, la constante de tiempo se establece a 1ms.

[1169] Un tercer requerimiento QoS puede ser de confianza. Típicamente, la capa física del sistema suministra una Tasa de Error de Paquete 1% (PER) que puede no ser suficiente para aplicaciones que requieren una tasa de error excepcionalmente baja tal como descargas de archivos. Por lo tanto, con el fin de reducir adicionalmente pérdidas al aire, se pueden utilizar mecanismos de retransmisión. Mecanismos de retransmisión típicos son retransmisiones RLP y retransmisiones de capa MAC, tal como colas RTx y DARQ, respectivamente. Mas halla de esto, se puede utilizar el Protocolo de Control de Transmisión (TCP) como un protocolo de capa de transporte para una aplicación para suministrar confianza adicional.

[1170] En una modalidad, se designa al programador para maximizar la capacidad del sistema mientras que suministra equidad a través de flujos y cumplimiento de cierta prioridad y requerimientos QoS para cada uno de los flujos. Los conceptos de capacidad y equidad dependen de los requerimientos QoS de flujos individuales. Para flujos BE la capacidad se puede definir como el rendimiento BE total trasmitido por un sector. Para los flujos EF de una capacidad de tipo particular se pueden definir como el número de usuarios que se pueden soportar mientras que cumplen sus requerimientos QoS. En un ejemplo de programación de flujo EF, el sistema define la capacidad VoIP de tal forma que el número de usuarios VoIP se selecciona como el número que alcanzara el 95% de los usuarios, en promedio, que reciben el 98% de las estructuras de datos de aplicación (u octetos) exitosamente. En un ejemplo, el éxito se determina por estructuras recibidas dentro DelayBound específico y libre de errores de

transmisión. También se puede utilizar el criterio del éxito alterno. Para alcanzar flujos a través de equidad se puede utilizar un criterio de Equidad Proporcional (PF) para programar flujos BE, y programar flujos EF de acuerdo con un criterio de prioridad. De esta forma, en la medida que se incrementa la carga del sistema, los flujos BE sufren aun degradación es decir, los flujos BE se degradan sin diferenciación.

[1171] Para los flujos EF, es deseable tener una degradación uniforme a través de usuarios en la medida que se incrementa la carga del sistema u ocurre con gestión. La degradación se siente primero por aquellos flujos EF considerados por tener la prioridad mas baja. Entre los flujos EF que tienen requerimientos QoS similares y un mismo nivel de prioridad, la degradación afecta primero los flujos para usuarios que tienen las peores condiciones de canal. Con esta aproximación, en la medida que se incrementa la congestión del sistema el número posible más grande de flujos EF puede satisfacer sus requerimientos QoS. Esta aproximación usualmente resulta en una relación aproximadamente inversa entre una condición de canal de usuario y las estadísticas de retraso de sus flujos EF. Esta propiedad se refiere como "Equidad de Retraso".

[1172] Un "formato de transmisión" es una tripleta de la forma (PacketSize, Span, PreambleLength) que describe ciertos parámetros de un paquete FL. El PacketSize se refiere al tamaño de carga útil física en bits, Span se refiere al número máximo de ranuras que un paquete de ese formato puede ser transmitido, y el PreambleLength se refiere a la duración del preámbulo en chips.

[1173] En un sistema que soporta IS-856, se utiliza la adaptación de enlace para determinar la tasa de datos de transmisión FL para cada usuario. Cada AT

transmite una solicitud de datos que indican una tasa de datos máxima en la que el AT puede recibir datos. La solicitud de datos se refiere como el mensaje de Control de Tasa de Datos (DRC). El formato de mensaje DRC utiliza una variedad de Índices DRC, cada uno especifica un formato de transmisión. El AT envía el mensaje DRC sobre un canal DRC. Para cada Índice DRC válido, excepto el NULL DRC en IS-856 Rev1-0 hay uno o más formatos multiusuario de usuario sencillo y cero que se pueden observar en el FL por llevar datos a un usuario. La tabla 1 detalla los Índices DRC según se definen en IS-856. Adicionalmente, la tabla 1 incluye adicionalmente los formatos de transmisión compatibles para cada Índice DRC.

[1174] En la especificación Rev-A 1xEV-DO, para cada Índice DRC, uno de los formatos de transmisión de usuario único compatible se define por ser el formato canónico para DRC. Note, como se utiliza aquí, que el DRC corresponde al formato específico solicitado por el AT e identificado por el Índice DRC. De forma general, si un AT codifica exitosamente un paquete transmitido utilizando el formato canónico correspondiente a un DRC dado, entonces tal AT también podría probablemente decodificar exitosamente un paquete transmitido con cualquiera de los formatos de usuario único no canónicos compatibles o cualquiera de los formatos multiusuario compatibles. Esto es con la excepción de los Índices DRC: 0x0; 0x1; y 0x2. Note, como algunos formatos multiusuario compatibles DRC dado pueden tener longitudes de preámbulo mas grandes comparadas con el formato canónico, estos pueden resultar no necesariamente en ganancia de procesamiento de datos.

[1175] Para cualquier DRC, que excluyen todos los formatos compatibles con el Índice DRC 0x0 y los formatos multiusuario compatibles con los Índices

DRC de 0x1 y 0x2, el tamaño de la carga útil del formato no canónico es típicamente menos que o igual a aquel del formato canónico. Adicionalmente, el recorrido de un formato no canónico es típicamente mayor que o igual al recorrido del formato canónico. Si un usuario del que un Índice DRC de 0x0 (por ejemplo, solicitud de tasa NULL) a recibido se sirve en cualquier formato, no existe en general garantía de recepción confiable del paquete. También, para Índices DRC de 0x1 y 0x2, los formatos de transmisión multiusuario compatibles pueden no asegurar la recepción confiable de forma suficiente, en razón a que el tamaño de la carga útil de datos y el recorrido de estos formatos no satisface esta propiedad.

[1176] En una modalidad el programador puede no utilizar paquetes multiusuarios para servir a usuarios de los cuales el DRC recibido es 0x0, 0x1, o 0x2. También, el servicio a los usuarios a partir del que el DRC (0x0) NULL se recibe se puede limitar a ciertas condiciones. Estas condiciones se pueden diseñar en el sistema.

[1177] Para formatos de transmisión multiusuario, si un DRC dado es compatible con un formato multiusuario dado, entonces el DRC es mismo es compatible con todos los formatos multiusuarios de tasas de datos menores.

[1178] Una "instancia de transmisión" se refiere a la combinación de un formato transmisión y las identidades de los objetos de datos pueden ser llevados por un paquete de ese formato. Por ejemplo, el conjunto de Índices MAC para los usuarios a quienes el paquete son datos que lleva octetos y un conjunto de punteros de las colas correspondientes que indican exactamente que octetos son para ser llevados en el paquete que pueden definir el formato de transmisión. .

[1179] El programador puede generar un conjunto de instancias de programación hipotéticas, y luego seleccionar una de estas instancias para transmisión el FL. El término utilizado en este documento para referirse a cualquiera de estas instancias de transmisión hipotética es una "instancia de transmisión candidata".

[1180] En una modalidad de un programador que incorpora administración retardada capaz de adaptarse se utilizan varios métricos mediante el programador, e incluyen: 1) una métrica de inserción de bits; 2) una métrica de bits; y 3) una métrica de paquete. La métrica de bits se utiliza para seleccionar colas que son elegibles para incorporación en una instancia de transmisión actual. Las métricas de inserción de bits determinan el orden en que los bits (u octetos), que están pendientes en varias colas, se incluyen en una instancia de transmisión candidata dada. Una vez se crea una instancia de transmisión candidata, una métrica de paquete se calcula para la instancia de transmisión candidata. La métrica de paquete se utiliza entonces para seleccionar una instancia de transmisión ganadora a partir de un conjunto de similitudes creadas de instancias de transmisión candidata. La métrica de paquete de una instancia de transmisión candidata se determina al resumir la métrica de bits de todos los octetos incluidos en la instancia de transmisión candidata y dividir la suma por el recorrido del formato de transmisión de la instancia de transmisión candidata:

$$PacketMetric[k] = \frac{1}{Span[k]} \sum_{i \in P[k]} BitMetric[i]$$

En donde k representa un índice para una instancia de transmisión candidata particular dentro de un conjunto de alternativas, Span[k] representa el recorrido definido por el formato de transmisión correspondiente, P[k] representa el conjunto

de octetos que se incluyen en la instancia de transmisión candidato, y $BitMetric[i]$ representa la métrica de bit ^{ésimo} octeto incluido en la instancia candidato.

[1181] Por lo tanto, la métrica de paquete se puede interpretar como un estimado de la "rendimiento instantáneo de la métrica de bit" si la instancia de transmisión candidata se sirve actualmente en el FL.

[1182] En general, si la métrica de inserción de bit de un octeto i es mayor que la métrica de inserción de bit de otro octeto j entonces la métrica de bit del octeto i se puede establecer mayor que o igual a la métrica de bit del octeto j . en este caso, los octetos pueden ser de diferentes colas. De forma similar, si la métrica de bit de un octeto i es mayor que aquella del otro octeto j , entonces la métrica de inserción de bit del octeto i se debe configurar mayor que o igual a aquella del octeto j , es decir:

$$BiMetric[i] > BitMetric[j] \Rightarrow BitStuffingMetric[i] \geq BitStuffingMetric[j]$$

$$BitStuffingMetric[i] > BitStuffingMetric[j] \Rightarrow BiMetric[i] \geq BiMetric[j]$$

[1183] Esta guía general asegura un octeto insertado en una instancia de transmisión candidato que contribuye a la métrica de paquete al menos por la misma cantidad como otro octeto que se inserta después.

[1184] Todas las métricas descritas aquí, así como también las métricas alternativas, se pueden representar en forma polinomial como sigue:

$$Métrica = [MC0] + [MC1]x + [MC2]x^2 + [MC3]x^3 + [MC4]x^4 + [MC5]x^5 + [MC6]x^6 + [MC7]x^7$$

En donde la métrica puede ser cualquiera de los tipos métricos y $MC_0, \dots, MC_7$ representan coeficientes métricos. La adición de dos métricos y la multiplicación (o división) de un métrico mediante un escalar se definen como en el álgebra polinomial; en donde cuando dos métricas se suman los coeficientes correspondientes de los dos polinomios se suman. Cuando una métrica se multiplica (o divide) por un escalar, cada uno de los coeficientes se multiplica (o divide) por el mismo escalar. Esto permite el cálculo de las métricas de paquete utilizando las métricas de bit calculadas como se dio aquí anteriormente.

[1185] Los operadores de comparación ">, >=, =, <=, <" se definen en el sentido léxico, es decir, cuando se comparan dos métricas, primero los coeficientes de los términos de mayor grado se comparan. Si son iguales, entonces los coeficientes de los siguientes términos de más alto grado se comparan, etcétera. Dos métricas son iguales, si todos los coeficientes correspondientes de las dos representaciones polinomiales son iguales. Las operaciones de comparación se utilizan para comparar métricas de inserción de bits así como también para comparar métricas de paquete.

Métricas de bit, inserción de bit, y métricas de paquete

[1186] para las métricas de bits y métricas de inserción de bit solo un término de las representaciones polinomiales correspondientes no son cero en ningún tiempo dado. El grado del término no cero es el mismo para la métrica de bit y la métrica de inserción de bit para un octeto dado. El grado de este término no cero, que usualmente se referirá a por el nombre del coeficiente correspondiente. $MC_0, \dots, MC_7$ se llamara "estado de prioridad" de la métrica de bit (inserción) (o el octeto correspondiente). La definición de la operación de

comparación implica que el término MC0 corresponde a los octetos de prioridad más bajos, y el término MC7 corresponde a los octetos de prioridad más altos. El estado de la prioridad de una métrica (de inserción) de bit para un octeto y se determina mediante el retardo actual incurrido por el octeto dado como:

$$\text{CurrentDelay}[i] = \text{CurrentTime} - \text{TimeStamp}[i]$$

Y al utilizar un conjunto ordenado de umbrales conocidos como los "umbrales de prioridad" definidos por el flujo al que el octeto pertenece. El TimeStamp[i] es un timestamp definido apropiadamente para el octeto i. cada intervalo definido por el umbral de prioridad se mapea a un estado de prioridad. Los umbrales de prioridad y el mapeo de los intervalos así definidos para los estados de prioridad se pueden especificar al programador para cada flujo separadamente. El CurrentDelay[i] del octeto se compara con estos conjuntos ordenados de umbrales para determinar el intervalo dentro del cual este cae. Este, en cambio, define el estado de prioridad de la métrica (de inserción) de bit.

[1187] Las anteriores operaciones utilizan umbrales de prioridad M y estados de prioridad M+1 para cada flujo. El valor de M se establece en dos en una modalidad que es una implementación del software de un programador. Para cada flujo, dos umbrales de prioridad y tres estados de prioridad se definen. Estos umbrales de prioridad y estados de prioridad pueden permanecer típicamente sin cambio durante el tiempo de vida del flujo, aunque cada uno se puede cambiar durante la operación de por vía de un comando DSP-Driver apropiado.

[1188] Para los flujos de tráfico sensibles al rendimiento la métrica de bit se establece para:

$$TS_{BM} =$$

[1189] Y la métrica de instalación de bit se establece para:

$$TS_{BM} = \frac{GoSFactor - Thrght2DelayConvFactorBM}{\max(\varepsilon, AvgThroughput - TargetThroughput)}$$

En donde:

1. ε
 $\frac{GoSFactor - Thrght2DelayConvFactorBM}{\max(\varepsilon, AvgThroughput - TargetThroughput)}$
 $GoSFactor$ es un preflujo basado en parámetros definidos que se utiliza para suministrar varios niveles de grado de servicio a través flujos.
2. El $AvgThroughput$ es el rendimiento total filtrado (promediado) del flujo que incluye las colas FTx, RTx, y DARQ del flujo. El filtro de Respuesta de Impulso Infinito de primer orden (IIR) con una constante de tiempo, por ejemplo, como 600 intervalos (1 segundo) se utiliza para promediar.
3. El $TargetThroughput$ es un parámetro definido basado por flujo.
4. El $Thrght2DelayConvFactorBSM$ es un parámetro definido basado por flujo.
5. El $Thrght2DelayConvFactorBSM$ es un parámetro definido basado por flujo.
6. La ε representa un número positivo muy pequeño.

[1190] Para la métrica de inserción de bit de flujos sensibles al retardo, el coeficiente polinomial para el estado de prioridad se establece como sigue:

$$DS_{BSM} = AccelerationFactor * CurrentDelay + AccelerationOffset$$

En donde el AccelerationFactor es un parámetro definido por flujo. El AccelerationFactor normaliza el DelayBound que puede ser diferente para flujos diferentes. Como un ejemplo, considere dos juegos en línea diferentes. Debido a las características diferentes de las dos aplicaciones, ellas pueden tener diferentes configuraciones DelayBound específicas para el programador, sin embargo, un juego no tiene necesariamente mayor prioridad que la otra aplicación. Puede ser deseable para el programador tratar ambas aplicaciones con igual prioridad. Asuma el primer juego tiene 300 ms de asociación de retardo y el segundo juego tiene 150 ms. Luego, en cualquier tiempo no habrá ningún octeto que pertenezca al segundo juego más viejo de 150 ms, ya que el programador los descarta. Puede, sin embargo, haber octetos que pertenecen al primer juego que es más viejo que 150 ms. Sin el accelerationFactor, esto podría resultar en octetos del primer juego que ganan prioridad sobre los octetos del segundo juego. Al configurar el AccelerationFactor de cada aplicación inversamente proporcional a las configuraciones DelayBound respectivas, el programador puede normalizar este efecto indeseado.

[1191] El AccelerationOffset es un parámetro definido basado por flujo. El valor AccelerationOffset se puede establecer para un entero múltiple que el valor más grande que el AccelerationFactor pueda tener. Este valor más grande es independiente de los flujos y se puede determinar mediante implementación de software. Como un ejemplo, entre dos flujos, uno con AccelerationOffset de ser y

el otro con un AccelerationOffset positivo, los últimos octetos de flujo se incluirán en cualquier instancia de transmisión candidata antes que cualquier octeto del flujo anterior, que asume ambos flujos que son compatibles DRC con el formato de transmisión de la instancia candidata dada.

[1192] Para la métrica de bit, el coeficiente polinomial para el estado de prioridad se establece a un valor constante como sigue:

$$DS_{BM} = DS_{BitMetricValue}$$

En donde el DSBitMetricValue es un parámetro definido por flujo utilizadas para priorización progresiva. Adicionalmente, cuando dos aplicaciones que tienen aproximadamente igual prioridad, pero que tiene diferente rendimiento de entrada promedio (por ejemplo, desde el Internet a la cola), el DSBitMetricValue para cada flujo se puede establecer inversamente con respecto al rendimiento típico del flujo de tal forma que evita la aplicación con la prioridad que gana el mayor rendimiento unidamente al tener mas datos para llenar eficientemente paquetes FL.

[1193] Cada flujo de trafico se clasifica en clase sensible al rendimiento o clase sensible al retraso basado en el parámetro FlowClass. Luego la métrica de bit MCX (en donde X es un elemento de {0,...,7}) se define como sigue:

$$MCX = \begin{cases} TS_{BM} & \text{if FlowClass} = \text{ThruputSensitive} \\ DS_{BM} & \text{if FlowClass} = \text{DelaySensitive} \end{cases}$$

[1194] De forma similar, la métrica de inserción de bit se define como:

$$MCX = \begin{cases} TS_{BM} & \text{if FlowClass} = \text{ThruputSensitive} \\ DS_{BM} & \text{if FlowClass} = \text{DelaySensitive} \end{cases}$$

[1195] En una modalidad, el programador se implementa al menos parcialmente como una implementación de software. De acuerdo con esta modalidad, las métricas de inserción de bit se representan por cantidades de 16 bits que se pueden denotar como [B15...B0]. Los tres bits mas significativos determinan el estado de prioridad (por ejemplo, mapas "000" a MC0 y mapas "111" a MC7). Los 13 bits significativos restantes mantiene el valor del coeficiente en si mismo. Con esta representación, las operaciones de comparación entre las métricas de inserción de bit se pueden desarrollar directamente entre estas 16 cantidades de bit.

[1196] Las métricas de bit no se representan explícitamente en la implementación del software, como se puede derivar la información a partir de la métrica de inserción de bit. El estado de prioridad de una métrica de bit es el mismo como aquel de la métrica de inserción de bit.

[1197] La métrica de paquete de una instancia de transmisión candidata se calcula mediante la aplicación de:

$$PacketMetric[k] = \frac{1}{Span[k]} \sum_{i \in P[k]} BitMetric[i]$$

Como se describió aquí anteriormente. Note, que aunque solo un término de la métrica de bit de un octeto puede no ser cero, en general, los coeficientes de la métrica de paquete resultante puede no ser cero.

[1198] Muchos DRC son compatibles con formatos de usuario único no canónico con tamaños de carga de datos útil mas pequeña, por lo tanto no es

deseable convertir candidatos de usuario único en formatos multiusuario para alcanzar ganancias ARQ.

[1199] Si la instancia de transmisión de candidato ganadora en la etapa de selección del programador es de formato multiusuario, solo la conversión del formato (1024,4,256) de cualquiera de los tres formatos ({128,256,512},4,256) se soportan en la modalidad actual (es decir, se utiliza el formato de índice mas bajo que pueda llevar los octetos de datos seleccionados).

[1200] La discusión del bit y la métrica de inserción de bit dada aquí anteriormente consideran el caso general en donde cada octeto en cada cola se le asigna una métrica individual. La métrica es luego recalculada para cada intervalo. Modalidades alternas reducen la complejidad de tales cálculos. Asumiendo que las colas se ordenan por marca temporal, una modalidad calcula una métrica (de inserción) basada por flujo en la marca temporal mas vieja entre los octetos de cabeza de las colas del flujo. Esta métrica puede ser luego utilizada para pender actualmente octetos del flujo. Tal simplificación, asume que la métrica es una función de incremento monotónicamente del CurrentDelay de un octeto. De otra forma, hay riesgo de que el octeto cabeza de la cola pueda evitar octetos consecutivos de ser servidos. Con esta simplificación, la métrica de inserción de bit también se puede referir como una métrica de flujo.

[1201] Adicionalmente, cualquier octeto cabeza la cola que penda en la cola RTx de un flujo es probablemente mas antigua que cualquier octeto cabeza de la cola que pueda estar pendiente en la cola FTx y DARQ. De forma similar cualquier octeto cabeza de la cola que pueda estar pendiente en la cola DARQ es probablemente el más antiguo del octeto de cabeza de la cola de la cola FTx. Por

esta razón, a diferencia de hallar la marca temporal más antigua entre estas tres colas, una modalidad utiliza un orden fijo de las colas RTx, DARQ, y luego FTx para hallar la primera cola no vacía para determinar la marca temporal a ser utilizada en el cálculo métrico para el flujo. Las colas del flujo también se pueden servir en el orden de RTx, DARQ y luego FTx.

[1202] De acuerdo con una modalidad, programar tal como lo ilustrado en la figura 10 se desarrolla siempre que el FL este disponible para nueva transmisión. Note, que la implementaciones específicas pueden desarrollar alguno o todos los cálculos en cada intervalo que incluyen intervalos no disponibles. Esto se debe al tiempo que la red de acceso determina el FL está disponible para nueva transmisión, usualmente no hay mucho tiempo para llevar a cabo los cálculos involucrados en el método de programación para determinar una instancia de transmisión.

[1203] El método del programador ilustrado en la figura 10 consiste de cuatro etapas básicas: 1) generación de un conjunto de instancias de transmisión candidatas; 2) selección de un candidato entre el conjunto; 3) maximización de eficiencia de empaque; y 4) calculo PACK o *a priori*. el calculo del PACK determina una probabilidad de un AT que tiene un paquete exitosamente decodificado.

[1204] Con referencia de nuevo a la figura 10, en la etapa 504 el programador genera una lista de instancias de transmisión candidatas. Una instancia de transmisión candidata de usuario único con un formato de usuario único que corresponde a cada usuario disponible, en donde un usuario disponible es uno actualmente no prohibido del servicio por el subtipo de protocolo por ninguna razón. Adicionalmente, el DRC recibido del usuario es no-NULL, de otra

forma, el usuario tendrá negociado un protocolo de capa MAC permitiendo que uno o más formatos de transmisión se sirvan sobre el NULL DRC. Si una instancia de transmisión candidata se crea para un usuario a partir del cual se ha recibido un NULL DRC, la instancia candidato solo se le permite llevar datos que pertenecen a un flujo con un DelayBound finito y solo de la cola FTx del flujo. El formato de transmisión de la instancia candidato es el formato canónico que corresponde al DRC del usuario como se detalla en la tabla 1.

[1205] Una instancia de transmisión multiusuario candidata se genera para cada uno de los cinco formatos de transmisión multiusuario: (1024,4,256), (2048,4,128), (3072,2,64), (4096,2,64), y (5120,2,64). Aquellos usuarios que han solicitado 153.6 Kbps o mayor se sirven en formatos multiusuario. Adicionalmente el DRC de un usuario es compatible con el formato de la instancia de transmisión candidata. Adicionalmente, una instancia de transmisión candidata multiusuario satisfará una o ambas de las siguientes condiciones, o por el contrario se descartara de consideración adicional; este llevará los datos de dos o más usuarios o al menos un dato de usuario cuyo DRC se borra.

[1206] Una instancia de transmisión candidata en cualquiera de los grupos se genera al insertar bits desde uno o más flujos, en donde: 1) los formatos de usuario único solo pueden ser insertados con bits del mismo flujo de usuario; 2) los formatos multiusuario se insertan con bits de los flujos de usuario con DRC compatible.

[1207] La inserción de bits se desarrolla en orden descendente de métricas de inserción de bits. Como menciono aquí anteriormente, los requerimientos computacionales pueden resultar en el cómputo de una métrica de inserción de bit

por flujo, que luego se utiliza para octetos pendientes actualmente en colas del flujo. En este caso, la métrica de inserción de bit ayuda a determinar que flujos servirán primero; sin embargo, esta no determina que octetos de un flujo dado serán servidos. Esto asume que los octetos pendientes en una cola de flujo aparecen en el orden de la marca temporal, y los octetos de un flujo se sirven en el orden en que ellos aparecen en las colas. Esto se utiliza para colas FTx, pero no necesariamente para colas RTx/DARQ.

[1208] Como se menciona aquí anteriormente, cada flujo puede tener múltiples colas, una cola para datos transmitidos por primer vez (FTx), y otras colas para retransmisiones (cola RTx para retransmisiones RLP y/o una cola DARQ para retransmisiones de capa MAC). Si un flujo tiene colas RTX y/o DARQ no vacías, la métrica de inserción de bits para el flujo se calcula basado en las marcas temporales de cabeza de la cola mas viejas entre cualquiera de las colas FTx/RTx/DARQ no vacías. Solo una métrica de inserción de bits se calcula para colas de un flujo. La inserción de bits de un flujo dado también se debe desarrollar basado en el orden ascendente de la marca temporal cabeza de la cola entre las colas FTx/RTx/DARQ.

[1209] El ordenamiento basado en marca temporal de las colas de un flujo se pueden aproximar como un orden fijo de la cola RTx/DARQ/FTx.

[1210] Note, en la generación de instancias de transmisión candidato, que los formatos de usuario único no canónicos y formatos multiusuario cortos que llevan menos de 1024 bits nos consideran. Estos formatos se consideraran en la etapa de maximización de eficiencia de empaque. El método de programación

busca reducir la complejidad y empaque de muchos datos como sea posible por paquete.

[1211] Para evitar la situación de que un usuario que tenga condición de canal débil pero una gran cantidad de datos para transmisión gana prioridad relativa al llenar eficientemente paquetes cortos. Otro beneficio de no considerar paquetes no canónicos y cortos en esta etapa incluye, pero no se limita a, evitar cierta cuantificación de efectos que se pueden elevar en la programación basada en estructura.

[1212] En la creación de candidatos multiusuario, es posible tomar precauciones adicionales para aliviar potencialmente efectos adversos del problema de continuación discutido aquí anteriormente. Uno de tales métodos es evitar servir un paquete multiusuario en el mismo entrelazado con un paquete multiusuario iniciado y terminado previamente para un cierto número de intervalos (por ejemplo, contados en el entrelazado dado) luego del inicio del primer paquete multiusuario. Este número de intervalos se puede establecer al mínimo de recorridos de dos paquetes multiusuario o posiblemente al recorrido del primer paquete multiusuario. Esta aproximación ayuda a permitir a los usuarios ser más rápidamente elegibles para ser servidos en un nuevo paquete multiusuario, evitando así la larga curación de la inelegibilidad.

[1213] Con respecto a la etapa 508, después de que se crea la lista de instancias de transmisión candidatas multiusuario y de usuario único, el programador selecciona uno de estos candidatos (asumiendo que la lista generada anteriormente contiene al menos una instancia de transmisión candidata). Esto se hace al computar la métrica de paquete para cada uno de los

candidatos en la lista, y seleccionar el candidato con la métrica de paquete mas grande como el candidato ganador. Si ocurre el lazo, es deseable preferir formatos de usuario único sobre formatos multiusuario. También, es deseable seleccionar formatos multiusuario de tasa alta sobre formatos multiusuarios de tasa baja.

[1214] En la etapa 510, el formato de transmisión de la instancia de transmisión candidato ganadora se reconsidera y se puede cambiar para maximizar su eficiencia de empaque sin cambiar el conjunto de datos de octetos seleccionados para ser llevados por este. La terminación de la etapa 510 puede así suministrar ganancia ARQ.

[1215] Si la instancia de transmisión candidato ganadora es de formato de usuario único, entonces el formato se puede convertir al formato de usuario único no canónico de tasa mas baja que es compatible con el DRC de usuario servido que puede llevar los octetos de datos seleccionados. Otras modalidades también pueden cambiar el formato de una instancia de transmisión de usuario único a un formato multiusuario.

[1216] El mecanismo de control de tasa adaptable dentro del AT probablemente se adapta para soportar paquetes de usuario único. Muchos DRC son compatibles con formatos de usuario único no canónico con tamaños de carga de datos útiles más pequeñas; por lo tanto, no es deseable convertir formatos de candidato de usuario único en formatos multiusuario para lograr ganancias ARQ.

[1217] Aunque los formatos de multiusuario se pueden convertir a cualquiera de los formatos multiusuario de tasa baja (tan largos como los ajustes de carga de datos útiles), es aconsejable evitar tales conversiones de formato

amplias debido a los efectos potencialmente adversos del problema de continuación descrito aquí adelante.

[1218] Con referencia a la figura 12, el programador puede determinar un número máximo de intervalos (por ejemplo menos del recorrido nominal de la instancia de transmisión seleccionada) mas allá del cual esta no transmitirá la instancia de transmisión aunque esta no pueda detectar ACK de los usuarios servidos en la instancia de transmisión. Como esta etapa es opcional, esta se puede apagar de tal forma que la red de acceso termina la transmisión del paquete después de detectar un ACK del usuario servido en el paquete, o después de transmitir el recorrido completo del paquete.

[1219] Un método de implementar esta etapa es establecer el número máximo de intervalos de la instancia de transmisión a:

$$\text{maximunSpan} = \min(\text{ScheduledTxFormatSpan}, \max_{i \in \text{ServedUsers}} (\text{DRCSpan}[i]))$$

en donde el ScheduledTxFormatSpan es el recorrido del formato de transmisión programado y el DRCSpan[i] es el recorrido del formato de transmisión canónico correspondiente al DRC decodificado del $i^{\text{ésimo}}$ usuario servido en el paquete.

[1220] Varios de los parámetros utilizados por el programador se han discutido aquí anteriormente. Se presentan aquí los parámetros suministrados al programador en la interfaz DSP-Driver. Los parámetros globales se refieren a aquellos parámetros que aplicaran a todos los flujos, y los parámetros de flujo se refieren a aquellos parámetros específicos para cada flujo separadamente:

1. Parámetros Globales:

a. **FlowTPutFilterTimeConst** – Define la constante de tiempo del primer filtro IIR de primer orden utilizado para generar el rendimiento promedio, **AvgThroughput**, la variable que se mantiene para cada flujo. El filtro itera una vez cada intervalo. La entrada al filtro es el número de octetos servidos de las colas del flujo dado en un paquete que inicia en ese intervalo. El filtro se actualiza con entrada cero en intervalos en los que no inician transmisión de paquete nueva.

b. **Thrhgpt2DelayConvFactorBM** – Factor de conversión paramétrico sensible al rendimiento para retrasar la métrica sensible para el cálculo métrico de bit.

c. **Thrhgpt2DelayConvFactorBM** – Factor de conversión para métrica sensible al rendimiento para retardar la métrica sensible para el cálculo métrico de inserción de bit.

d. **FlowClass** – Describe si el flujo es del tipo sensible al rendimiento o del tipo sensible al retraso.

e. **FlowElegibleForDRCErasureMapping** – para ser utilizado por el algoritmo de mapeo de borrado DRC.

f. **ErasureMapDelaythreshold** – para ser utilizado por el algoritmo de mapeo de borrado DRC.

2. Parámetros de flujo

a. **UserId, FlowId** – suministra unos medios para indexar y determinar el propietario de cada flujo.

b. **QoSMetricState, PriorityThold[2]** – estos describen el estado de prioridad de la métrica de (inserción) de bits como una función del retraso actual. Los elementos de la disposición **PriorityThold[]** son estructuras que contienen las variables **DelayThold** y **QoSMetricState**. Cuando **CurrentDelay** de un flujo es menor que el **PriorityThold[0]**. **DelayThold**, el estado de prioridad se configura para el **QoSMetricState**. Si el **CurrentDelay** es mayor **PriorityThold[0]**. **DelayThold**, pero menor que el **PriorityThold[1]**. **DelayThold**, luego se establece el estado de prioridad para el **PriorityThold[0]**. **QoSMetricState**. Si el **CurrentDelay** es mayor que el **PriorityThold[1]**. **DelayThold** entonces el estado de prioridad se establece para el **PriorityThold[1]**. **QoSMetricState**. Las variables **QoSMetricState** toman los valores {0,...,7} que corresponden a los estados de prioridad de {MC0,...,MC7} respectivamente.

c. **AccelerationFactor**

d. **AccelerationOffset**

e. **DelayBound** – 0 representa infinito, (es decir, nunca descarta un octeto antes de servirlo): de otra forma, este representa la cantidad de retraso, con relación a la marca temporal de un octeto dado, después de que le octeto se descarta de una cola.

f. **TargetThroughput** – un parámetro utilizado en la métrica (de inserción) de bit de rendimiento sensible al flujo;

g. **FlowAggregateIndex** – flujos con el **FlowAggregateIndex** establecidos en cero no se agregan por el programador. De otra forma, los flujos con el mismo valor (no cero) del **FlowAggregateIndex** se agregan en el programador. El alcance del **FlowAggregateIndex** se limita a un usuario, es decir el mismo índice se puede reutilizar para flujos de otro usuario sin confusión.

h. **IntraFlowPriority** – flujos que contribuyen en un flujo agregado (por el programador) se sirven en el orden del **IntraFlowPriority**. Entre los flujos que contribuyen con el mismo **IntraFlowPriority**, el orden se determina mediante la marca temporal del flujo contribuyente.

i. **GoSFactor** – utilizado para suministrar niveles de grado de servicio entre flujos.

j. **DSBitMetricValue** – valor del coeficiente métrico de bit en estados de prioridad en MCX.

[1221] Note, que en la interfaz DSP-Driver, los flujos no se especifican como BE, AF, EF, o por cualquier otro descriptor de alto nivel. Por el contrario, la interfaz de DSP-Driver utiliza una descripción uniforme y de bajo nivel para todos los flujos. En el nivel mas alto, tal como el BSC, los descriptores de alto nivel específicos de flujos, tal como los requerimientos QoS y las categorizaciones

BE/EF/AF, se mapean a los parámetros básicos definidos en la interfaz DSP-Driver para cada flujo. Tales tablas de mapeo se generan para ser concebibles los tipos de flujo mediante simulación y ensayo suficientes.

[1222] Los siguientes son ejemplos que ilustran el uso de varios parámetros.

Para los flujos BE, se pueden utilizar los siguientes parámetros:

- a. QoSMetricState = 0 (MC0)
- b. PriorityThold[]. QoSMetricState = {cualquiera, cualquiera}
- c. PriorityThold[]. DelayThold = {0, 0} (infinito)
- d. DelayBound = (infinito).
- e. TargetThroughput = 0.
- f. FlowAggregateIndex = 1 (agregar todos los flujos BE de un usuario).
- g. Thrhpt2DelayConvFactorBM = 16.
- h. Thrhpt2DelayConvFactorBSM = 128.
- i. FlowClass = ThrputSensitive.
- j. FlowElegibleForDRCErasureMapping = 0.
- k. ErasureMapDelayThreshold = 0 {infinito}

[1223] Para los flujos AF se pueden utilizar los siguientes parámetros:

- a. QoSMetricState = 0 (MC0)
- b. PriorityThold[]. QoSMetricState = {cualquiera, cualquiera}
- c. PriorityThold[]. DelayThold = {0, 0} (infinito)
- d. DelayBound = (infinito).
- e. TargetThroughput = Un valor positivo
- f. FlowAggregateIndex = 0 (sin agregación)

- g. $\text{Thrhpt2DelayConvFactorBM} = 16.$
- h. $\text{Thrhpt2DelayConvFactorBSM} = 128.$
- i. $\text{FlowClass} = \text{ThrputSensitive}.$
- j. $\text{FlowElegibleForDRCErasureMapping} = 0.$
- k. $\text{ErasureMapDelayThreshold} = 0 \text{ \{infinito\}}$

[1224] Para flujos EF, se pueden utilizar los siguientes parámetros:

- a. $\text{QoSMetricState} = 0 \text{ (MC0)}$
- b. $\text{PriorityThold[]} . \text{QOSMetricState} = \{2, 3\}$
- c. $\text{PriorityThold[]} . \text{DelayThold} = \{0.25 * \text{DelayBound}, 0.5 * \text{DelayBound}\}$
- d. $\text{DelayBound} = \text{Dependiente de la aplicación}$
- e. $\text{TargetThroughput} = 0.$
- f. $\text{FlowAggregateIndex} = 1 \text{ (sin agregación).}$
- g. $\text{Thrhpt2DelayConvFactorBM} = 1.$
- h. $\text{Thrhpt2DelayConvFactorBSM} = 1.$
- i. $\text{FlowClass} = \text{DelaySensitive}.$
- j. $\text{FlowElegibleForDRCErasureMapping} = 1.$
- k. $\text{ErasureMapDelayThreshold} = 0.25 * \text{DelayBound}.$

[1225] Un flujo de señalización se suministra como sigue:

- a. $\text{QoSMetricState} = 7 \text{ (MC7, alta prioridad)}$
- b. $\text{PriorityThold[]} . \text{QOSMetricState} = \{7, 7\}$
- c. $\text{PriorityThold[]} . \text{DelayThold} = \{0, 0\} \text{ (infinito)}$
- d. $\text{DelayBound} = 0 \text{ (infinito).}$
- e. $\text{TargetThroughput} = 0.$

- f. **FlowAggregateIndex = 1 (sin agregación)**
- g. **Thrhpt2DelayConvFactorBM = 1.**
- h. **Thrhpt2DelayConvFactorBSM = 1.**
- i. **FlowClass = DelaySensitive.**
- j. **FlowElegibleForDRCErasureMapping = 1.**
- k. **ErasureMapDelayThreshold = 0.25* DelayBound.**

[1226] Los flujos BE/AF se pueden priorizar al utilizar una combinación apropiada de los siguientes parámetros:

- 1. Los estados MC0,...,MC7 permiten la priorización estricta.**
- 2. GoSFactor para priorización progresiva.**
- 3. El TargetThroughput típicamente, para los flujos AF que requieren algún rendimiento mínimo.**

[1227] los flujos EF se pueden priorizar adicionalmente al utilizar una combinación apropiada de los siguientes parámetros:

- 1. Los estados MC0,...,MC7 permiten la priorización estricta.**
- 2. El AccelerationOffset suministra la priorización durante la inserción de bit entre octetos del mismo estado de prioridad, pero no afectan directamente la selección de paquete final (en razón a que esta última etapa utiliza métricas de bit para calcular la métrica de paquete, que no depende del AccelerationOffset). Cuando dos flujos pertenecen al mismo usuario o dos usuarios diferentes están compitiendo para ser incluidos en la misma instancia de transmisión**

candidata, el flujo con el AccelerationOffset más grande recibe prioridad.

3. El DSBitMetricValue afecta las métricas de bit de tal forma que este tiene un efecto directo en la métrica de paquete. Este parámetro también se puede utilizar para priorización progresiva. Actualmente, este parámetro no se implementa.

[1228] La interfaz de DSP-Driver suministra un método flexible de agregar flujos en el programador. Note, que las agregaciones desarrolladas por el programador son diferentes de las agregaciones que pueden ser hechas por el BSC. Cuando el BSC agrega un conjunto de flujos, este agregado aparece como un flujo único al programador, y el programador recibe un conjunto único de parámetros para el flujo. El programador no puede decir los flujos de contribución. Cuando se hace la agregación en el programador, el programador naturalmente conocerá los flujos contribuyentes.

[1229] El AvgThroughput variable incluye un rendimiento total del agregado. Ciertos parámetros, tales como DelayBound, específicos para flujos de contribución de un agregado se establecen al mismo valor en la interfaz DSP-Driver. La lista de variables para ser configuradas iguales para todos los flujos contribuyentes son:

- a. UserID
- b. AggregateIndex
- c. QoSMetricState
- d. PriorityThold[2]
- e. AccelerationFactor

- f. AccelerationOffset
- g. DelayBound
- h. TargetThroughput
- i. GoSFactor
- j. DSBitMetricValue

Unos parámetros que se pueden establecer de forma diferente es el IntraFlowPriority y un parámetro que se establece de forma diferente es el FlowID.

[1230] en una modalidad, un flujo agregado se asigna un métrico (de inserción) de bit único. Esta métrica se basa en la marca temporal mas vieja entre flujos de contribución de un flujo agregado. La marca temporal de un flujo de contribución se calcula basado en las marcas temporales de cabeza de la cola de sus colas FTx/RTx/DARQ. Cuando un flujo se selecciona para inserción de bit, sin embargo, el orden en que los flujos de contribución se sirven se determina principalmente por los parámetros IntraFlowPriority asignados a cada uno de los flujos contribuyentes, y segundo por las marcas temporales de los flujos contribuyentes. Al configurar los parámetros IntraFlowPriority del mismo valor, el orden de selección de los flujos de contribución se pueden basar estrictamente en sus marcas temporales. El parámetro IntraFlowPriority se destina en su mayoría para flujos BE.

[1231] Como se discutió aquí anteriormente, cada flujo tiene una cola FTx, y puede tener colas RTx y/o DARQ. En la implementación del software, una métrica de inserción de bit única se calcula para cada flujo. Esta métrica aplica a los octetos en la cola FTx, así como también octetos en las colas RTx y DARQ. Si se

~~149~~
149

selecciona un flujo para ser servido, también se sirven colas individuales en el orden determinado.

[1232] Una modalidad de software suministra la capacidad para incrementar la prioridad de un flujo si las colas RTx y/o DARQ no están vacías. Esto se acompaña por la modificación simple del valor *Metric_{TS}* dado en la ecuación (3.3-2) como:

$$Metric_{TS} = \frac{GoSFactor * RetransmissionPriorityFactor}{Max(\epsilon, AvgThroughput - TargetThroughput)}$$

[1233] El factor *RetransmissionPriorityfactor* toma el valor de 1 si las colas RTx y DARQ están vacías. Esta toma otro valor si la cola RTx está vacía pero la cola DARQ contiene datos. Y, todavía otro valor si la cola RTx no esta vacías.

[1234] En la revisión A de la especificación IxEV-DO, ciertos subtipos de protocolo definen el NULL DRC para ser compatibles con un conjunto de formatos de transmisión de usuario único y multiusuario. También, en Re1-0 de la especificación, los atributos de configuración se definen para ciertos subtipos de protocolo que permiten que la red de acceso sirva a un usuario del cual el NULL DRC se recibe con un formato de transmisión único (1024,16,1024).

[1235] En cualquier caso, el programador puede crear una instancia de transmisión candidata que contiene datos para un usuario a partir del cual se recibe un NULL DRC. Esto se refiere a una conversión NULL-to-Rate. El programador impone las siguientes restricciones en las conversiones NULL-to-Rate:

- a. Permite servir flujos con DelayBound finito
- b. Las colas RTx/DARQ no pueden ser servidas

[1236] Otras restricciones diferentes a estas, el programador no distingue si el DRC recibido del usuario era 0x0 (es decir, NULL DRC), o 0x1, (es decir, 38.4 Kbps), ambos se definen por ser compatibles con los mismos formatos de transmisión en ciertos subtipos de protocolo en Rev-A. De nuevo se hace referencia a tabla 1 para definiciones de subtipo de protocolo específico.

[1237] Cuando se recibe un NULL DRC de un usuario, no hay garantía de que el paquete servido se decodifique exitosamente por el usuario. Una mejora futura pueden involucrar actualmente el monitoreo si los usuarios que han enviado un NULL DRC y que luego ser sirven en un paquete se decodifican razonable y exitosamente actualmente. Dependiendo de las estadísticas exitosas, la conversión se puede encender/apagar del flujo. Una modalidad clasifica las instancias de transmisión candidatas creadas para los usuarios que envían un NULL DRC inferior que la instancias de transmisión creadas para los usuarios que envían DRC de 0x1.

[1238] Ciertas aproximaciones razonables se pueden hacer en una implementación de software para facilitar la creación de instancias multiusuario candidatas que contienen datos para flujos sensibles a los resultados.

[1239] Con respecto a la temporización del programador, la línea de tiempo dentro de un intervalo se divide en dos partes; la primer parte es el segmento no crítico, y la última parte es el segmento crítico. Los valores DRC de los usuarios llegan a estar disponibles durante el segmento crítico. Sin embargo, el segmento

crítico puede no suministrar suficientes ciclos de procesador para llevar a cabo cálculos involucrados en el programador bajo la carga del peor caso. Por lo tanto, algunos de estos cálculos se delegan al segmento no crítico. En razón a que los valores DRC de algunos usuarios pueden no ser conocido durante el segmento no crítico, la implementación del software utiliza valores DRC del intervalo previo para construir las instancias de transmisión candidatas y seleccionar el candidato ganador. Es posible que los valores DRC de algunos usuarios pueda cambiar y el candidato ganador puede llegar a ser invalido durante el segmento crítico. Para superar este problema, más de un candidato fuerte se selecciona durante el segmento no crítico. Cuando los valores DRC actuales se reciben en el segmento crítico, este reduce el conjunto de candidatos que se reevalúan. El conjunto reducido de instancias candidato puede contener:

- a. Un número pequeño de (por ejemplo, cinco) candidatos usuarios únicos.
- b. Un candidato multiusuario (si se crea cualquiera) con pocos usuarios sobrantes que puedan ser servidos en ese candidato si alguno de los usuarios servidos en el candidato llegan a ser incompatibles.

[1240] En 1xEV-DO Re1.0, un AN no programa paquetes para un AT cuando se borra la información DRC. Cuando un AN esta sirviendo múltiples AT con aplicaciones sensibles sin retraso, por ejemplo, mejor esfuerzo de tráfico, tasas de borrado DRC relativamente grandes se pueden tolerar (por ejemplo, cuando se debe a la diversidad de múltiples usuarios) sin pérdida de la capacidad del sistema. Cuando la tasa de borrado DRC es excesivamente alta, el bit de seguro DRC se puede configurar a cero por el AN, y luego el AT puede escoger para rechazar a otro sector o cambiar al modo de tasa fija. Sin embargo, el método

de generación de bit de seguro DRC tiene un retraso en su construcción, que se debe al menos parcialmente a filtrar, para evitar secciones de llamadas innecesarias. Así, longitudes de carreras relativamente largas de borrados DRC puede todavía ocurrir en el enlace reverso. Para aplicaciones sensibles a retraso, por ejemplo, tráfico EF, estos borrados pueden resultar en cantidades inaceptables de falla de servicio. Un algoritmo de mapeo de borrado DRC busca minimizar las fallas de servicio en el FL.

[1241] El algoritmo de línea base se describe en dos etapas. La primera etapa explica la decisión sobre el mapeo de borrado DRC. La segunda etapa describe las modificaciones al programador FL de 1xEV-DO Revision A. La figura 14 describe el algoritmo de mapeo de borrado DRC que corre por el AN en cada intervalo de tiempo para cada AT que esta en el modo de tasa variable. Para cada AT, el algoritmo se corre en cada sector de una celda que tiene una cola activa, que se establece por el BSC, para ese usuario. Para simplicidad el algoritmo se describe para correr en cada intervalo, pero se podrían actualizar los parámetros solo en cada intervalo BRC_Length.

[1242] La salida principal del algoritmo es el Erasure_Mapped_Flag, que indica al programador que el mapeo de borrado DRC se desarrolla y limita la programación FL que se puede desarrollar para el AT.

[1243] El DRC_index_store se utiliza para almacenar el último válido, es decir el índice DRC decodificado exitosamente. El Eras_Count se utiliza para computar la longitud de la carrera del borrado DRC. El mapeo de borrado DRC se desarrolla solo si la longitud de carrera de borrado es mayor que el Max_Ers_Len. Este umbral asegura el mapeo de borrado DRC que se desarrolla solo cuando la

455
153

probabilidad de falla de servicio es relativamente alta. Paquetes, sin embargo, se pueden programar para un AT cuando el retraso del paquete FL correspondiente es alto. Así el Max_Ers_Len puede no ser no muy alto. Para los flujos EF, por ejemplo, configuraciones VoIP razonables para Max_Ers_Len puede estar en el rango de 0 a 16 intervalos.

[1244] Como se ilustra en la figura 14, el método 700 revisa primero si el DRC se borra en el diamante de decisión 702. Si el DRC se borra el Eras_Cnt se incrementa en la etapa 704. El Eras_Cnt se compara luego con un valor máximo, el Max_Ers_Len en la etapa 706. Si el Eras_Cnt es mayor que el Max_Ers_Len, el Erasure_Mapped_Flag se establece en 1; adicionalmente, el Erasure_Mapped_Flag se limpia, es decir, se establece en 0 en la etapa 712. Si el el DRC no se borra en el diamante de decisión 702, el Erasure_Mapped_Flag se establece en 0, el Eras_Cnt se establece a 0, y el DRC_Index_Store se establece ne DRC_Index en la etapa 708. El procesamiento continúa a la etapa 712, en donde el Erasure_Mapped_Flag se establece en 0.

[1245] Los programadores FL descritos aquí anteriormente se pueden modificar para trabajar con el algoritmo de mapeo de borrado DRC. Para cada flujo de datos distinto de cada AT, el flujo es elegible para la programación FL limitada si:

***(ErasureMappedFlag ==1 && FlowElegibleForDRCErasMapping==1
&& HeadofQueueDelay>ErasuremapDelayThreshold)***

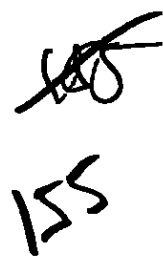
~~154~~
154

En donde *FlowElegibleForDRCErasMapping* es un parámetro que indica la elegibilidad de cada flujo de tráfico para el mapeo de borrado DRC. Como flujos EF por defecto se asumen elegibles para mapeo cuando el BE y el AF no fluyen.

[1246] El HeadofQueueDelay indica el valor "Current_Delay" para el paquete al frente de la cola FL (es decir: el paquete más viejo en la cola FTx, RTx o DARQ). El ErasureMapDelayThreshold es el retraso mínimo requerido para el flujo particular para el mapeo de borrado (tiene un efecto similar como el "PriorityThold[i].DelayHold". si un flujo es elegible para programación FL limitada, las siguientes modificaciones se desarrollan en el programador FL:

- a. El flujo no es elegible como un candidato para instancia de transmisión de usuario unido.
- b. El flujo es elegible para instancias de transmisión multiusuario con índice DRC solicitado, *DRC_index_mapped*

[1247] Es posible cambiar dinámicamente el *DRC_index_mapped* como una función de la longitud de borrado. Esta se puede lograr al utilizar *DRC_index_store* y *Eras_Count*. La configuración por defecto para el *DRC_index* se puede mapear a 0x3. Para el programador FL, el índice DRC 0x3 podría corresponder a formatos de transmisión multiusuarios (1024,4,256), que puede ser posiblemente convertido a formatos ({128,256,512},4,256). Todos estos formatos multiusuario son compatibles con todos los índices DRC de tal forma que el AT debe ser capaz de codificar DRC mapeado tanto como tenga suficiente SINR (independiente del índice DRC solicitado actual). Algoritmos alternos pueden aplicar uno mas conservador que limita los formatos de transmisión multiusuario disponibles para tasa de datos mas bajas mientras se incrementa el *Eras_Count*.



[1248] Note, que la opción DARQ se puede encender para el VoIP. Así, en el evento que un AT no se ha decodificado el paquete multiusuario transmitido en el primer intento de transmisión, el DARQ suministra la posibilidad de un segundo intento de transmisión y reduce la tas de error de paquete residual. El desempeño DARQ, sin embargo, se enlaza al desempeño de canal ACK que puede no ser muy confiable cuando el DRC esta en borrado. El umbral de decisión ACK/NAK se puede optimizar para el DARQ, dependiendo posiblemente del índice DRC o el estado de mapeo DRC. Otra modalidad hace compatible un intento de transmisión DARQ solo con formatos de paquete multiusuarios de tasas mas bajas, por ejemplo, (512,4,1024), o (256,4,1024), en caso de mapeo de borrado DRC.

[1249] Modalidades alternativas pueden suministrar etapas y medios adicionales al programador presentado aquí. Por ejemplo, los flujos BE/AF podrias típicamente utilizar los estados de prioridad, que tienen prioridad estrictamente más baja que los estados de prioridad. Esto puede resultar en una degradación del resulta BE/AF en la presencia de usuarios EF, que podrían utilizar mas probablemente los estados de prioridad mayores. El resultado BE/AF puede ser aumentado al incrementar la prioridad de los flujos BE/AF a estados mayores bajo ciertas condiciones.

[1250] De acuerdo con una modalidad, el AvgRequestedRate es la tas de solicitud filtrada de un usuario, en donde K usuarios se configuran como usuarios BE en el sistema. Si el rendimiento de un usuario para su flujo BE, AvgThroughput satisface:

$$AvgThroughput < \frac{a}{K} AvgRequestedRate \quad ,$$

Entonces el estado de prioridad del usuario para su flujo BE puede ser aumentado a estados de prioridad mayores. El valor de α se puede escoger dependiendo de la carga EF del sistema, α mas pequeño para la mayor carga. Adicionalmente, los requerimientos de tasa solicitadas mínimas se pueden imponer a los usuarios para esta promoción. Otros métodos para mejorar la capacidad del BE/AF son posibles.

[1251] El anterior método también sugiere el estado de prioridad de una métrica (de inserción) bit del flujo que puede no solo ser una función del retraso de cabeza de la cola, sino que también puede ser una función del rendimiento del flujo.

[1252] Note, que en los estados sensibles al retraso, la métrica de inserción de bit es estrictamente una función del retraso, y esta no tiene mecanismo para tomar ventaja de los picos de canal local de un usuario. Aquí, el valor de la métrica de inserción de bits en estados sensibles al retraso se puede modificar para leer:

$$MBS_{DS} = accelerationFactor * [CurrentDelay + \kappa CCI] + AccelerationOffset$$

En donde el Indicador de Condición de Canal (CCI) toma valores del conjunto $\{0,1\}$ o el intervalo $[0,1]$, que se puede generar de forma separada, de tal forma que cuando este toma valores mayores este indica condiciones de canal relativamente buenas comparadas con la condición de canal de largo plazo del usuario. También, κ es el factor de conversión CCI-to-Delay. Este indica que tanto incremento en términos de retraso de flujo tendrá cuando la condición del canal del usuario sea relativamente buena para sus propias estadísticas de canal.

[1253] Un método simple para generar el CCI para el caso binario {0,1} se da como sigue. Sea RateIndex un entero asignado a los valores DRC en orden de tasa de incremento, en donde el valor DRC no se utiliza debido a que no se incrementa monotónicamente con la tasa de datos. Se AvgRateIndex el RateIndex (filtrado) promedio de un usuario. Sea CCIThreshold un parámetro tal como 1.2. Entonces, si $\text{RateIndex} > \text{CCIThreshold} * \text{AvgRateIndex}$, el valor del CCI se puede establecer a la unidad. De otra forma, este se establece en cero. En este ejemplo, el CCI indicara una condición de canal relativamente buena si el RateIndex actual corresponde con DRC recibido que es 120% o mayor que la calidad promedio.

[1254] La preempción se refiere al aborto de una transmisión FL antes que se codifique por los usuarios de destino. La preempción se puede utilizar si datos de muy alta prioridad se muestran mientras que todos los cuatro interlazos en el FL se ocupan mediante relativamente bajas tasas de usuario. El algoritmo del programador no suministra actualmente una forma de transmisiones progresivas de preempción. Una razón para esto es que a menos que se monitoree cuidadosamente, las preempciones no controladas pueden conducir a pérdida de capacidad.

[1255] La aproximación tomada aquí es para evitar circunstancias que puedan requerir preempción. Una de tales condiciones es, como se menciono anteriormente todos los cuatro interlazos que se ocupan por bajas tasas de usuarios. Para evitar esto, se pueden utilizar métodos simples. Uno de tales métodos es no permitir más de un número fijo de transmisiones simultáneas de formatos con recorridos de 8 intervalos y 16 intervalos. Como un ejemplo, este número se puede establecer en 2 o 3.

~~158~~
158

[1256] Una modalidad monitorea el desempeño de decodificación de los usuarios que transmiten el NULL DRC y se sirven en un paquete. Dependiendo del PER medido sobre estos casos NULL-to-rate, es posible encender/apagar las conversiones NULL-to-rate para cada usuario. De forma similar, también es posible encender/apagar las restricciones en las colas RTx/DARQ que sirven así como también las colas de flujos con DelayBound infinito en instancias NULL-to-rate, si la estadísticas recolectadas indican que el terminal de acceso es decodificado suficientemente confiable de estos paquetes.

[1257] Los coeficientes de métrica de inserción de bits para flujos sensibles al resultado suministran equidad proporcional en un sistema BE-only (por ejemplo, TargetThroughput = 0 y GoSFactor = 1 para todos los flujos) con usuarios que tienen grandes cantidades de datos para recibir. La forma del coeficiente métrico se puede aplicar en una forma similar a otros programadores. Para este propósito, el coeficiente métrico para flujos sensibles al resultado puede ser expresado como:

$$Metric_{TS} = \frac{1}{f(avgThroughput)h(AvgRequestedRate)}$$

En donde $f(.)$ y $h(.)$ son funciones genéricas, y AvgRequestedRate es la tasa solicitada promedio de un usuario. La configuración $f(x) = x$ y $h(x) = x$ produce un programador aproximadamente equal-GoS.

[1258] El protocolo MAC de canal de tráfico de reenvío mejorado definido en la revisión A de la especificación 1xEV-DO impone una restricción en usuarios que sirven luego de un paquete multiusuario como se resume adelante. Una

159

especificación de revisión A establece que – slot t se define por ser una continuación de un intervalo anterior s , si se cumplen las siguientes condiciones:

- c. El terminal de acceso es un objetivo potencial de un paquete cuya transmisión comienza en el intervalo s .
- d. La ranura t esta en el mismo interlazo FL como el intervalo s , es decir, $t - s = 0 \pmod{4}$.
- e. $s < t < s + 4N$, en donde N denota el Span del índice DRC que corresponde al valor DRC que esta en efecto durante el intervalo s .
- f. Antes del intervalo t , la red de acceso no ha recibido un reconocimiento positivo para el paquete cuya transmisión comenzó en el intervalo s .

[1259] Si el terminal de acceso es un objetivo potencial de un paquete transmitido por un sector que parte en el intervalo s , la red de acceso no debe transmitir un nuevo paquete de la misma fuente de datos FL al terminal de acceso en ningún intervalo t que es una continuación del intervalo s .

[1260] La anterior restricción establecida impone restricciones en la cual los usuarios se pueden servir siguiendo un paquete multiusuario. Como un ejemplo, si la red de acceso sirve un paquete multiusuario aun conjunto de usuarios que entonces terminan antes, luego la red de acceso no puede servir ningún paquete (multiusuario o usuario único) durante la continuación del paquete servido a los usuarios que no se sirve en paquetes anteriores pero es compatible con su formato. En una situación la red de acceso sirve un paquete multiusuario de 153.6 Kbps y los usuarios con datos llevados por este decodifica el paquete en menos de 4 intervalos. Si la red de acceso sirve inmediatamente otro paquete

16C

multiusuarios de 153.6 Kbps en el mismo internazo, luego los usuarios que actualmente solicitan 153.6 kbps o cualquier DRC con un recorrido de cuatro intervalos pero no se sirven en el paquete previo, no se les permitirá ser servidos en la nueva transmisión. Por lo tanto, solo aquellos usuarios quienes han solicitado DRC con recorrido menor de cuatro intervalos, es decir, usuarios típicamente en condiciones de mejor canal, se pueden servir en la nueva transmisión. Pero esto lo hace probablemente aun mas equitativo para nuevos paquetes para decodificar. Esta cadena puede continuar hasta que las colas de usuarios de geometría mayores se drenen. Mientras tanto, los usuarios con geometría menor que solicitan DRC con recorridos de 4 intervalos no serán servidos. El resultado podría ser un retraso excesivo para los usuarios de geometría más baja y una ganancia posiblemente pequeña en retraso para usuarios de geometría mayores.

[1261] Note, que las modalidades, aspectos y ejemplos suministrados en la descripción anterior se relacionan con sistemas que soportan un protocolo de datos de paquete de alta tasa. Tales sistemas se presentan para claridad y entendimiento de las ideas presentadas. Sistemas alternativos pueden implementar el método y medios para administración de retraso capaz de adaptación y programación presentada aquí.

[1262] Así, un método y aparato mejorado y novedoso para transmisiones de programación en un sistema de comunicaciones se ha descrito. Aquellos expertos en la técnica podrán entender que los datos, instrucciones, comandos, información, señales, bits, símbolos, y chips que se pueden hacer referencia a través de la anterior descripción se representan ventajosamente por voltajes, corrientes, ondas electromagnéticas, campos magnéticos o partículas, campos

761

ópticos o partículas, o cualquier combinación de estos. Aquellos expertos apreciarán adicionalmente que los varios bloques lógicos ilustrativos, módulos, circuitos, y etapas de algoritmos descritos en relación con las modalidades descritas aquí se pueden implementar como hardware electrónico, software de computador, o combinaciones de ambos. Los varios componentes ilustrativos, bloques, módulos, circuitos, y etapas se han descrito en forma general en términos de su funcionalidad. Si la funcionalidad se implementa como hardware o software depende de la aplicación particular y restricciones de diseño impuestas en el sistema general. El artesano experto reconoce la intercambiabilidad de hardware y software de acuerdo con estas circunstancias y como implementar mejor la funcionalidad descrita para cada aplicación particular. Como ejemplos, los varios bloques lógicos ilustrativos, módulos, circuitos, y etapas de algoritmos descritos en relación con las modalidades descritas aquí se pueden implementar o desarrollar con un procesador de señal digital (DSP), un circuito integrado de aplicación específica (ASIC), un campo de disposición de puerta programable (FPGA) u otro dispositivo lógico programable, puerta discreta o transistor lógico, componente de hardware discreto tal como, por ejemplo, registradores y FIFO, un procesador que ejecuta un conjunto de instrucciones firmware, cualquier módulo de software programable convencional y un procesador, o cualquier combinación de estos diseñado para desarrollar las funciones descritas aquí. El procesador puede ventajosamente ser un microprocesador, pero en la alternativa, el procesador puede ser cualquier procesador convencional, controlador, microcontrolador, dispositivo lógico programable, disposición de elementos lógicos, o máquina de estado. El módulo de software puede residir en la memoria RAM, memoria flash, memoria ROM, memoria EPROM, memoria EEPROM, registradores, disco duro, un disco removible, un CD-ROM, o cualquier otra forma de medio de almacenamiento conocido en la técnica. Un procesador de ejemplo se acopla

162

ventajosamente al medio de almacenamiento para leer información de y, escribir información a, el medio de almacenamiento. En la alternativa, el medio de almacenamiento puede ser integral al procesador. El procesador y el medio de almacenamiento pueden residir en el ASIC. El ASIC puede residir en un teléfono u otro terminal de usuario. En la alternativa, el procesador y el medio de almacenamiento pueden residir en un teléfono u otro terminal de usuario. El procesador se puede implementar como una combinación DSP y un microprocesador, o como dos microprocesadores en conjunto con un núcleo DSP, etcétera.

[1263] Modalidades preferidas de la presente invención han sido así mostradas y descritas. Sería evidente para un experto en la técnica, sin embargo, que numerosas alteraciones se pueden hacer a las modalidades descritas aquí sin apartarse del espíritu y alcance de la invención. Por lo tanto, la presente invención no se limita excepto de acuerdo con las siguientes reivindicaciones.

[1264] LO QUE SE REIVINDICA ES:

163

REIVINDICACIONES

1. Un método para instancias de transmisión de programación en un sistema de comunicación inalámbrico, que comprende:

Recibir indicadores de condición de canal de una pluralidad de usuarios móviles, en donde los indicadores de condición de canal corresponden a comunicaciones de enlace directo;

Determinar un criterio de retraso para la pluralidad de usuarios móviles;
y

Determinar un programa de transmisión para la pluralidad de usuarios móviles, en donde el programa de transmisión es una función del criterio de retraso.

2. Un método para instancias de transmisión de programación en un sistema de comunicación inalámbrico, que comprende:

Evaluar una pluralidad de colas de transmisión para identificar la sensibilidad de retraso y sensibilidad de respuesta de un flujo de aplicación asociado con cada cola de transmisión;

Generar un conjunto de instancias de transmisión candidatas a partir de la pluralidad de colas de transmisión;

Seleccionar un instancia de transmisión candidato del conjunto; y

Preparar la instancia de transmisión candidato seleccionada para transmisión.

~~164~~
164

3. El método como en la reivindicación 2, en donde general el conjunto de instancias de transmisión candidato comprende:

Generar una métrica de bit para cada cola; y

Generar una métrica de inserción de bit para cada cola.

4. El método como en la reivindicación 3, en donde seleccionar una instancia de transmisión candidata comprende:

Generar una métrica de paquete como una función de la métrica de bits;

y

Comparar las métricas de paquete para instancias de transmisión candidato en el conjunto.

~~268~~
165

**MÉTODO Y APARATO PARA EL MANEJO ADAPTABLE DE RETARDO EN UN
SISTEMA DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICO.**

RESUMEN

Medios y método para manejo adaptable de retardo para asignar recursos que tienen diferentes Requisitos de Calidad de Servicio (QoS). Un programador de enlace directo (FL) preparar instancias de transmisión al tratar especies de datos pendientes de acuerdo a una clase de prioridad, tal como un Best Efford (BE) y un Expedited Forwarding (EF). Los bits de datos provenientes de colas múltiples son empaquetados en una instancia de transmisión. Se utilizan varias métricas para generar un conjunto de candidatos para la transmisión y luego se selecciona y construye una siguiente instancia de transmisión para el conjunto de candidatos.

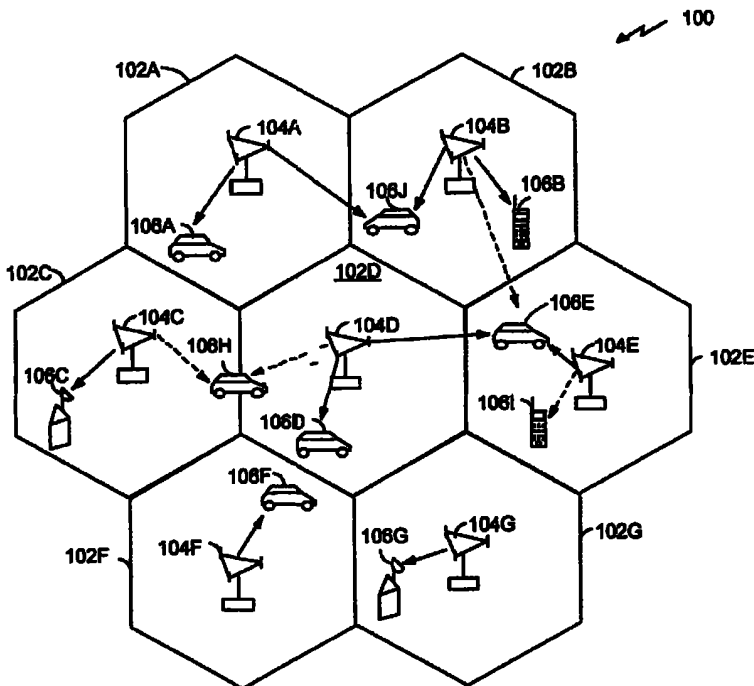


FIG. 1A

[Handwritten signature]

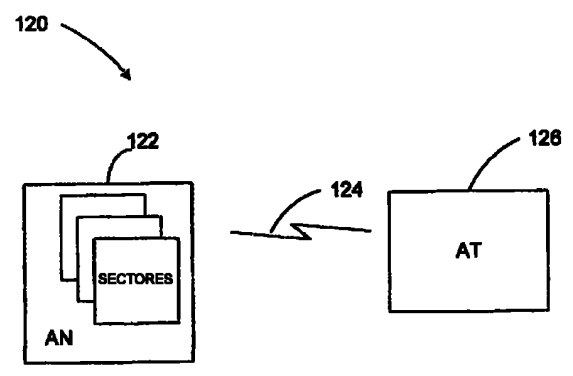


FIG. 1B

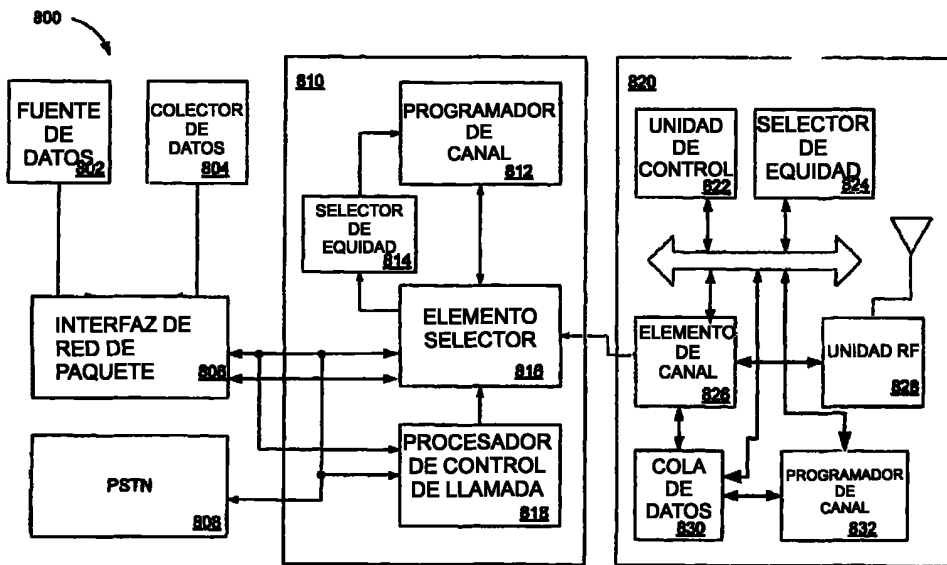


FIG 2

168

169

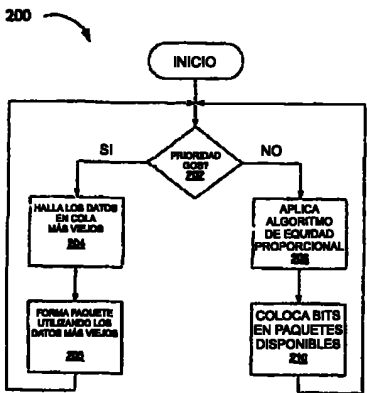


FIG. 3



FIG 4

75

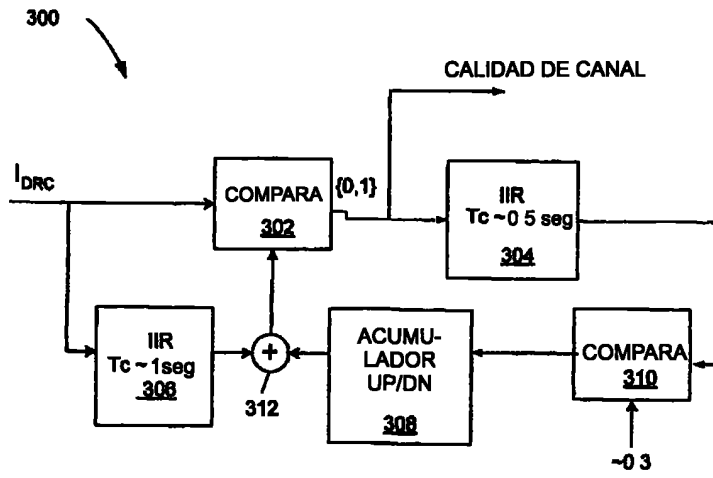


FIG. 5

17/

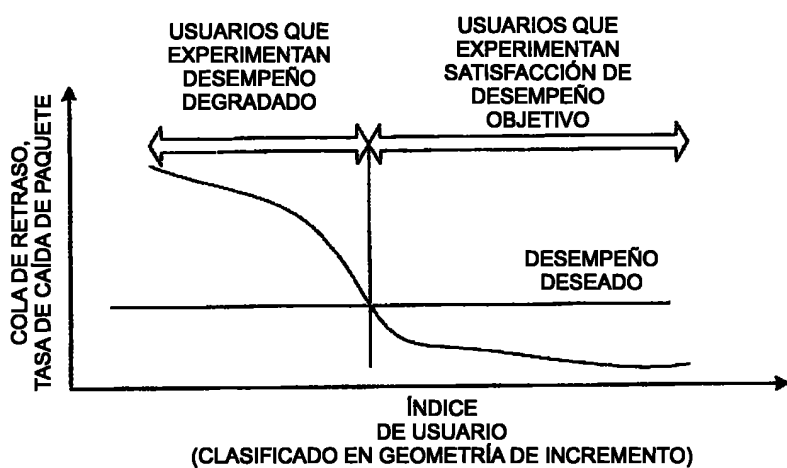


FIG. 6

172

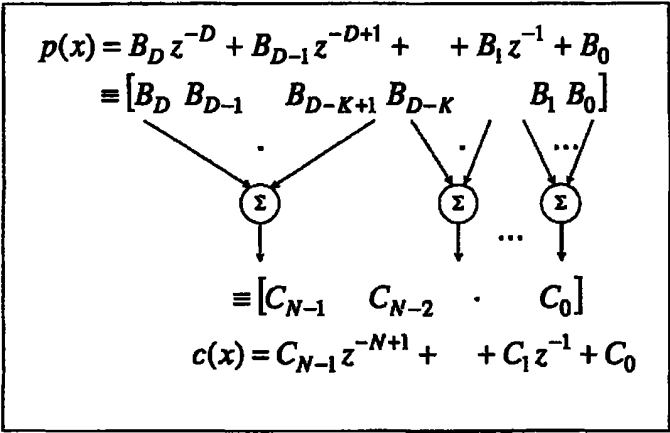


FIG. 7

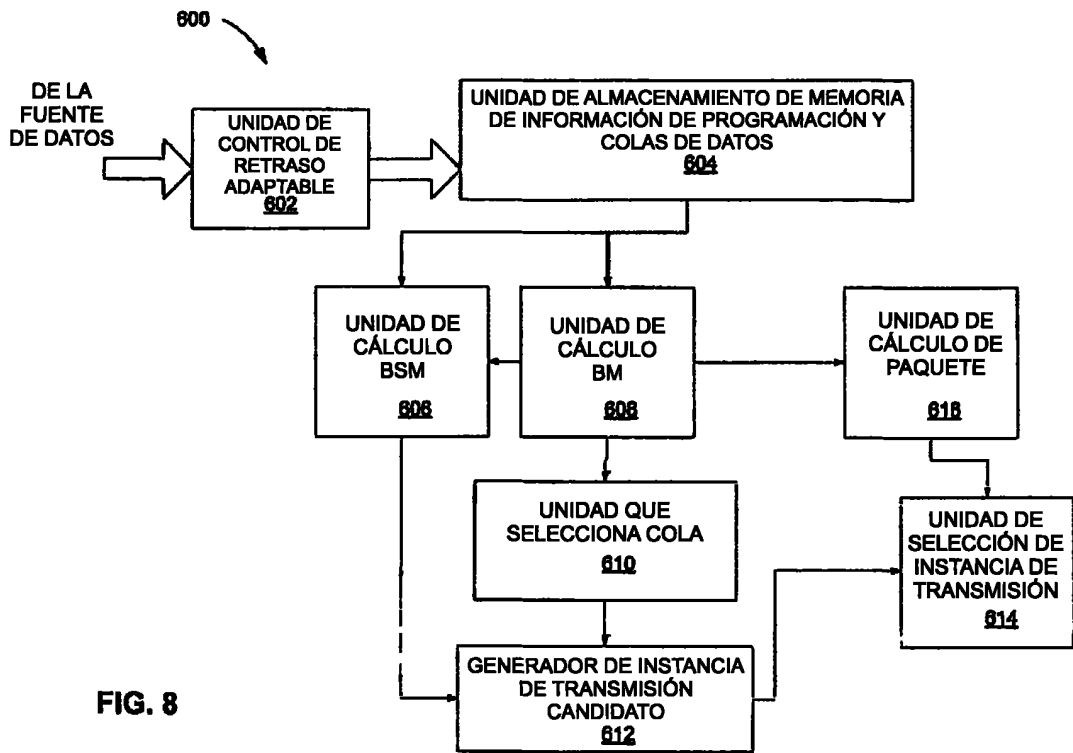


FIG. 8

173

~~SECRET~~

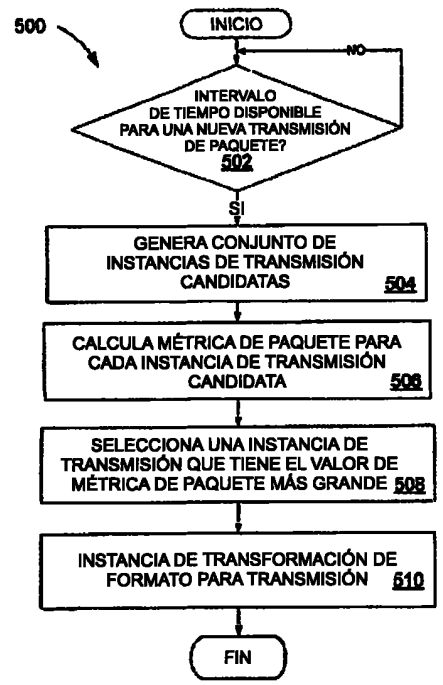
604

COLA DE DATOS	CLASE QoS	SENSIBILIDAD
COLA - A	EF	D
COLA - B	AF	T
COLA - C	BE	T
⋮	⋮	⋮
COLA - M	EF	D

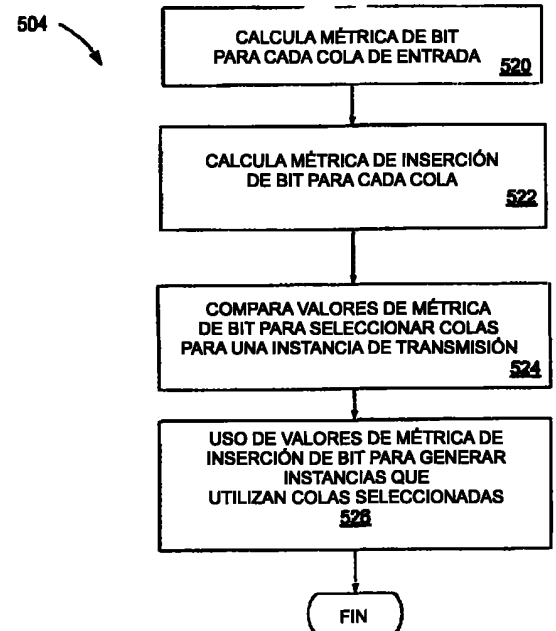
620 622 624

FIG. 9

125



ID 76
WPC 14439



176

510

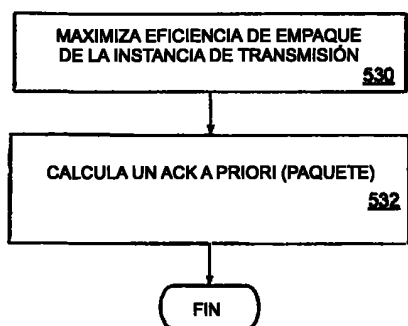


FIG. 12

530

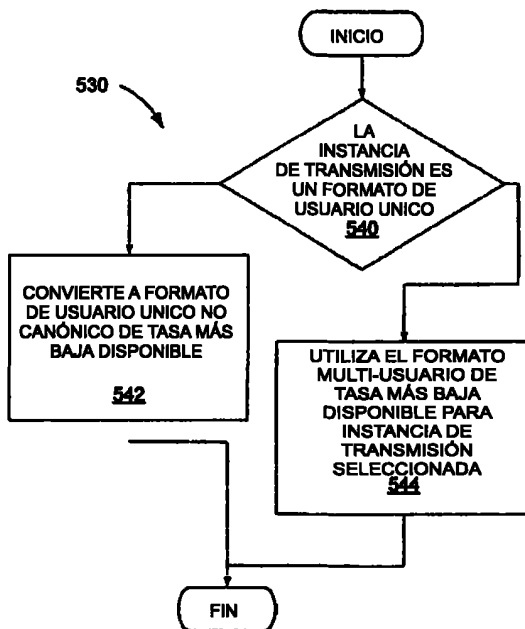


FIG 13

12/12

177

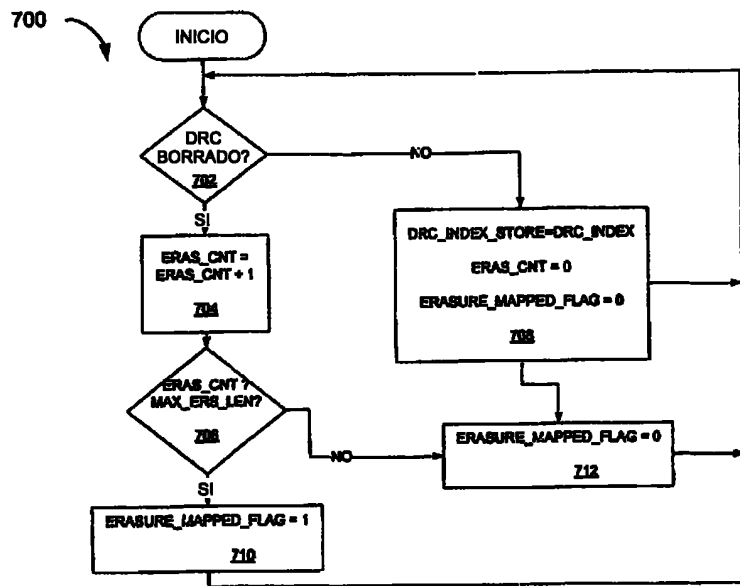


FIG. 14

178

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY REPORT ON PATENTABILITY

(Chapter II of the Patent Cooperation Treaty)

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference NONE	FOR FURTHER ACTION		See Form PCT/IPEA/416
International application No. PCT/US05/15812	International filing date (day/month/year) 05 May 2005 (05.05.2005)	Priority date (day/month/year) 05 May 2004 (05.05.2004)	
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC IPC: H04L 12/56;H04Q 7/38 USPC: 370/412;455/414.1			
Applicant QUALCOMM INCORPORATED			
1. This report is the international preliminary examination report, established by this International Preliminary Examining Authority under Article 35 and transmitted to the applicant according to Article 36. 2. This REPORT consists of a total of <u>3</u> sheets, including this cover sheet. 3. This report is also accompanied by ANNEXES, comprising: a. ☐ (sent to the applicant and to the International Bureau) a total of ___ sheets, as follows: ☐ sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis of this report and/or sheets containing rectifications authorized by this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions). ☐ sheets which supersede earlier sheets, but which this Authority considers contain an amendment that goes beyond the disclosure in the international application as filed, as indicated in item 4 of Box No. I and the Supplemental Box. b. ☐ (sent to the International Bureau only) a total of (indicate type and number of electronic carrier(s)) _____, containing a sequence listing and/or tables related thereto, in electronic form only, as indicated in the Supplemental Box Relating to Sequence Listing (see Section 802 of the Administrative Instructions).			
4. This report contains indications relating to the following items: ☒ Box No. I Basis of the report ☐ Box No. II Priority ☐ Box No. III Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability ☐ Box No. IV Lack of unity of invention ☒ Box No. V Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement ☐ Box No. VI Certain documents cited ☐ Box No. VII Certain defects in the international application ☐ Box No. VIII Certain observations on the international application			
Date of submission of the demand 05 December 2005 (05.12.2005)		Date of completion of this report 28 April 2006 (28.04.2006)	
Name and mailing address of the IPEA/ US Mail Stop PCT, Attn: IPEA/US Commissioner for Patents P.O. Box 1450 Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. (571) 273-3201		Authorized officer Mohammed Adhemi Ronald L. Ward Telephone No. (571) 272-8615	

INTERNATIONAL PRELIMINARY REPORT ON PATENTABILITY

International application No.

PCT/US05/15812

Box No. I Basis of the report

1. With regard to the language, this report is based on:

- ☒ the international application in the language in which it was filed.
- ☐ a translation of the international application into _____, which is the language of a translation furnished for the purposes of:
- ☐ international search (under Rules 12.3 and 23.1(b))
- ☐ publication of the international application (under Rule 12.4(a))
- ☐ international preliminary examination (under Rules 55.2(a) and/or 55.3(a))

2. With regard to the elements of the international application, this report is based on (replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report):

- ☐ the international application as originally filed/furnished
- ☒ the description:
pages 1-63 as originally filed/furnished
pages* NONE received by this Authority on _____
pages* NONE received by this Authority on _____
- ☒ the claims:
pages 64 as originally filed/furnished
pages* NONE as amended (together with any statement) under Article 19
pages* NONE received by this Authority on _____
pages* NONE received by this Authority on _____
- ☒ the drawings:
pages 1-12 as originally filed/furnished
pages* NONE received by this Authority on _____
pages* NONE received by this Authority on _____

☐ a sequence listing and/or any related table(s) - see Supplemental Box Relating to Sequence Listing.

3. ☐ The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages None
- ☐ the claims, Nos. None
- ☐ the drawings, sheets/figs None
- ☐ the sequence listing (specify): None
- ☐ any table(s) related to the sequence listing (specify):

4. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments annexed to this report and listed below had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).

- ☐ the description, pages
- ☐ the claims, Nos.
- ☐ the drawings, sheets/figs
- ☐ the sequence listing (specify):
- ☐ any table(s) related to the sequence listing (specify):

* If item 4 applies, some or all of those sheets may be marked "superseded."

INTERNATIONAL PRELIMINARY REPORT ON PATENTABILITY

International application No.
PCT/US05/15812

Box No. V Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

1. Statement

Novelty (N)	Claims 3,4	YES
	Claims 1,2	NO
Inventive Step (IS)	Claims NONE	YES
	Claims 1-4	NO
Industrial Applicability (IA)	Claims 1-4	YES
	Claims NONE	NO

2. Citations and Explanations (Rule 70.7)

Claims 1 and 2 lack novelty under PCT Article 33(2) as being anticipated by Hsu Liangchi Alen (US App. 2002/0141362) and Kar-kin AU Kelvin (US App. 2003/0096597).

Re claim 1:

Hsu Liangchi discloses a method for scheduling transmission instances in a wireless communication system (Para.[0008]).
Hsu Liangchi further discloses receiving channel condition indicators from a plurality of mobile users, wherein the channel condition indicators correspond to forward link communications (Fig.2 step 100).
Hsu Liangchi further discloses determining delay criteria for the plurality of mobile users (Para.[0038]).
Hsu Liangchi further discloses determining a transmission schedule for the plurality of mobile users, wherein the transmission schedule is a function of the delay criteria (Para.[0038-0044]).

Re claim 2:

Hsu Liangchi discloses a method for scheduling transmission instances in a wireless communication system (Para.[0008]).
Hsu Liangchi further discloses evaluating a plurality of transmission queues to identify delay sensitivity and throughput sensitivity of an application flow associated with each transmission queue (Para.[0038]).
Hsu Liangchi further discloses generating a set of candidate transmission instances from the plurality of transmission queues (Fig.4 step 400).
Hsu Liangchi further discloses selecting one candidate transmission instance from the set (Fig.4 step 402).
Hsu Liangchi further discloses preparing the selected candidate transmission instance for transmission paragraph (Fig.4 step 402).

Kar-kin AU Kelvin has a similar disclosure as shown in Para.[0020-0030].

Claims 3 and 4 lack an inventive step under PCT Article 33(3) as being obvious over Hsu Liangchi in view of Kar-Kin AU Kelvin.
Re claims 3 and 4:

The above cited passages of Hsu Liangchi and Kar-Kin AU Kelvin in combination disclose the limitations of claims 3 and

4.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

In International Application No
PCT/US2005/015812

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H04L12/56 H04Q7/38

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H04L H04Q

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2002/141362 A1 (HSU LIANGCHI ALAN ET AL) 3 October 2002 (2002-10-03) paragraphs '0038! - '0044!, '0047! - '0051!; figures 2,6	1,2
X	US 2003/096597 A1 (KAR-KIN AU KELVIN ET AL) 22 May 2003 (2003-05-22) paragraphs '0019! - '0033!; figure 2	2
A	US 2003/198204 A1 (TANEJA MUKESH ET AL) 23 October 2003 (2003-10-23) paragraphs '0169! - '0345!	1-4

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "I" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "S" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

8 September 2005

Date of mailing of the international search report

16/09/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.O. Box 5816 Patentplan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 851 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Schut, G

182

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/US2005/015812

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2002141362 A1	03-10-2002	WO 02082829 A1 US 2005007968 A1	17-10-2002 13-01-2005
US 2003096597 A1	22-05-2003	CN 1613234 A EP 1446924 A1 WO 03043273 A1	04-05-2005 18-08-2004 22-05-2003
US 2003198204 A1	23-10-2003	US 2002061007 A1 US 2004013089 A1	23-05-2002 22-01-2004

PATENT COOPERATION TREATY

From the
INTERNATIONAL SEARCHING AUTHORITY

To:

see form PCT/ISA/220

PCT

WRITTEN OPINION OF THE
INTERNATIONAL SEARCHING AUTHORITY
(PCT Rule 43bis.1)

Date of mailing
(day/month/year) see form PCT/ISA/210 (second sheet)

Applicant's or agent's file reference
see form PCT/ISA/220

FOR FURTHER ACTION
See paragraph 2 below

International application No. PCT/US2005/015812	International filing date (day/month/year) 05.05.2005	Priority date (day/month/year) 05.05.2004
--	--	--

International Patent Classification (IPC) or both national classification and IPC
H04L1256, H04Q738

Applicant
QUALCOMM INCORPORATED

1. This opinion contains indications relating to the following items:

- ☒ Box No. I Basis of the opinion
- ☒ Box No. II Priority
- ☐ Box No. III Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- ☐ Box No. IV Lack of unity of invention
- ☒ Box No. V Reasoned statement under Rule 43bis.1(a)(i) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- ☐ Box No. VI Certain documents cited
- ☐ Box No. VII Certain defects in the international application
- ☐ Box No. VIII Certain observations on the international application

2. FURTHER ACTION

If a demand for international preliminary examination is made, this opinion will usually be considered to be a written opinion of the International Preliminary Examining Authority ("IPEA"). However, this does not apply where the applicant chooses an Authority other than this one to be the IPEA and the chosen IPEA has notified the International Bureau under Rule 65.1bis(b) that written opinions of this International Searching Authority will not be so considered.

If this opinion is, as provided above, considered to be a written opinion of the IPEA, the applicant is invited to submit to the IPEA a written reply together, where appropriate, with amendments, before the expiration of three months from the date of mailing of Form PCT/ISA/220 or before the expiration of 22 months from the priority date, whichever expires later.

For further options, see Form PCT/ISA/220.

3. For further details, see notes to Form PCT/ISA/220.

Name and mailing address of the ISA:  European Patent Office - P.B. 5818 Patentlaan 2 NL-2280 HV Rijswijk - Pays Bas Tel. +31 70 340 - 2040 Tx: 31 831 epo nl Fax: +31 70 340 - 3016	Authorized Officer Schut, G Telephone No. +31 70 340-4095 
---	--

~~184~~
184

**WRITTEN OPINION OF THE
INTERNATIONAL SEARCHING AUTHORITY**

International application No.
PCT/US2005/015812

Box No. I Basis of the opinion

1. With regard to the language, this opinion has been established on the basis of the international application in the language in which it was filed, unless otherwise indicated under this item.
☐ This opinion has been established on the basis of a translation from the original language into the following language , which is the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rules 12.3 and 23.1(b)).
2. With regard to any nucleotide and/or amino acid sequence disclosed in the international application and necessary to the claimed invention, this opinion has been established on the basis of:
 - a. type of material:
☐ a sequence listing
☐ table(s) related to the sequence listing
 - b. format of material:
☐ in written format
☐ in computer readable form
 - c. time of filing/furnishing:
☐ contained in the international application as filed.
☐ filed together with the international application in computer readable form.
☐ furnished subsequently to this Authority for the purposes of search.
3. ☐ In addition, in the case that more than one version or copy of a sequence listing and/or table relating thereto has been filed or furnished, the required statements that the information in the subsequent or additional copies is identical to that in the application as filed or does not go beyond the application as filed, as appropriate, were furnished.
4. Additional comments:

Box No. II Priority

1. ☒ The validity of the priority claim has not been considered because the International Searching Authority does not have in its possession a copy of the earlier application whose priority has been claimed or, where required, a translation of that earlier application. This opinion has nevertheless been established on the assumption that the relevant date (Rules 43bis.1 and 64.1) is the claimed priority date.
2. ☐ This opinion has been established as if no priority had been claimed due to the fact that the priority claim has been found invalid (Rules 43bis.1 and 64.1). Thus for the purposes of this opinion, the international filing date indicated above is considered to be the relevant date.
3. Additional observations, if necessary:

**WRITTEN OPINION OF THE
INTERNATIONAL SEARCHING AUTHORITY**

International application No.
PCT/US2005/015812

**Box No. V Reasoned statement under Rule 43bis.1(a)(i) with regard to novelty, inventive step or
Industrial applicability; citations and explanations supporting such statement**

1. Statement

Novelty (N)	Yes: Claims	3,4
	No: Claims	1,2
Inventive step (IS)	Yes: Claims	
	No: Claims	1-4
Industrial applicability (IA)	Yes: Claims	1-4
	No: Claims	

2. Citations and explanations

see separate sheet

**WRITTEN OPINION OF THE
INTERNATIONAL SEARCHING
AUTHORITY (SEPARATE SHEET)**

International application No.

PCT/US2005/015812

Re Item V.

1 Reference is made to the following document:

**D1: US 2002/141362 A1 (HSU LIANGCHI ALAN ET AL) 3 October 2002
(2002-10-03)**

D2: US 2003/096597 A1 (KAR-KIN AU KELVIN ET AL) 22 May 2003 (2003-05-22)

2 INDEPENDENT CLAIM 1

2.1 The present application does not meet the criteria of Article 33(1) PCT, because the subject-matter of claim 1 is not new in the sense of Article 33(2) PCT.

Document D1 discloses (the references in parentheses applying to this document):

- " A method for scheduling transmission instances in a wireless communication system (paragraph [0008]), comprising:
receiving channel condition indicators from a plurality of mobile users, wherein the channel condition indicators correspond to forward link communications (step 100 in Figure 2);
determining delay criteria for the plurality of mobile users (paragraph [0038]); and
determining a transmission schedule for the plurality of mobile users, wherein the transmission schedule is a function of the delay criteria (paragraphs [0038]-[0044])."**

3 INDEPENDENT CLAIM 2

3.1 The present application does not meet the criteria of Article 33(1) PCT, because the subject-matter of claim 2 is not new in the sense of Article 33(2) PCT.

Document D1 discloses (the references in parentheses applying to this document):

- " A method for scheduling transmission instances in a wireless communication system (paragraph [0008]), comprising:
evaluating a plurality of transmission queues to identify delay sensitivity**

**WRITTEN OPINION OF THE
INTERNATIONAL SEARCHING
AUTHORITY (SEPARATE SHEET)**

International application No.

PCT/US2005/015812

and throughput sensitivity of an application flow associated with each transmission queue (paragraph [0038]);

generating a set of candidate transmission instances from the plurality of transmission queues (step 400 in Figure 4);

selecting one candidate transmission instance from the set (step 402 in Figure 4); and

preparing the selected candidate transmission instance for transmission paragraph (step 402 in Figure 4)."

3.2 A similar analysis can also be based on document D2 (see Figure 2 and paragraphs [0020]-[0033]).

4 DEPENDENT CLAIMS 3, 4

Dependent claims 3, 4 do not contain any features which, in combination with the features of any claim to which they refer, meet the requirements of the PCT in respect of inventive step, see documents D1 and D2 and the corresponding passages cited in the search report.

PC Industria y Comercio SUPERINTENDENCIA		SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO DIVISION DE NUEVAS CREACIONES EXTRACTO PARA PUBLICACIÓN SOLICITUD DE PATENTE DE INVENCION PCTd3	
(21) N° de solicitud:		(51) Int Cl: H04L 12/58	
22) Fecha de solicitud:		(71) Solicitante(s) QUALCOMM INCORPORATED	
(30) Prioridad	(31) No. Prioridad	(32) Fecha	(33) País
	80/568.650	05/05/2004	US
	80/625.680	04/11/2004	US
		(72) Inventor(es) PETER BLACK Y OTROS	
		(74) Apoderado: EMILIO FERRERO	
(85)	Fecha limite inicio fase nacional: Diciembre 5, 2006		(87) Publicación internacional
(86)	Datos relativos a la presentación de la solicitud PCT		Fecha: 17/11/2005
	Fecha de presentación de la solicitud: 05/05/2004		N° publicación: WO 2005/109792
	No. de solicitud PCT/US2005/015812		
(54) Título: MÉTODO Y APARATO PARA EL MANEJO ADAPTABLE DE RETARDO EN UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICO			

REIVINDICACIONES

1. Un método para instancias de transmisión de programación en un sistema de comunicación inalámbrico, que comprende:

Recibir indicadores de condición de canal de una pluralidad de usuarios móviles, en donde los indicadores de condición de canal corresponden a comunicaciones de enlace directo;

Determinar un criterio de retraso para la pluralidad de usuarios móviles; y

Determinar un programa de transmisión para la pluralidad de usuarios móviles, en donde el programa de transmisión es una función del criterio de retraso.

2. Un método para instancias de transmisión de programación en un sistema de comunicación inalámbrico, que comprende:

Evaluar una pluralidad de colas de transmisión para identificar la sensibilidad de retraso y sensibilidad de respuesta de un flujo de aplicación asociado con cada cola de transmisión;

Generar un conjunto de instancias de transmisión candidatas a partir de la pluralidad de colas de transmisión;

Seleccionar un instancia de transmisión candidato del conjunto; y

Preparar la instancia de transmisión candidato seleccionada para transmisión.

3. El método como en la reivindicación 2, en donde general el conjunto de instancias de transmisión candidato comprende:

Generar una métrica de bit para cada cola; y

Generar una métrica de inserción de bit para cada cola.

4. El método como en la reivindicación 3, en donde seleccionar una instancia de transmisión candidata comprende:

Generar una métrica de paquete como una función de la métrica de bits; y

Comparar las métricas de paquete para instancias de transmisión candidato en el conjunto.

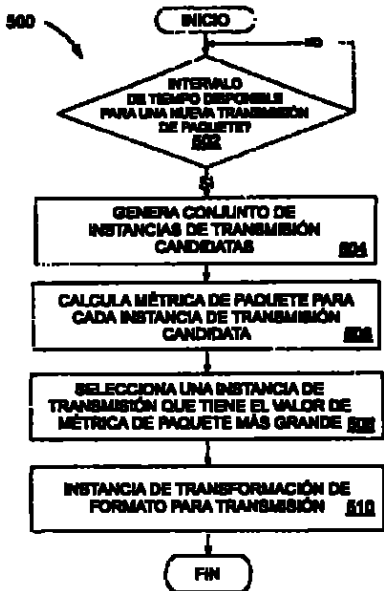


FIG. 10



Expediente No		06122135	No de Folia
Item		No de unidades	
1	CD		
2	DVD		
3	REVISTA		
4	LIBRO		
5	PERIODICO		
6	DISQUETES		
7	SOBRE DE MANILA		
8	SOBRE BLANCO TAMAÑO CARTA		
9	SOBRE BLANCO TAMAÑO OFICIO	1	✓
10	OTROS:		

Observaciones:

arte final

1810
190

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
Rad: 08-122135-00000-0000
FOLIO 2008-12-04 10:00:00 UNP. 2008-12-04 10:00:00
FOLIO 11 PATENTE
EMP. 3/0 FASE NACIONAL
ACT 411 PRESENTACION FOLIO 10

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800174089-2

RECIBO OFICIAL DE CAJA : 06 - 87,851
FECHA : NOVIEMBRE 15 DE 2006

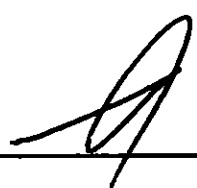
***** CONSIGNACION *****

DEPOSITANTE	TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	Vr. PAGO
CAVELIER ABOGADOS	CONSIGNACION	BANCO POPULAR	050-00110-6	49368285	15/11/2006	21,617,000.00

***** CONCEPTO *****

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	TOTAL CONCEPTO
1	50005-01-01	SOLICITUDES	
		1 TRAMITES DE SOL. DE PATENTE DE IN	463,000.00
		TOTAL :	\$ 463,000.00

SON: CUATROCIENTOS SESENTA Y TRES MIL PESOS

RESPONSABLE : _____  _____ COLO 14439 841 012 2

SUPERINTENDENCIA

REQUISITOS MINIMOS PARA ADMISION A TRAMITE
PCT

PATENTE DE INVENCION

[]

MODELO DE UTILIDAD

[]

- ◆ Indicación de que se solicita la concesión de una patente []
- ◆ Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud []
- ◆ Descripción de la invención []
- ◆ Dibujos de ser estos pertinentes []
- ◆ Comprobante de pago de las tasas establecidas []

COMPLETA []

INCOMPLETA []

DISEÑO INDUSTRIAL []

- ◆ Indicación de que se solicita el registro de Diseño Industrial []
- ◆ Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud []
- ◆ Representación gráfica y fotográfica del Diseño Industrial o muestra del material que incorpora el diseño []
- ◆ Comprobante de pago de las tasas establecidas []

COMPLETA []

INCOMPLETA []

ESQUEMA DE TRAZADO []

- ◆ Indicación de que se solicita el registro de un Esquema de Trazado []
- ◆ Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud []
- ◆ Representación gráfica del esquema trazado []
- ◆ Comprobante de pago de las tasas establecidas []

COMPLETA []

INCOMPLETA []

Firma Responsable

Fecha 04 DIC. 2006

Carrera 13 No. 27-00 Piso 5, 7 y 10
Conmutador: 3 82 08 40
Fax: 350 52 20
E-mail: info@sic.gov.co
www.sic.gov.co
Bogotá, D.C., Colombia

192

REPUBLICA DE COLOMBIA
SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

Bogotá,
2020

Doctor(a)
FERRERO EMILIO
Apoderado(a) y/o Representante de
QUALCOMM INCORPORATED

REFERENCIA	Radicación No.	6 122135
	Solicitud internacional	PCT/US2005/015812
	Fecha inicio fase nacional	05/12/2006
	Trámite	11
	Evento	379
	Actuación	430
	Oficio No.	829

Como resultado del examen de forma, realizado con fundamento en el artículo 38 de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina, artículo 27 del Tratado de Cooperación en Materia de Patentes (PCT), regla 51 bis del Reglamento y Circular Única de la Superintendencia de Industria y Comercio, se le comunica que:

1. La solicitud no contiene la copia del documento en que consta la cesión del derecho a la patente del inventor al solicitante o a su causante. (Art. 26-k) Decisión 486.

En cumplimiento de lo dispuesto por el artículo 39 de la Decisión 486, se le requiere para que dentro del término de dos meses siguientes a la fecha de notificación del presente oficio, complete los requisitos anteriormente enunciados. En caso de no dar cumplimiento al presente requerimiento, la solicitud se considerará abandonada y perderá su prelación.

Notifíquese el presente oficio conforme a lo dispuesto en el numeral 5.2, literal e), del capítulo quinto del título primero de la Circular Única No.10 de 2001.

ALIX CARMENZA CESPEDES DE VERGEL
Jefe de la división de Nuevas Creaciones

El anterior requerimiento fue notificado por fijación en lista de fecha 26 ENE 2007
adpall