

DISPOSITIVO MONO SENSOR, SISTEMA Y MÉTODO DE CATEGORIZACIÓN DE VEHÍCULOS

5

CAMPO DE LA TÉCNICA

10 La presente invención se refiere al campo de los sistemas de control del tráfico para vehículos en carretera, con detección del movimiento del tráfico para el cómputo o el control con disposiciones para distinguir dos o más tipos de vehículos, por identificación de los vehículos, con sistemas que utilizan la reflexión o irradiación de ondas electromagnéticas que no sean ondas de radio.

15

OBJETO DE LA INVENCION

Proporcionar un método y/o sistema que permita identificar vehículos al paso de carriles en un sistema de peaje, que permita discriminar número de ejes, tipo de acople de llanta si es sencilla o doble, si el vehículo es doble cabina o solo un cuerpo, y según lo anterior que permita definir un tamaño, de manera confiable, rápida y que permita el aprendizaje.

20

ESTADO DE LA TÉCNICA

En el estado de la técnica podemos encontrar sistemas de cobro de peaje electrónico, como la patente de invención US 8,587,454 que muestra un método de procesamiento de cobro de peaje electrónico (ETC) para un conductor y / o suscriptor que tiene un dispositivo móvil inalámbrico vinculado a un vehículo y / o cuenta de facturación, utilizando un servicio inalámbrico, el método que

30

comprende: recibir una solicitud de activación de servicio del conductor y / o suscriptor a través del dispositivo móvil; actualizar un registro de la base de datos de conductores y / o suscriptores para indicar que el servicio inalámbrico de ETC se ha activado para el conductor y / o suscriptor; establecer una pluralidad de puntos intermedios y / o puntos de acceso Wi-Fi para definir ubicaciones de peaje “virtuales” y / o barreras (o barreras) de peaje “virtuales” y / o límites de peaje “virtuales” que tienen un (s) peaje (s) determinado (s) que es a ser pagado por el motorista y / o suscriptor; detectar que el conductor y / o suscriptor está dentro del rango y / o está pasando una (s) ubicación (es) de peaje "virtual" y / o una barrera (s) de peaje "virtual" y / o una frontera (s) de peaje "virtual" ; el envío de una transacción de cargo a un sistema ETC, la transacción de cargo que indica un peaje que pagará el conductor y / o el suscriptor como consecuencia de que el motorista y / o el suscriptor pasen la (s) ubicación (es) de peaje "virtual" y / o el " barreras de peaje virtuales y / o los límites de peaje "virtuales"; y generar un registro de facturación para el conductor y / o suscriptor que indica que dicho peaje debe facturarse al conductor y / o suscriptor.

Donde el inventor quiere resolver problemas como los factores que dificultan el cobro de peaje electrónico a toda velocidad incluyen (a) una importante falta de participación, lo que lleva a líneas en carriles manuales y patrones de tráfico desordenados a medida que los autos de cobro electrónico y manual se "clasifican" en sus carriles respectivos; (b.) problemas para perseguir a los evasores de peaje; (c.) la necesidad, al menos en algunos sistemas actuales (de barrera), de confinar vehículos en carriles, al interactuar con los dispositivos de recolección, y los peligros de colisiones de alta velocidad con las estructuras de confinamiento; (d) riesgos de vehículos para los empleados de peaje presentes en algunas áreas de recolección electrónica; (e.) el hecho de que en algunas áreas, en algunas ocasiones, se forman largas filas incluso para pasar por los carriles de recolección electrónica; y (f.) los costos y otras cuestiones planteadas al actualizar las instalaciones de cobro de peaje existentes.

La patente de invención US 9,240,007 muestra un método para detectar un vehículo que realiza transacciones con un sistema de peaje, el método que comprende: detectar, utilizando un sensor de un sistema de transacciones de carril, un primer vehículo que realiza transacciones con un sistema de peaje; en
5 respuesta a la detección, utilizando el sensor del sistema de transacción de carril, el primer vehículo que realiza transacciones con el sistema de peaje, genera una primera entrada de transacción de carril de vehículo, la primera entrada de transacción de carril de vehículo que designa una transacción de peaje entre el primer vehículo y el sistema de peaje y estar asociado con un primer sello de
10 tiempo de transacción del vehículo generado por un reloj del sistema de transacciones de carril para la transacción de peaje entre el primer vehículo y el sistema de peaje; almacenar la primera entrada de transacción de carril de vehículo en un almacén de datos de entrada de transacción de carril, el almacén de datos de entrada de transacción de carril está configurado para almacenar
15 entradas de transacción de carril que designan transacciones de peaje entre vehículos y el sistema de peaje y que están asociados con sellos de tiempo de transacción generados por el reloj del sistema de transacciones de carril para las transacciones de peaje entre los vehículos y el sistema de peaje; detectar, utilizando un sensor de un sistema de adquisición de imágenes, el primer
20 vehículo que realiza transacciones con el sistema de peaje, siendo el sensor del sistema de adquisición de imágenes diferente del sensor del sistema de transacciones de carril; en respuesta a la detección, utilizando el sensor del sistema de adquisición de imágenes, el primer vehículo que realiza transacciones con el sistema de peaje, genera, utilizando un dispositivo de
25 captura de imágenes del sistema de adquisición de imágenes, una primera imagen de vehículo del primer vehículo que realiza transacciones con el sistema de peaje y generar, usando un reloj del sistema de adquisición de imágenes, una primera marca de tiempo de la imagen del vehículo para la primera imagen del vehículo, siendo diferente el reloj del sistema de adquisición de imágenes del
30 reloj del sistema de transacciones de carril; al almacenar la primera imagen del vehículo en un almacén de datos de imágenes del vehículo, el almacén de datos

de imágenes del vehículo está configurado para almacenar imágenes de transacciones de peaje asociadas con marcas de tiempo de imágenes generadas por el reloj del sistema de adquisición de imágenes; y identificando la primera imagen del vehículo y la primera entrada de la transacción del carril del

5 vehículo como correspondientes a una misma transacción de peaje, haciendo coincidir la primera imagen del vehículo con la primera entrada de la transacción del carril del vehículo.

Donde el problema que quiere resolver es una implementación de un sistema de peaje permita el manejo electrónico del pago de peajes por parte de vehículos que pasan por una instalación de peaje sin requerir que el sistema de transacción de carril del sistema de peaje se comunique directamente con el sistema de imágenes del sistema de peaje (es decir, el sistema de transacción de carril es independiente del sistema de imagen). y no es necesario enviar ninguna señal,

10 incluidas las señales de "violación", al sistema de imágenes). En consecuencia, el sistema de peaje está configurado para desacoplar el sistema de imágenes del sistema de transacciones de carril y, por lo tanto, minimizar o eliminar la necesidad de modificar el sistema de transacciones de carril al instalar un nuevo sistema de imágenes.

La solicitud de patente US 2008/0040210 muestra un método de procesamiento de pago de transacción de peaje, el método que comprende: accediendo a los datos de imagen de un vehículo, los datos de imagen correspondientes a al menos una imagen del vehículo involucrándose en una transacción con una

15 instalación de peaje; procesar los datos de imagen para determinar uno o más identificadores de vehículo para el vehículo; identificación electrónica de una compañía de vehículos de la flota asociada con el vehículo en función de uno o más identificadores de vehículos; y comunicar electrónicamente la información de facturación para la transacción entre el vehículo y la instalación de peaje a la

20 25 30 compañía de vehículos de la flota.

Donde la divulgación describe al menos un sistema de peaje que permite el manejo automático y electrónico del pago de peajes por parte de vehículos que están asociados con una compañía de vehículos de flota. La compañía de vehículos de la flota puede ser una compañía que utiliza un grupo de vehículos para llevar a cabo su negocio, incluida, por ejemplo, una compañía que coordina y opera taxis, automóviles de alquiler, sedanes, limusinas y camiones de entrega. La compañía de vehículos de la flota también puede incluir una operación comercial que no opera ni coordina los vehículos de la compañía, sino que simplemente tiene una relación financiera (por ejemplo, una relación de facturación) con un grupo de clientes que también manejan. Por ejemplo, un banco tiene una relación financiera con un grupo de clientes, cada uno de los cuales tiene una cuenta bancaria. El banco, en consecuencia, tiene una "flota virtual" compuesta por los vehículos personales asociados con sus clientes existentes que también conducen y que han indicado un deseo de servicios de pago de peaje automatizados a través del banco. Otros ejemplos de compañías de vehículos de flotas que tienen flotas virtuales incluyen compañías de teléfonos celulares, proveedores de servicios de Internet, proveedores de servicios en línea y proveedores de servicios de televisión por cable.

La solicitud de patente US 2013/0214962 muestra un aparato que detecta un carril de tráfico, el aparato que comprende: una pluralidad de dispositivos de radar provistos para cada carril, cuyo rango de detección incluye un carril instalado y un carril adyacente al carril instalado, los dispositivos de radar detectan un vehículo emitiendo una onda de radar al vehículo que viaja en el carril y recibe un reflejo de la onda del vehículo una memoria configurada para almacenar secuencialmente como valor de potencia recibida un valor instantáneo de una potencia recibida en un momento en que dos dispositivos de radar instalados para carriles adyacentes de la pluralidad de dispositivos de radar reciben la onda reflejada de un vehículo para ser detectados en intervalos de tiempo específicos; una calculadora configurada para calcular, cuando el vehículo que se va a detectar se mueve en una dirección que se aproxima a los

dispositivos de radar, como un valor representativo de una potencia recibida en un momento específico con respecto a cada uno de los dos dispositivos de radar, un valor promedio ponderado de los recibidos el valor de potencia cuando los pesos inversos, que se hacen más pesados a medida que el tiempo de adquisición del valor de potencia recibido se aleja del tiempo especificado, se asignan a un número específico de valores de potencia recibidos almacenados en la memoria de acuerdo con el momento en que el valor de potencia recibido es obtenido, donde el tiempo de adquisición de los valores de potencia recibidos es anterior al tiempo especificado y se le da prioridad a los valores de potencia recibidos cuyo tiempo de adquisición se aproxima al tiempo especificado; y un discriminador configurado para comparar tamaños de valores representativos de la potencia recibida calculada por la calculadora entre los dos dispositivos de radar y determinar un carril en el que el vehículo que se va a detectar está viajando de acuerdo con el resultado de la comparación.

Teniendo en cuenta todo lo anterior no existe un sistema, dispositivo o método, que permita identificar vehículos al paso de carriles en un sistema de peaje, que permita discriminar número de ejes, tipo de acople de llanta si es sencilla o doble, si el vehículo es doble cabina o solo un cuerpo, y según lo anterior que permita definir un tamaño, de manera confiable, rápida, además con un solo sensor tipo laser por medio de redes neuronales.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

5

La presente invención revela un dispositivo, sistema y método para categorización de vehículos en lugares como peajes, el sistema de categorización de vehículos es el primer sistema de identificación láser mono sensor de montaje lateral en el mercado, tiene una efectividad comprobada mayor del 99.6% en la clasificación vehicular según la normativa colombiana de 5 y 7 categorías, digitaliza el modelo 3D del automóvil, con enfoque en las partes del vehículo como llantas, doble cabina, chasis, con precisión de ± 3 cm, y clasifica la información con tiempo de respuesta inferior a 100 ms, tiene las siguientes ventajas, clasificación en 7 categorías pero pueden ser modificado para que identifique mas categorías, medición con exactitud mediante el uso de inteligencia artificial, es de fácil montaje y mantenimiento donde la instalación no es intrusiva, con mantenimiento a nivel de suelo, con protección para uso a la intemperie, con un sistema cognitivo entrenable, mediante machine learning (ML) supervisado, con diseño robusto para alto desempeño en ambientes exteriores, con diseño contra colisiones y/o vandalismo, no afecta la vía, ni el flujo vehicular. Se puede usar en Sistemas Free-Flow, además que tiene una clara ventaja al ser mono sensor, por el método de implantación particular usado, además puede ser integrado a sistema de cobro vía Ethernet IP, integración vía Webservices / Websockets, específicos para la integración personalizada con el sistema de pago.

La interfaz desarrollada, es para uso multiplataforma (Windows/Linux/OS), para instalar en el computador o servidor de registro de la caseta que incluye un módulo de visualización de resultados con animación 3D del modelo del vehículo (rotación, traslación) con tabla de características y categoría resultante. El sistema muestra la categoría de los vehículos que han sido escaneados y están

en fila para el pago, un módulo de aprendizaje (Teach mode), un módulo de configuración. (Conectividad y permisos aprendizaje) y una base de datos para auditoría.

- 5 Para integrar el resultado de la clasificación puede ser integrado al software de recaudo y así generar un cobro automático. El sistema genera los datos de categoría y los transmite en un paquete o trama TCP/IP. La trama es recibida por el hardware de la caseta del peaje (PC/servidor).

10

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

Las figura 1A, 1B y 1C muestran el dispositivo mono sensor (1) para categorización de vehículos, que tiene una cubierta (10) con una ranura (11),
15 donde la ranura está ubicada de manera oblicua o inclinada para que deje pasar un haz de luz de rayo láser, que es proporcionado por un emisor laser rotatorio (20) que incluye un motor; el emisor laser rotatorio (20) está ubicado de manera oblicua, donde el haz de laser están contenidos en un plano que está inclinado respecto a sistema coordenado de referencia tres ejes ortogonales; el dispositivo
20 de sensado (1) tiene una base (14) con placas inclinadas (13) (16) unidas a soportes intermedios (15) que en conjunto soportan el emisor laser rotatorio (20). La ranura (11) tiene una inclinación entre 10° a 70 ° respecto a un plano horizontal XY de referencia como lo es sustancialmente el piso, el arco de la ranura (11) está contenido en el rango de 30° a 180°, sobre una circunferencia
25 vista desde una vista superior el arco de la ranura, la ranura hace parte de un arco de hélice; la cubierta (10) tiene un perfil sustancialmente cilíndrico.

La figura 2 muestra la disposición espacial del dispositivo mono sensor (1) para categorización de vehículos, donde el haz de luz de rayos laser (H) está
30 contenido en un plano inclinado (P).

La figura 3 muestra el plano inclinado (P) que contiene el haz de luz de rayo láser que tiene una ubicación inclinada respecto a los tres planos de referencia, donde el plano inclinado (P) define un ángulo ϕ formado entre el eje de referencia X y la línea de corte o intersección del plano inclinado (P) y el plano de referencia XZ; un ángulo β es formado entre el eje de referencia Y y la línea de corte del plano inclinado (P) y el plano XY; se podría definir un tercer ángulo de referencia λ que está definido por el eje de referencia Y y la línea de corte o intersección del plano inclinado (P) y el plano de referencia YZ; el plano inclinado (P) puede ser definido con suficiencia con dos ángulos, escogidos entre ϕ , β y λ . Donde los ángulos ϕ , β y λ definidos respecto a los planos de referencia XY, XZ y YZ, del haz de luz del rayo láser contenidos en el plano inclinado (P) están en el rango de valores entre 5° a 70° . Los ángulos ϕ , λ pueden ser considerados como ángulos tipo verticales de elevación o depresión y el ángulo β un ángulo de tipo horizontal, según se quiera definir la inclinación del haz de luz de rayo láser contenidos en el plano inclinado (P) para cada aplicación de la invención.

La figura 4 muestra la disposición espacial del dispositivo mono sensor (1) para categorización de vehículos, donde el haz de luz de rayos laser (H) está contenido en un plano inclinado (P), y un vehículo (V) va a empezar a ser digitalizado.

La figura 5 muestra la disposición espacial del dispositivo mono sensor (1) para categorización de vehículos, donde el haz de luz de rayos laser (H) está contenido en un plano inclinado (P), y un vehículo (V) está parcialmente digitalizado.

La figura 6 muestra un sistema de categorización de vehículos, un dispositivo mono sensor (1) conectado a un ordenador (3) por medio de conexiones (2); donde el ordenador (3) ejecuta órdenes y cálculos por medio de una red neuronal (5), para categorizar vehículos por medio del procesamiento de nubes de puntos;

el ordenador (3) está conectado a la nube (6) para intercambio de datos hacia cualquier sitio con una dirección IP.

5 La figura 7 muestra un sistema de categorización de vehículos, un dispositivo de sensado (1) conectado a un ordenador (3) por medio de conexiones (2); donde el ordenador (3) ejecuta órdenes y cálculos por medio de una red neuronal (5), para categorizar vehículos por medio del procesamiento de nubes de puntos; el ordenador (3) está conectado a la nube (6) para intercambio de datos hacia cualquier sitio con una dirección IP; además tiene comunicación con un caseta
10 (8) de peaje por medio de conexiones (7), donde se puede integrar a una plataforma de recaudo y cobro automático.

La figura 8 muestra ejemplos de captura de nubes de puntos para diversos tipos de vehículos, los cuales han sido digitalizados, las nubes de puntos mostradas
15 están en el plano XZ

La figura 9 muestra un ejemplo de captura de nube de puntos con una visualización tridimensional.

20 El sistema captura puntos que incluye principalmente los planos XZ que es la parte lateral del vehículo; el plano XY por la parte inferior del vehículo y el plano YZ que es la parte frontal del vehículo, y aprovechando la forma simétrica de los vehículos se puede concluir que con solo un sensor se toman las caras suficientes y necesarios para hacer una evaluación correcta de la forma de un
25 vehículo.

Las figuras 10A y 10B muestran la parte inicial de la digitalización del modelo en el plano XZ, donde se muestra la nube de puntos (NP) y los planos (PP) subrayados que incluyen los puntos adquiridos. Los planos (PP) se disponen me
30 forma oblicua o inclinada y la separación entre los planos (PP) depende directamente de la velocidad del vehículo, a mayor velocidad mayor separación

entre los planos, menor velocidad menor separación entre los planos, pero cuando el vehículo se detiene el muestreo también se detiene.

5 La figura 11 muestra un modelo digitalizado parcialmente con una nube de puntos (NP) en el plano XZ.

La figura 12 muestra un modelo digitalizado completamente con una nube de puntos (NP) en el plano XZ.

10 La figura 13 muestra un modelo digitalizado completamente con una nube de puntos (NP) en el plano XZ, el cual se van a hacer cortes para poder extraer las características de interés, tales como ejes (EJ), cabina (CA1) (CAn) y tamaño (TA).

15 La figura 14 muestra un corte de la nube de puntos (NP) adquirida y para poder extraer las características de cantidad de ejes (EJ).

20 La figura 15 muestra un plano XY que muestra la parte inferior del vehículo, con la nube de puntos (NP) adquirida, para poder extraer las características doble llanta.

La figura 16 muestra un plano XY que muestra como ejemplo la parte inferior del vehículo, con la nube de puntos (NP) adquirida, para poder extraer las características doble llanta, donde en el corte de llantas (LL) se diferencian dos sectores importantes uno con llanta sencilla (LS) y otro con llanta doble (DL), sobre los cuales se calcula la densidad sectorial y poder definir si tiene doble llanta o sencilla, para el presente caso de ejemplo han sido mostrado de esta manera, pero se puede ejemplarizar a vehículos con llantas sencillas en ambos ejes u otros casos.

30

La figura 17 muestra dos cortes para extraer la característica de cabina, el cual toma sectores de corte (CA1) (CA2) (CAn), puede incluir uno, dos, tres o más cortes, como preferencia se escogen tres sectores para comparar la densidad de puntos y definir si tiene cabina o no.

5

La figura 18 muestra un sector de corte de tamaño (TA) en el plano XZ, del que se procesan los puntos para definir el tamaño del vehículo.

10 La figura 19 muestra una captura de pantalla de la interfaz funcionando en la categorización de vehículos.

La figura 20 muestra el diagrama de flujo del proceso de categorización de vehículos, que incluye las etapas de

- 15 a. Etapa 100. Configura el área de muestreo
- b. Etapa 200. Adquirir y almacenar datos de la nube de puntos por medio de un mono sensor rotatorio tipo laser dispuesto de forma inclinada con ángulos φ , β y λ definidos en el rango entre 5° a 70° .
- 20 c. Etapa 300. Ejecutar cortes de sección de la nube de puntos
- d. Etapa 400. Ejecutar algoritmo de árbol de decisión de la red neuronal para categorizar los vehículos.
- e. Etapa 500. Obtener resultado de categorización de vehículos.

Donde la etapa 100, tiene las subetapas:

- 25 101. Definir la profundidad del carril.
102. Definir la altura esperada de los vehículos.
103. Tomar muestra de entorno.
104. Evaluar las obstrucciones a nivel de planta.
105. Definir valor de parámetros de compensación a nivel del suelo.

30

Donde la etapa 200, tiene las subetapas:

- 201. Filtrar los puntos dentro del área de muestreo.
- 202. Iniciar adquisición de nube de puntos.
- 203. Estimar la velocidad del vehículo.
- 204. Reconstruir y desplazar los cortes según la velocidad.

5

Donde la etapa 300, tiene las subetapas:

- 301. Ejecutar cortes XZ de ejes, dividir el vector en sectores y calcular densidad sectorial.
- 302. Ejecutar cortes XY de doble llanta, dividir el vector en sectores y calcular densidad sectorial.
- 303. Ejecutar cortes XZ de doble cabina, dividir el vector en sectores y calcular densidad sectorial.
- 304. Ejecutar cortes XZ de tamaño, dividir el vector en sectores y calcular densidad sectorial.

15

Donde la etapa 400, tiene las subetapas:

- 401. Ejecutar algoritmo de red neuronal para definir cantidad de ejes.
- 402. Ejecutar algoritmo de red neuronal para definir si tiene doble llanta.
- 403. Ejecutar algoritmo de red neuronal para definir si tiene doble cabina.
- 404. Ejecutar algoritmo de red neuronal para definir tamaño.

20

Donde la etapa 500, tiene las subetapas:

- 501. Obtener resultado de cantidad de ejes.
- 502. Obtener resultado si tiene doble llanta.
- 503. Obtener resultado si tiene cabina.
- 504. Obtener resultado de tamaño.
- 505. Obtener categoría de vehículo.

25

La figura 21 muestra el diagrama del árbol de decisión de categorización de vehículos por medio de redes neuronales donde el algoritmo de clasificación consiste en una cadena de cuatro redes neuronales con un flujo controlado por

30

un árbol de decisión de cuatro niveles con criterios de evaluación relacionados directamente con las características extraídas de los modelos esperados.

- 5 Las características se emplean en orden de relevancia, esto con el objetivo de ahorrar recursos y tiempo de cómputo eliminando el proceso de clasificación de características no solicitadas por el árbol de decisión.

En orden descendente son: Número de ejes NE, doble llanta DL, doble cabina DC y diferencia de tamaños DT.

10

En la subetapa 401, primero es la detección del número de ejes NE, donde se extrae desde la nube de puntos de cada modelo haciendo un corte dinámico a la altura de la mitad de la llanta y se proyectan todos los puntos de esta región sobre el eje longitudinal del vehículo e, es decir sobre la vista lateral del vehículo en el plano XZ. Por ejemplo, se divide a lo largo en 80 partes y se normaliza porcentualmente la densidad en cada división.

15

En la subetapa 402, segundo es la detección de doble llanta DL, donde se extrae desde la nube de puntos de cada modelo con el mismo corte dinámico del número de ejes y se proyectan todos los puntos sobre la vista inferior del vehículo en el plano XY. Como ejemplo se divide en 80 partes y se normaliza porcentualmente la densidad en cada división, este proceso se repite en un nivel inferior y se concatenan las celdas en un solo set de datos de 160 divisiones.

20

En la subetapa 403, tercero es la detección de la doble cabina DC, donde se extrae desde la nube de puntos de cada modelo, como ejemplo a partir de tres cortes horizontales a unas alturas estimadas en la cuales se podría encontrar el vacío de la doble cabina, se proyectan todos los puntos de esta región sobre la vista lateral del vehículo plano XZ y se divide en 40 partes. Se normaliza porcentualmente el conteo de los puntos proyectados.

25

30

En la etapa 404, cauto es la detección de la diferencia de tamaños DT, donde se extrae desde la nube de puntos de cada modelo haciendo un corte a la altura de promedio empleada en la extracción de la doble cabina y se proyectan todos los puntos de esta región sobre el eje longitudinal del vehículo o la vista lateral del vehículo en el plano XZ. Como ejemplo se divide a lo largo en 80 partes y se normaliza porcentualmente la densidad en cada división.

En el modelo de la red neuronal como ejemplo se podría definir;

- 10 NE: Tiene 80 entradas, 20 neuronas en la capa oculta y 5 salidas.
DL: Tiene 160 entradas, 20 neuronas en la capa oculta y 2 salidas.
DC: Tiene 120 entradas, 20 neuronas en la capa oculta y 2 salidas.
DT: Tiene 80 entradas, 20 neuronas en la capa oculta y 2 salidas.

- 15 Donde las entradas de cada red neuronal por ejemplo son:

NE: Consiste en 80 divisiones de densidad porcentual.

DL: Set de 2 cortes de 80 divisiones de densidad porcentual, con un total de 160 partes.

- 20 DC: Set de 3 cortes de 40 divisiones de densidad porcentual, con un total de 120 partes.

DT: Consiste en 80 divisiones de densidad porcentual.

- 25 Las entradas se obtienen desde la nube de puntos y de los sectores definidos, donde cada entrada tiene su peso dentro de la función de agregación de la neurona, donde los pesos son los coeficientes que pueden adaptarse dentro de la red neuronal, los cuales pueden ser modificados en respuesta al entrenamiento recibido y a las reglas de entrenamiento y las salidas que son el resultado obtenido después del procesamiento de la red neuronal.

30

La definición de los planos XZ, XY o YZ, incluye toda la familia de planos paralelos de los mismos.

- 5 La anterior descripción solo puede ser tomada como referencia y no limitativa en sus componentes ni en su relación explícita, sino que han sido descritos para proporcionar una idea clara sobre la conformación general de la materia de la invención reclamada.

DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Para complementar la descripción y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características técnicas del invento, se acompaña a la presente memoria descriptiva como parte integrante de la misma, un conjunto de figuras definidas así:

Figura 1A. Vista isométrica del dispositivo de sensado laser.

15 Figura 1B. Sección A-A en vista isométrica del dispositivo de sensado laser.

Figura 1C. Sección A-A en vista frontal del dispositivo de sensado laser.

Figura 2. Disposición del dispositivo de sensado laser.

20

Figura 3. Geometría de disposición del dispositivo de sensado laser.

Figura 4. Vista isométrica de área de sensado con vehículo fase inicial.

25 Figura 5. Vista isométrica de área de sensado con vehículo fase intermedia.

Figura 6. Sistema de categorización de vehículos.

Figura 7. Sistema de categorización de vehículos que incluye cabina.

30

.

	Figura 8.	Capturas ejemplo de nubes de puntos adquiridos mediante dispositivo de sensado laser.
	Figura 9.	Captura ejemplo de nubes de puntos de un caso real 3D.
5	Figura 10A.	Primeros planos de nubes de puntos capturados en la vista XZ.
	Figura 10B.	Primeros planos de nubes de puntos capturados en la vista XZ, y subrayado de planos.
10	Figura 11.	Captura de nubes de puntos para un modelo parcialmente digitalizado en la vista XZ.
	Figura 12.	Captura de nubes de puntos para un modelo completamente digitalizado en la vista XZ.
15	Figura 13.	Cortes para definir diferentes características, ejes, doble llanta, cabinas y tamaño.
	Figura 14.	Corte ejemplo para cálculo de ejes.
20	Figura 15.	Vista inferior plano XY de la nube de puntos capturada de un modelo digitalizado completo.
	Figura 16.	Corte ejemplo para cálculo de doble llanta.
25	Figura 17.	Corte ejemplo para cálculo de cabina.
	Figura 18.	Corte ejemplo para cálculo de tamaño
30	Figura 19.	Captura de pantalla de categorización de vehículos.

Figura 20. Método de categorización de vehículos.

Figura 21. Diagrama de parte del método de categorización de vehículos
mediante árbol de decisión y redes neuronales.

10