

REIVINDICACIONES

Se reivindica:

- 5 1. Un método para predecir cobertura de nubes a corto plazo, el método comprende:
calcular, a través de un ordenador, un campo de velocidad de nubes estimado en un
valor de tiempo actual con base en una pluralidad de imágenes del cielo;
10 determinar, por el ordenador, un patrón de nubes segmentado con base en la pluralidad
de imágenes del cielo;
determinar, por el ordenador, una ubicación futura del sol correspondiente a un valor
tiempo futuro;
15 determinar, por el ordenador, una pluralidad de ubicaciones de píxel del sol en el valor de
tiempo futuro con base en la ubicación futura del sol;
20 aplicar, a través del ordenador, un algoritmo de retropropagación a la pluralidad de
ubicaciones de píxel del sol que utilizan el campo de velocidad de nubes estimado para
producir una pluralidad de ubicaciones de píxel del sol correspondientes a un valor de
tiempo previo; y
25 predecir, a través del ordenador, la cobertura de nubes para la ubicación futura del sol
con base en la pluralidad de ubicaciones de píxel del sol propagadas y el patrón de nubes
segmentado.
2. El método de la reivindicación 1, en donde el algoritmo de retropropagación
comprende:
30 determinar una media del campo de velocidad de nubes estimado;
retropropagar cada una de la pluralidad de ubicaciones de píxel del sol con la media del
campo de velocidad de nubes estimado; e
35 identificar la pluralidad de ubicaciones de píxel del sol propagadas con base en la
pluralidad de ubicaciones de píxel del sol.
3. El método de la reivindicación 2, en donde el algoritmo de retropropagación
comprende adicionalmente:
40 aplicar un filtro de suavizado a la media del campo de velocidad de nubes estimado antes
de retropropagar cada una de la pluralidad de ubicaciones de píxel del sol.
4. El método de la reivindicación 1, en donde el algoritmo de retropropagación
comprende:
45 identificar una pluralidad de componentes de campo de velocidad en el campo de
velocidad de nubes estimado, cada componente del campo de velocidad respectivo
corresponde a una ubicación respectiva de píxel del sol;
50 la retropropagación de cada una de la pluralidad de ubicaciones de píxel del sol se basa
en la pluralidad de componentes del campo de velocidad; e

identificar la pluralidad de ubicaciones de píxel del sol con base en la pluralidad de ubicaciones de píxel del sol.

5. El método de la reivindicación 1, en donde el algoritmo de retropropagación comprende:

un muestreo descendente del campo de velocidad de nubes estimado a partir de una resolución original a una resolución menor, produciendo un campo de velocidad de nubes de muestreo descendente;

aplicar un filtro de suavizado al campo de velocidad de nubes de muestreo descendente;

muestrear de manera ascendente el campo de velocidad de nubes de muestreo descendente a partir de una resolución baja a la resolución original, produciendo un campo local de velocidad filtrada suave;

identificar una pluralidad de componentes del campo de velocidad en el campo local de velocidad filtrada suave, cada respectivo componente del campo de velocidad corresponde a una ubicación respectiva de píxel del sol; y

retropropagar cada una de la pluralidad de ubicaciones de píxel del sol en la pluralidad de componentes del campo de velocidad para producir las ubicaciones de píxel del sol propagadas.

6. El método de la reivindicación 1, en donde el algoritmo de retropropagación comprende:

para cada ubicación de píxel del sol que se incluye en la pluralidad de ubicaciones de píxel del sol, muestrear de manera aleatoria un número predeterminado de componentes del campo de velocidad vecinos dentro de un radio predeterminado en el campo de velocidad de nubes estimado con base en la ubicación respectiva de píxel del sol; y

retropropagar cada una de la pluralidad de ubicaciones de píxel del sol con base en su número respectivo predeterminado de componentes del campo de velocidad vecinos para producir la pluralidad de ubicaciones de píxel del sol propagadas.

7. El método de la reivindicación 1, que determina el patrón de nubes segmentado con base en la pluralidad de imágenes del cielo que comprende:

para cada una de la pluralidad de imágenes del cielo, clasificar cada píxel de imagen en una imagen respectiva del cielo ya sea con base en las nubes o en el cielo en una o más características de la respectiva imagen del cielo,

en donde una o más características incluyen uno o más valores del espectro de colores, una proporción de los canales de color rojo y canales de color azul, valores de varianza y valores de entropía.

8. El método de la reivindicación 1, en donde se determina la ubicación futura del sol que corresponde al valor de tiempo futuro, utilizando datos del almanaque astronómico.

9. El método de la reivindicación 1, en donde la predicción de la cobertura de las nubes para la ubicación futura del sol con base en la pluralidad de ubicaciones de píxel del sol propagadas y el patrón de nubes segmentado, comprende:

determinar una región del sol del patrón de nubes segmentado que utiliza la pluralidad de ubicaciones de píxel del sol propagadas;

identificar un número de píxeles de nubes dentro de la región del sol; y

5

calcular un valor de cobertura de nubes binario igual a una proporción del número de píxeles de nubes a un número total de píxeles de imagen en la región del sol.

10. El método de la reivindicación 1, en donde la predicción de la cobertura de nubes para la ubicación futura del sol con base en la pluralidad de ubicaciones de píxel del sol propagadas y el patrón de nubes segmentado comprende:

determinar una pluralidad de valores de probabilidad del píxel, cada valor de probabilidad corresponde a la probabilidad de abundancia de nubes para un respectivo píxel del sol propagado en la pluralidad de ubicaciones de píxel del sol propagadas;

15

identificar un número de píxel de nubes en el patrón de nubes segmentado utilizando la pluralidad de ubicaciones de píxel del sol propagadas;

determinar una sumatoria de la pluralidad de valores de píxel; y

20

calcular un valor de probabilidad de cobertura de nubes igual a una proporción de la sumatoria de la pluralidad de valores de probabilidad del píxel al número de píxeles de nubes.

11. Un artículo de manufactura para predecir cobertura de nubes a corto plazo, el artículo de manufactura comprende un medio tangible legible por ordenador no transitorio que almacena instrucciones ejecutables por ordenador para realizar un método que comprende:

25

calcular un campo de velocidad de nubes estimado en un valor de tiempo actual con base en una pluralidad de imágenes del cielo;

30

determinar un patrón de nubes segmentado con base en la pluralidad de imágenes del cielo;

35

determinar una ubicación futura del sol correspondiente a un valor de tiempo futuro;

determinar una pluralidad de ubicaciones de píxel del sol en un valor de tiempo futura con base en la ubicación futura del sol;

aplicar un algoritmo de retropropagación a la pluralidad de ubicaciones de píxel del sol utilizando el campo de velocidad de nubes estimado para producir una pluralidad de ubicaciones de píxel del sol propagadas correspondientes a un valor de tiempo previo; y predecir la cobertura de nubes para la ubicación futura del sol con base en la pluralidad de ubicaciones de píxel del sol propagadas y el patrón de nubes segmentado.

45

12. El artículo de manufactura de la reivindicación 11, en donde el algoritmo de retropropagación comprende:

determinar una media del campo de velocidad de nubes estimado;

50

retropropagar cada una de la pluralidad de ubicaciones de píxel del sol con la media del campo de velocidad de nubes estimado; e

identificar la pluralidad de ubicaciones de píxel del sol propagadas con base en la pluralidad de ubicaciones de píxel del sol.

13. El artículo de manufactura de la reivindicación 12, en donde el algoritmo de retropropagación comprende además:

aplicar un filtro de suavizado a la media del campo de velocidad de nubes estimado antes de retropropagar cada una de la pluralidad de ubicaciones de píxel del sol.

14. El artículo de manufactura de la reivindicación 11, en donde el algoritmo de retropropagación comprende:

identificar una pluralidad de componentes del campo de velocidad en el campo de velocidad de nubes estimado, cada componente del campo de velocidad respectivo corresponde a una ubicación de píxel del sol respectiva; retropropagar cada una de la pluralidad de ubicaciones de píxel del sol con base en la pluralidad de componentes del campo de velocidad; e

identificar la pluralidad de ubicaciones de píxel del sol propagadas con base en la pluralidad de ubicaciones de píxel del sol.

15. El artículo de manufactura de la reivindicación 11, en donde el algoritmo de retropropagación comprende:

muestrear de manera descendente el campo de velocidad de nubes estimado a partir de una resolución original a una resolución menor, produciendo un campo de velocidad de nubes muestreado de manera descendente;

aplicar un filtro de suavizado al campo de velocidad de nubes muestreado de manera descendente;

muestrear de manera ascendente el campo de velocidad de nubes muestreado de manera descendente a partir de la resolución menor a la resolución original, produciendo un campo de velocidad filtrado suave;

identificar una pluralidad de componentes del campo de velocidad en el campo de velocidad filtrado suave, cada componente del campo de velocidad respectivo corresponde a una ubicación de píxel del sol respectiva; y

retropropagar cada una de la pluralidad de ubicaciones de píxel del sol con base en la pluralidad de componentes del campo de velocidad para producir la pluralidad de ubicaciones de píxel del sol propagadas.

16. El artículo de manufactura de la reivindicación 11, en donde el algoritmo de retropropagación comprende:

para cada ubicación de píxel del sol que se incluye en la pluralidad de ubicaciones de píxel del sol, muestrear de manera aleatoria un número predeterminado de componentes del campo de velocidad vecinos dentro de un radio predeterminado en el campo de velocidad de nubes estimado con base en la ubicación de píxel del sol respectiva; y

retropropagar cada una de la pluralidad de ubicaciones de píxel del sol con base en su respectivo número predeterminado de componentes de campo de velocidad vecinos para producir la pluralidad de ubicaciones de píxel del sol propagadas.

17. El artículo de manufactura de la reivindicación 11, en donde la predicción de la cobertura de nubes para la ubicación del sol futura con base en la pluralidad de ubicaciones de píxel del sol propagadas y el patrón de nubes segmentado comprenden:

determinar una región del sol del patrón de nubes segmentado utilizando la pluralidad de ubicaciones de píxel del sol propagadas;

identificar un número de píxeles de nubes dentro de la región del sol; y

calcular un valor de cobertura de nubes binario igual a una proporción del número de píxeles de nubes a un número total de píxeles de la imagen en la región del sol.

18. El artículo de manufactura de la reivindicación 11, en donde la predicción de la cobertura de nubes para la ubicación futura del sol con base en la pluralidad de ubicaciones de píxel del sol propagadas y el patrón de nubes segmentado comprende:

determinar una pluralidad de valores de probabilidad de píxel, cada valor de probabilidad corresponde a una probabilidad de abundancia de nubes para un respectivo píxel del sol propagado de las ubicaciones de píxel del sol propagadas;

identificar un número de píxeles de nubes en el patrón de nubes segmentado utilizando la pluralidad de ubicaciones de píxel del sol propagadas;

determinar una sumatoria de la pluralidad de valores de probabilidades del píxel; y

calcular un valor de probabilidad de cobertura de nubes igual a una proporción de la sumatoria de la pluralidad de valores de probabilidad del píxel al número de píxeles de nubes.

19. Un sistema para predecir cobertura de nubes de corto plazo, el método comprende:

un módulo de seguimiento y flujo configurado para calcular un campo de velocidad de nubes estimado en un valor de tiempo actual con base en una pluralidad de imágenes del cielo;

un módulo de segmentación de nubes configurado para determinar un patrón de nubes segmentado con base en la pluralidad de imágenes del cielo;

un módulo de predicción de una ubicación del sol configurado para determinar una ubicación futura del sol correspondiente a un valor de tiempo futuro; y

un módulo de previsión de oclusión del sol configurado para:

determinar una pluralidad de ubicaciones de píxel del sol en el valor de tiempo futuro con base en la ubicación futura del sol;

aplicar un algoritmo de retropropagación a la pluralidad de ubicaciones de píxel del sol utilizando el campo de velocidad de nubes estimado para producir una pluralidad de ubicaciones de píxel del sol propagadas correspondiente a un valor de tiempo anterior; y

predecir la cobertura de las nubes para la ubicación del sol futura con base en la pluralidad de ubicaciones de píxel del sol propagadas y el patrón de nubes segmentado.

20. El sistema de la reivindicación 19, comprende además:

5 una cámara de video exterior horizonte a horizonte configurada para capturar la pluralidad de imágenes del cielo.