

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 433 693**

51 Int. Cl.:

G08G 1/01 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.12.2005 E 05856247 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.08.2013 EP 1966779**

54 Título: **Sistema y procedimiento relacionado para la supervisión del tráfico en carretera**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.12.2013

73 Titular/es:

**TELECOM ITALIA S.P.A. (100.0%)
Piazza degli Affari 2
20123 Milano, IT**

72 Inventor/es:

**FILIZOLA, DAVIDE;
PARATA, DARIO;
LOVISOLO, PIERO y
CAPUZZELLO, ALESSANDRO**

74 Agente/Representante:

PONTI SALES, Adelaida

ES 2 433 693 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema y procedimiento relacionado para la supervisión del tráfico en carretera

5 Campo de la invención

[0001] La presente invención se refiere a un sistema y un procedimiento relacionado para la supervisión de tráfico en carretera.

10 Descripción de los antecedentes de la técnica

[0002] La mayoría de los sistemas de vigilancia del tráfico en carretera que se utilizan actualmente utilizan, para la vigilancia del tráfico, la información procedente de sensores y cámaras de vídeo colocados en las carreteras, de conductores con señales telefónicas a estaciones de radio que proporcionan información sobre el tráfico y/o la policía local.

[0003] Para la vigilancia del tráfico en carretera, también se utilizan sistemas que toman la información de la posición procedente de vehículos equipados con receptores que pueden determinar la posición del vehículo, como por ejemplo, receptores GPS (Sistemas de Posición Global).

[0004] Además, en los últimos años, también se utilizan sistemas de vigilancia del tráfico en carretera que pueden utilizar datos de posición procedentes de sistemas de comunicación de tipo celular. Estos sistemas tienen la ventaja de que no requieren infraestructuras adicionales, como sensores, cámaras de vídeo o receptores GPS en los vehículos. Por tanto pueden proporcionar estimaciones sobre el tráfico, principalmente se pueden tener estimaciones sobre el tráfico donde haya cobertura móvil.

[0005] Por ejemplo, US 6.577.946 describe un sistema inteligente de recolección y procesamiento de datos procedente de redes telefónicas móviles existentes. El sistema utiliza los datos de la posición del teléfono móvil en tiempo real para reconstruir las condiciones de tráfico simultáneas.

[0006] El sistema construye y mantiene una lista de vehículos moviéndose por todas las secciones en puntos concretos, registrando todos los teléfonos móviles en una zona determinada.

[0007] El sistema mantiene una serie de dichas listas en todo momento. Esto permite al sistema obtener estimaciones precisas del número total de vehículos que viajan en cada sección específica de la carretera, junto con el sentido de su trayectoria de la velocidad media. Según estos datos, el sistema puede:

1) calcular las cargas de tráfico en tiempo real en diferentes carreteras y secciones;

40 2) generar listas detalles de los giros de vehículos, datos sobre los giros de los vehículos en tiempo real en todas las intersecciones relevantes; y

3) otros parámetros del tráfico. El sistema utiliza algoritmos heurísticos para distinguir entre los datos de posición procedentes de los teléfonos móviles colocados en los vehículos o de los teléfonos móviles de otros usuarios.

[0008] US 6.665.948 describe un procedimiento para supervisar el tráfico de vehículos en una red de carreteras de un área servida por una red de dispositivos de telecomunicaciones móvil con un sistema de gestión de las llamadas provisto de un sistema de posicionamiento de dispositivos de telecomunicaciones móviles que proporcionan datos de posicionamiento para dispositivos de telecomunicaciones móviles activos. El procedimiento comprende: capturar los datos de posicionamiento geográfico para los dispositivos individuales llevados a bordo de vehículos y convertirlos estos en vectores de probabilidad que representan la probabilidad de que los vehículos hayan llegado a cualquiera de los posibles componentes de carretera de la red de carreteras compatibles con los datos de posición geográfica capturados. A medida que el vehículo circula, este proceso se repite y se construyen nuevos vectores de probabilidad construidos basándose en la probabilidad de que cualquiera de las rutas disponibles entre la posición componente asociada con el nuevo vector de probabilidad y la posición de componente de carretera asociada con el vector de probabilidad inmediatamente anterior. Los tiempos de tránsito estimados Δt_x para las rutas disponibles se computan y se comparan con los tiempos de tránsito actuales para proporcionar factores de retraso en las rutas disponibles.

[0009] US 6.490.519 describe un sistema de vigilancia de tráfico que incluye un conjunto de aparatos de recogida de datos de tráfico adaptados para recoger información de ubicación de una pluralidad de usuarios de dispositivos de comunicación móviles y un filtro de una base de datos de tráfico adaptado para analizar la información de ubicación procedente de la pluralidad de usuarios y la eliminación de la información de ubicación que no está relacionada con el tráfico de vehículos.

65

[0010] EP 1489576 A1 describe un sistema de provisión de información sobre el tráfico que puede establecer de forma arbitraria una resolución de la posición y una resolución de la representación del tráfico, y soportar de forma flexible un servicio de predicción de información del tráfico. Específicamente, el sistema de provisión de información de tráfico cuantifica la cantidad de la información de tráfico que varía a lo largo de una carretera, transforma dichas cantidades en un valor que tiene desviación estadística, realiza la codificación de dicho valor, y proporciona el valor codificado a un aparato de utilización de información de tráfico, como un sistema de navegación de coche. El aparato de utilización de la información del tráfico descodifica dicha cantidad de estado codificada para reproducir la información de tráfico en dicha carretera.

5

10 **Objetos y síntesis de la invención**

[0011] EL solicitante ha indicado que, por el momento, las soluciones de la técnica anterior para la vigilancia del tráfico en carretera no son del todo satisfactorias.

15 **[0012]** Por ejemplo, los sistemas de monitorización de tráfico que utilizan procedimientos de posicionamiento basados en receptores GPS (GPS asistido o AGPS, donde los receptores GPS están integrados en los teléfonos móviles y cooperan con el mismo y con la red de telefonía móvil con el fin de definir su ubicación), aunque son muy fiables en cuanto a la precisión de posicionamiento, puede tener varios problemas. El primer problema está por ejemplo relacionado con el bajo porcentaje de usuarios que tienen un terminal móvil disponible que esté equipado con un receptor GPS. Además, aunque hubiera muchos terminales móviles equipados con receptores GPS, una estimación del tráfico que utiliza los datos de posicionamiento proporcionados por estos receptores requeriría que estuvieran activos continuamente. Esto implica un alto consumo de baterías colocadas en los terminales móviles, además de precisar una actualización continua de los propios terminales, hacia la red de comunicaciones móvil, sobre su posición, con la siguiente sobrecarga de señalizaciones y conexiones en la propia red.

25

[0013] Otro problema está relacionado con la disponibilidad incompleta de una función de posicionamiento GPS en un contexto urbano. Además, en zonas urbanas con muchos edificios, puede suceder que un receptor GPS no logre conectarse con un número suficiente de satélites para obtener una estimación de la posición exacta y, por tanto, en estas zonas, la función de posicionamiento puede resultar no disponible.

30

[0014] En referencia a los sistemas de supervisión de tráfico que utilizan datos de posición de terminales móviles que provienen de sistemas de comunicación móvil (tal como, por ejemplo, métodos como CI (Identidad Celular), Enhanced IC, TDOA (diferencia de tiempo observada mejorada), EOTD (diferencia de tiempo de llegada observada), descrito por ejemplo en las especificaciones 3GPP TS 25.305 y TS 43.059), sucede que estos métodos pueden proporcionar errores en la estimación de la posición terminal, que puede ser del orden de 100 m / 200 m en las zonas de alta densidad de móviles (típicamente zonas urbanas), pero también pueden alcanzar valores de varios kilómetros en zonas de baja densidad de móviles (por lo general las zonas suburbanas o extra-urbanas).

35

[0015] El solicitante ha tratado por tanto el problema técnico de producir un sistema de vigilancia de tráfico que pueda proporcionar una estimación del tráfico en carretera detallada, adaptado además al servicio específico que requiera dicha estimación.

40

[0016] Específicamente, la presente invención se refiere a un sistema, y su procedimiento relacionado, para la supervisión del tráfico por carretera que, en función de las estimaciones de posición del terminal móvil y las especificaciones de entrada adecuadas, es capaz de construir mapas de tráfico detallados en base a píxeles.

45

[0017] Hay que señalar que, durante la presente descripción, el término píxel significa un elemento de territorio, cuya forma es típicamente rectangular, o, más particularmente, cuadrado, y tiene tamaños variables. En particular, cada mapa de tráfico está asociado con un conjunto de píxeles que cubren un área geográfica relevante, y contiene, para cada píxel que pertenece al conjunto, los valores de índice de movilidad (por ejemplo, la velocidad promedio) de terminales móviles / vehículos que se desplazan dentro de tal píxel específico para un intervalo de tiempo determinado en el que se observa el propio píxel.

50

[0018] El sistema de vigilancia del tráfico por carretera, que es el objeto de la presente invención, puede utilizar las estimaciones de posición en terminales móviles sobre la base de la información procedente de un sistema de comunicación celular (por ejemplo, de la red de tipo GSM, EDGE, UMTS, PDC "Digital Personal Cellular").

55

[0019] El sistema de vigilancia de la presente invención también puede utilizar estimaciones de posición basadas en la información procedente de otros sistemas (como, por ejemplo, el GPS, AGPS, Galileo o sistema Galileo asistido), siempre que las estimaciones de posición que se obtienen de estos sistemas tengan en cuenta que un subconjunto de terminales está en movimiento.

60

[0020] El solicitante ha observado, sin embargo, que la falta de exactitud de las estimaciones de posición de terminales móviles que se obtienen mediante el uso de la información procedente de los sistemas citados anteriormente determina una condición para la cual, después de haber fijado un tamaño de píxel y un ancho de

65

intervalo de tiempo para observarlos, los valores del índice de movilidad computados por el sistema de vigilancia se ven afectados por errores. Los errores en los índices de movilidad disminuyen cuando el número de terminales en movimiento que se están observando aumentan, en un píxel determinado y durante un cierto intervalo de tiempo de observación.

5
[0021] El solicitante también ha observado que el número de terminales observados en movimiento depende del tamaño de píxel (cuanto mayor sea el tamaño de píxel, mayor es el número de terminales que viajan en tal píxel) y en el tamaño del intervalo del tiempo de observación (cuanto mayor es la duración del intervalo de tiempo de observación, mayor será el número de terminales observados). Esto implica que, después de haber establecido el número de terminales observados, que hace que la estimación de los índices de movilidad sea fiable, hay una desviación entre el tamaño del píxel y la duración del intervalo de tiempo de observación para el propio píxel.

10
[0022] La presente invención puede tener en cuenta esta desviación, realizar las estimaciones de índice de movilidad más precisas, utilizando como especificaciones de entrada en el sistema de vigilancia al menos dos parámetros escogidos entre: tamaño de píxel, duración del intervalo de tiempo de observación y error máximo permisible en la estimación de los índices de movilidad. Después de haber establecido al menos dos de los parámetros indicados más arriba, por ejemplo, intervalo de tiempo de observación y el error máximo permitido en la estimación de los índices de la movilidad, el sistema de vigilancia según la invención es capaz de determinar el otro parámetro, en este caso el tamaño de píxel, dependiendo de las relaciones precalculadas, es decir, de los modelos matemáticos que permiten describir la relación que existe entre las especificaciones de entrada y los parámetros a calcular, teniendo también en cuenta otros parámetros, los llamados datos característicos, que pueden incluir: la densidad de las llamadas de usuarios dentro de cada píxel y el método de posicionamiento de error utilizado.

15
[0023] La presencia de tales especificaciones de entrada permite adaptar mejor el sistema de vigilancia para el servicio para el que se requiere tal supervisión. En particular, hay algunos servicios, por ejemplo los que proporcionan para la visualización del tráfico en los mapas de carreteras con una resolución de conjunto, que requieren las especificaciones de entrada para establecer el tamaño del píxel y el error máximo permitido en la estimación de los índices de movilidad. Para otros servicios, por ejemplo aquellos que requieren información en tiempo real sobre el tráfico por carretera, como las especificaciones de entrada, es preferible ajustar la duración del intervalo de tiempo de observación, además del error máximo permitido en los índices de movilidad. En otros servicios, por ejemplo, aquellos que requieren información en tiempo real sobre el tráfico por carretera, como las especificaciones de entrada, es preferible establecer un tamaño de píxel que sea tan pequeño como sea posible, además del error máximo permitido en los índices de movilidad.

20
[0024] Una realización de la invención preferida actualmente está relacionada con un sistema de vigilancia del tráfico en carretera que comprende: al menos una primera entrada para recibir estimaciones de posición de terminales móviles que viajan dentro de un conjunto de elementos de territorio; al menos una segunda entrada para recibir las especificaciones de entrada incluyendo dos parámetros de entrada, uno de los cuales es el error máximo permitido en la estimación de al menos un índice de movilidad de los terminales móviles que viajan dentro de dicho conjunto de elementos territoriales y el otro se selecciona entre los dos parámetros siguientes: tamaño del elemento de territorio y el intervalo de tiempo de observación del elemento de territorio, dicha selección en función del tipo de servicio para el que se lleva a cabo dicha supervisión, y al menos una salida para la generación de mapas de tráfico, cada mapa de tráfico está asociado con dicho conjunto de elementos de territorio e incluye para cada uno de dichos elementos de territorio al menos un índice de movilidad de los terminales móviles que viajan dentro de esos elementos de territorio, estando dichos mapas de tráfico generados en base a las estimaciones de posición recibidas y en las especificaciones de entrada recibidas.

25
[0025] Otro aspecto de la presente invención está relacionado con un sistema de vigilancia del tráfico en carretera que comprende los siguientes pasos:

- 30
 50
- recibir estimaciones de posición de terminales móviles que viajan dentro de un conjunto de elementos territoriales;
 - recibir especificaciones de entrada que incluyen dos parámetros de entrada, siendo uno de los cuales el error máximo permitido en la estimación de al menos un índice de movilidad de los terminales móviles que viajan dentro de dicho conjunto de elementos territoriales y el otro se selecciona entre los dos parámetros siguientes: tamaño del elemento de territorio y el intervalo de tiempo de observación del elemento de territorio, dependiendo dicha selección del tipo de servicio para el que se lleva a cabo dicha supervisión;
 - generar mapas de tráfico, estando cada mapa de tráfico asociado con dicho conjunto de elementos territoriales y que incluye para cada uno de dichos elementos de territorio al menos un índice de movilidad de los terminales móviles que viajan dentro de esos elementos territorio, estando dichos mapas de tráfico generados en las estimaciones de posición recibidas y en las especificaciones de entrada recibidas.
- 55
 60

65
[0026] Otros aspectos preferidos de la presente invención se describen en las reivindicaciones dependientes y en la presente descripción.

Breve descripción de los dibujos adjuntos

[0027] La invención se describirá ahora, a modo de ejemplo no limitativo, en referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- la figura 1 muestra el sistema de vigilancia según la invención,
- la figura 2 muestra un diagrama de flujo relacionado con un procedimiento implementado por el sistema de vigilancia según la invención,
- las figuras 3, 4 y 5 muestran posibles comportamientos de cantidades utilizadas por el sistema de vigilancia según la invención, y
- la figura 6 muestra un mapa de tráfico de vehículos asociado con un conjunto de píxeles generados por el sistema de vigilancia según la invención.

Descripción detallada de las realizaciones de la invención

[0028] Como se muestra en la figura 1, el sistema de vigilancia del tráfico por carretera 1 de la presente invención comprende al menos una primera 1a, una segunda 1b y una tercera 1c entrada para recibir respectivamente las estimaciones de posición de terminales móviles (en este documento a continuación "estimaciones de posición"), especificaciones de entrada y los llamados datos característicos que serán se detallarán mejor a continuación, y al menos una salida 1d para generar mapas de tráfico basados en píxeles. En particular, cada mapa de tráfico está asociado con un conjunto de píxeles que cubre un área geográfica relevante, y contiene, para cada píxel que pertenece al conjunto, los valores de índice de movilidad (por ejemplo, la velocidad media) de terminales móviles / vehículos que se desplazan dentro de tal píxel para un intervalo de tiempo de observación determinado en el que se observa el propio píxel.

Estimaciones de posición

[0029] Las estimaciones de posición de los terminales móviles pueden basarse en información procedente de un sistema de comunicación celular (por ejemplo de tipo, EDGE, UMTS, PDC, GSM) o de los sistemas de tipo GPS, AGPS, Galileo o Galileo-asistido; en general, los sistemas son capaces de proporcionar estimaciones de posición que tengan en cuenta que un subconjunto de los terminales está en movimiento.

[0030] En particular, la información procedente de los sistemas de comunicación móviles es preferentemente la que ya está presente dentro de los propios sistemas y se utiliza para su funcionamiento normal, tal como, por ejemplo, medidas de potencia en señales recibidas, medidas de tiempo de retardo de propagación, las identificaciones de las células que sirven y las células adyacentes, etc. Estas informaciones son utilizadas a continuación por los métodos de posicionamiento (tales como, por ejemplo, IC, IC mejorada, TDOA, EOTD) para la obtención de estimaciones de posición.

[0031] Ventajosamente, el uso de dicha información, ya presente en los sistemas celulares, evita tener que operar activamente en estos últimos aquellos para los que solicita la generación de nueva información. De este modo se evita una sobrecarga excesiva de señalización y conexiones en sistemas.

[0032] Resulta adecuado también asumir que los procedimientos de posicionamiento utilizados son capaces de proporcionar posteriores estimaciones de posición, concretamente disponibles para todos los usuarios en intervalos de tiempo posteriores (por ejemplo, cada cinco segundos) y tener en cuenta que un subconjunto de terminales capaces de estar en movimiento, es decir, en un vehículo, como se detalla mejor en este documento a continuación en la presente descripción.

Especificaciones de entrada

[0033] Los métodos de posicionamiento, que se pueden utilizar para las estimaciones de posición, tienen típicamente dos tipos de problemas:

- 1) el número de terminales móviles que pueden ser rastreados es sólo un subconjunto de todos los terminales móviles que se pueden encontrar en un vehículo. En particular, en referencia al método de posicionamiento basado en la información vinculada a la operación de sistema de comunicación celular, se puede afirmar que:
 - o no todos los usuarios que se encuentran en un vehículo tienen el terminal móvil encendido;
 - o un operador de telefonía móvil, en general, no puede tener lugares disponibles de usuarios pertenecientes a otros operadores de telefonía móvil,
 - o al utilizar de métodos de posicionamiento no intrusivos, es decir, que utilizan los datos disponibles en las interfaces de señalización del sistema de comunicación celular, es posible localizar sólo a aquellos usuarios que

realizan una llamada (conectado los usuarios). Estos datos, de hecho, no están presentes en las interfaces de señalización solo para terminales de conexión.

Métodos de posicionamiento basados en sistemas GPS, AGPS, Galileo, Galileo-asistida se ven afectados, además por los problemas enumerados anteriormente, también de los relacionados con el número limitado de terminales móviles equipados con receptores que son capaces de explotar tales sistemas y por la posible falta de disponibilidad de tales sistemas, sobre todo en un contexto urbano.

2) las estimaciones de posición obtenidas mediante los métodos de posicionamiento anteriormente descritos generalmente se ven afectadas por errores. Por ejemplo, las estimaciones de posición de terminales móviles que utilizan información procedente de sistemas de comunicación celular pueden contener errores de estimación que puede ser del orden de 100 m o 200 m en las zonas de alta densidad de células (típicamente áreas urbanas), pero también puede llegar a varios km en áreas de baja densidad de células (por lo general sub-zonas urbanas o en carretera). Estos errores de estimación de la posición pueden implicar errores tanto en la asignación de terminales móviles a los píxeles, por ejemplo, deduciendo que el terminal móvil está en un píxel dado, mientras que el terminal es en realidad en otro píxel, presumiblemente el adyacente, y en las estimaciones de la velocidad del vehículo.

[0034] El solicitante ha observado que esto determina una condición para la cual, después de haber fijado un tamaño de píxel y un intervalo de tiempo de observación del píxel, los valores de los índices de movilidad computados por el sistema de control 1 se ven afectados por errores. Sin embargo, los errores de los índices de movilidad disminuyen cuando el número de terminales observados en movilidad aumenta, en un píxel determinado y durante un cierto intervalo de tiempo de observación.

[0035] El solicitante también ha observado que el número de terminales observados en movilidad depende del tamaño del píxel (cuanto mayor sea el tamaño de píxel, mayor es el número de terminales que viajan en tales píxeles) y el duración del intervalo de tiempo de observación (cuanto mayor sea el tiempo de observación tamaño del intervalo, mayor será el número de terminales observados). Esto implica que, después de haber establecido el número de terminales observados que hace que la estimación de los índices de movilidad fiable, hay una desviación entre el tamaño de píxel y el intervalo de tiempo de observación del píxel.

[0036] Según la presente invención, el sistema de vigilancia 1 es capaz de gestionar esta compensación, haciendo que la estimación de los índices de movilidad sea más precisa, utilizando como especificaciones de entrada por lo menos, dos parámetros elegidos entre: tamaño de píxel, la longitud y el error del intervalo de tiempo de observación máximo permitido en la estimación de los índices de movilidad. Después de haber ajustado al menos dos de los parámetros indicados más arriba, por ejemplo, el intervalo de tiempo de observación y el error máximo permitido en los índices de movilidad, el sistema de control según la invención es capaz de determinar el otro parámetro, en este caso el tamaño de píxel, dependiendo de las relaciones calculadas previamente o de los modelos matemáticos que permiten describir la relación que existe entre las especificaciones de entrada y los parámetros a calcular, teniendo también en cuenta otros parámetros, los llamados datos característicos incluyendo, por ejemplo: densidad de las llamadas de los usuarios dentro de cada píxel (aquí más adelante se define como "densidad de llamadas") y el error en el método de posicionamiento utilizado.

[0037] Sin embargo, es útil indicar que, en cuanto a la densidad de llamadas, por ejemplo por kilómetro cuadrado, siendo este último un parámetro que depende del número de usuarios existentes en el píxel afectado y en su distribución en el propio píxel, es más bien complejo para operar en él. De hecho, la distribución de densidad de llamadas es generalmente diferente de píxel a píxel y cambia con el tiempo. Con el fin de hacer la elección de este parámetro de datos característicos más fácil, por lo tanto, se puede asumir la recolección para cada píxel que es observado de algunos datos estadísticos sobre la distribución de las llamadas, con el fin de tener un conocimiento de este parámetro de antemano. Alternativamente, este parámetro se puede computar como " tiempo de ejecución" en función del número real de las llamadas realizadas por los usuarios que han recorrido en los píxeles observados.

[0038] El solicitante ha observado, además, que la presencia de las especificaciones de entrada que tienen en cuenta por lo menos dos de entre los parámetros elegidos entre tamaño de píxeles, duración del intervalo de tiempo de observación, y el error máximo permitido en la estimación de los índices de movilidad permite una mejor adaptación del sistema de control de 1 al servicio que utiliza.

[0039] En particular, hay algunos servicios, por ejemplo, los referentes a la presentación del tránsito en los mapas con una resolución de conjunto, que requieren las especificaciones de entrada para establecer el tamaño del píxel y el error máximo permitido en la estimación de los índices de movilidad. Para otros servicios, por ejemplo, como los que requieren información estrictamente "en tiempo real", se pueden establecer como especificaciones de entrada lo siguiente: duración del intervalo de tiempo de observación y el error máximo permitido en la estimación de los índices de movilidad. En otros servicios, por ejemplo, los que requieren información de tráfico sobre una base diaria, se puede proporcionar como especificaciones de entrada las siguientes: un tamaño de píxel que es tan pequeño como sea posible, tal como se describe mejor a continuación en este documento en la presente descripción, además de un margen de error máximo en la estimación de los índices de movilidad.

Mapas de índices de movilidad

5 **[0040]** El sistema de control 1 proporciona para la generación de una salida 1d, para cada píxel, un mapa de tráfico por carretera que contenga los valores de un conjunto de índices relacionados con la movilidad de un cierto intervalo de tiempo de observación del propio píxel.

10 **[0041]** En este documento en la presente descripción, el término píxel significará un elemento de territorio, por lo general de forma rectangular, o más particularmente cuadrada, con diferentes tamaños.

[0042] Según la presente invención, el sistema de vigilancia 1 asocia cada píxel con uno o más índices de movilidad que indican el estado de la movilidad de los usuarios y por lo tanto de los terminales móviles que se pueden encontrar en el propio píxel. Por ejemplo, los siguientes se pueden utilizar como índices de movilidad:

- 15 – El valor de la velocidad media de desplazamiento de los vehículos que viajan en el píxel en observación en un intervalo de tiempo de observación píxel determinado; este promedio se entiende como módulo de velocidad;
- El valor de la velocidad media de los vehículos que viajan en el píxel en observación en un cierto intervalo de tiempo de observación píxel descompuesto en sus cuatro componentes principales (Norte, Este, Sur, Oeste), como se describe mejor en la siguiente descripción;
- 20 – El número de los usuarios en movilidad que viajan en el píxel en observación en el intervalo de tiempo de observación considerado;
- 25 – El número de trayectorias recorridas por los usuarios dentro del píxel en observación en el intervalo de tiempo de observación considerado; y
- El número de ocurrencias, es decir, el número de localizaciones estimadas por el método de posicionamiento utilizado, para los usuarios en movilidad dentro del píxel en observación y en el intervalo de tiempo de observación considerado.

30 **[0043]** Hay que señalar que todos los índices de movilidad se refieren a un píxel determinado, que tiene un cierto tamaño, y para un cierto intervalo de tiempo de observación del píxel.

35 **[0044]** El sistema de vigilancia 1 es entonces capaz de generar uno o más mapas de tráfico de vehículos en forma de matrices, una matriz para cada índice de movilidad.

40 **[0045]** Por ejemplo, la figura 6 muestra un mapa de tráfico de vehículos asociado con un conjunto de píxeles pertenecientes a un área geográfica determinada. Estos píxeles, según la invención, se asocian con los valores de uno o más índices de movilidad.

Modo de cálculo de los índices de movilidad

45 **[0046]** Para el cálculo de los índices de movilidad descritos anteriormente, el sistema de vigilancia 1 utiliza los pasos que figuran a continuación y se muestran en la figura 2:

50 paso 1) utilizar (bloque 2a de la figura 2) las estimaciones de posición recibidas en la entrada 1a como parámetro de entrada para los algoritmos de seguimiento que son capaces de determinar la trayectoria seguida por cada terminal móvil y su velocidad de movimiento;

paso 2) discriminar (bloque 2b de la figura 2) entre los terminales móviles que pertenecen a usuarios de móviles en los vehículos y terminales móviles que pertenecen a los usuarios que no se desplazan en vehículos (por ejemplo, peatones), y

55 paso 3) calcular (bloque 2c de la figura 2) los índices de movilidad para cada píxel en observación.

60 **[0047]** En concreto, las estimaciones de posición utilizadas por el sistema de control 1 en el paso 1 requieren que el terminal móvil se localice periódicamente, es decir, para un período de tiempo mínimo (por ejemplo 5 segundos) necesario para el seguimiento de los algoritmos para determinar la velocidad y trayectoria del terminal. Como ya se ha mencionado anteriormente, la ubicación se puede realizar mediante el uso de, por ejemplo, desde el terminal móvil o desde el sistema de comunicación celular que sirve el terminal móvil, los métodos que requieren toda la información necesaria para determinar la posición del propio terminal móvil (por ejemplo, métodos de posicionamiento indicados previamente). Alternativamente, se puede utilizar la información que está viajando en los enlaces de señalización del sistema de comunicación celular cuando el terminal móvil se está comunicando. Por ejemplo, para la gestión de la movilidad normal de un terminal de comunicación móvil GSM en enlaces de

señalización Abis (es decir, la interfaz de señalización que permite que dos nodos del sistema GSM, por ejemplo, BTS y BSC, se comuniquen entre sí) con un período de 0,480 segundos, se tienen en cuenta las medidas de tiempo y energía en la celda de servicio junto con las medidas eléctricas realizadas en un máximo de seis celdas adyacentes del terminal móvil GSM. Esta información permite localizar el terminal con una periodicidad 0,480 segundos. Con el fin de reducir las cargas de procesamiento de aparatos de posicionamiento, es posible aumentar el período de tiempo entre dos ubicaciones siguientes, la realización de una decimación de medidas recogidas, concretamente, tomando por ejemplo una medida cada 10 entre las medidas disponibles y descartando las otras, es posible obtener una posición estimada cada 4,8 segundos. Las localizaciones calculadas para el mismo terminal móvil, en los siguientes períodos de tiempo, son procesadas por el sistema de control 1 a través de algoritmos de seguimiento, para determinar la trayectoria del terminal móvil y la velocidad de movimiento. Como ya se ha mencionado anteriormente, las posiciones estimadas de los terminales móviles se ven afectadas por errores, en particular, el método de posicionamiento no localiza un punto, sino un área de incertidumbre en la que se puede encontrar el terminal móvil. El uso de algoritmos de seguimiento permite, mediante el uso de muchas posiciones de terminales móviles, estimar con mayor precisión la trayectoria seguida por el terminal móvil y al mismo tiempo determinar su velocidad. La velocidad puede ser determinada como la velocidad media en toda la ruta seguida por el terminal móvil, como la velocidad media dentro de las secciones limitadas de la ruta seguida por el terminal móvil (por ejemplo, la sección dentro del píxel bajo observación), o la velocidad según se estima en cada nueva posición asumida por el terminal móvil a lo largo de su recorrido. Los algoritmos de seguimiento permiten convenientemente filtrar las estimaciones de posición obtenidas en la entrada 1a a través de una de las técnicas de filtrado conocidas en la técnica, por ejemplo, el filtrado de paso bajo o filtrado con un filtro de Kalman (este último descrito por ejemplo en Brown, R. G., Hwang, P. Y. C., Introduction to Random Signals and Applied Kalman Filtering, 3rd ed., John Wiley & Sons, Inc., 1997).

[0048] En el paso 2, el sistema de vigilancia 1 discrimina entre los terminales móviles señalados como los peatones y los que se señalaron como vehículos. En particular, durante la presente descripción, el término peatones hace referencia a los terminales móviles que pertenecen a los usuarios que se están moviendo a pie o están quietos, mientras que el término vehículo hace referencia a los terminales móviles que pertenecen a los usuarios que se encuentran en vehículos en movimiento. La distinción entre peatones y vehículos se realiza mediante la aplicación de algoritmos que utilizan como información principal la velocidad del terminal móvil. Por ejemplo, un terminal móvil puede ser considerado como un vehículo si su velocidad calculada en toda la ruta terminal de la observación excede la velocidad máxima establecida previamente para un peatón. Una alternativa para la designación del terminal móvil como vehículo es verificar si la velocidad instantánea del terminal se mantiene por encima de un cierto umbral para un porcentaje preestablecido de tiempo en el tiempo necesario para recorrer la ruta trazada o parte de la ruta trazada.

[0049] En el paso 3, el sistema de vigilancia de 1 calcula los índices de movilidad descritos anteriormente. El sistema de vigilancia 1 calcula los índices de movilidad, teniendo en cuenta sólo las trayectorias asignadas a los terminales en virtud de la movilidad.

[0050] El cálculo de cada índice de movilidad se realiza en el bloque 2c del sistema de vigilancia de tráfico 1 y se produce como se describe a continuación:

- el valor de la velocidad media dentro del píxel bajo observación se determina mediante la realización de la media de los valores absolutos de las velocidades estimadas dentro del píxel en la franja horaria observación considerada;
- el valor de la velocidad media en los cuatro componentes principales se determina suponiendo un movimiento terminal móvil en un plano horizontal, donde se calculan los valores medios, por ejemplo a lo largo de las direcciones Norte, Sur, Este y Oeste, de velocidades estimadas, en el píxel en observación y en el intervalo de tiempo de observación considerado, se descompone con respecto a las direcciones mencionadas. Si se tiene en cuenta el movimiento del terminal móvil en el espacio tridimensional, también se tendrán en cuenta los componentes de velocidad media a lo largo de la dirección vertical;
- el número de los usuarios en movimiento se determina por el número de usuarios en movimiento medidos dentro del píxel en observación en el intervalo de tiempo de observación considerado;
- el número de trayectorias de los usuarios dentro del píxel bajo observación se determina por el número de trayectorias de píxel medidas dentro de la misma en el intervalo de tiempo de observación considerado. Este valor es diferente del número de usuarios en virtud de la movilidad, ya que, teóricamente, el mismo usuario puede realizar muchas trayectorias dentro del píxel en observación en el intervalo de tiempo de observación considerado; y
- el número de ocurrencias se determina mediante el cálculo del número de localizaciones estimadas por el método de posicionamiento utilizado para los usuarios en movimiento dentro del píxel en observación y en el intervalo de tiempo de observación considerado.

Modo de gestión de las especificaciones de entrada

5 **[0051]** Como se mencionó anteriormente, los índices de movilidad, estimados por el sistema de vigilancia 1 con referencia al píxel bajo observación, se ven afectados por errores: por ejemplo, errores en la asignación de terminales a los píxeles y/o errores en la estimación de velocidades de terminales.

10 **[0052]** Ventajosamente, el solicitante ha observado que es posible, una vez que se conoce el método de posicionamiento utilizado, crear modelos matemáticos que permiten describir la relación existente entre las especificaciones de entrada: tamaño de píxel, observación de la duración del intervalo de tiempo y el error máximo permitido en los índices de estimación de la movilidad y los llamados datos característicos, como, por ejemplo, la densidad de llamadas y el error en el método de posicionamiento utilizado, y utilizar estos modelos matemáticos para hacer la estimación de los índices de movilidad más precisa.

15 **[0053]** A modo de ejemplo, la figura 3 muestra, después de haber ajustado el intervalo de tiempo de observación, la relación existente entre el error del índice de movilidad, lo que indica la velocidad obtenida como media de los valores absolutos de las velocidades estimadas dentro del elemento de imagen bajo observación y el tamaño de píxel. La relación viene dada por los parámetros en función de la densidad de llamadas, por ejemplo, por kilómetro cuadrado, y en el supuesto de tener un método de posicionamiento con una precisión de 150 metros en el 67% de los casos (esto se puede obtener mediante el uso de, por ejemplo, el método de posicionamiento IC mejorado). Se observa que, después de haber establecido una cierta densidad de llamadas, el índice de movilidad de error que indica la velocidad estimada disminuye cuando aumenta el tamaño de píxel. Se observa, además, que, con los demás parámetros idénticos, es decir, tamaño de píxel y método de posicionamiento de precisión, el error disminuye cuando la densidad de llamadas por kilómetro cuadrado aumenta, esto porque aumenta el número de muestras de medidas disponibles para la realización de la estimación.

20 **[0054]** Las figuras 4 y 5 muestran, tras haber establecido la densidad de llamadas promedio por kilómetro cuadrado a 40 llamadas por kilómetro cuadrado, el comportamiento del error en la velocidad obtenida como media de los valores absolutos de velocidades estimadas, cuando el tamaño del píxel bajo observación cambia, con el parámetro de la longitud del intervalo de tiempo de observación. En particular, la figura 4 muestra la relación entre el error de la velocidad estimada y el tamaño de píxel en observación por un método de posicionamiento con una precisión de 150 metros en el 67% de los casos, mientras que la figura 5 muestra la relación entre el error de la velocidad estimada y el tamaño de píxel en observación por un método de posicionamiento con una precisión de 200 metros en el 67% de los casos (esto se puede obtener mediante el uso de, por ejemplo, el método de posicionamiento mejorado IC). Se observa que, cuando el tamaño del píxel en observación aumenta, con los demás parámetros idénticos, el error de la velocidad del píxel calculada disminuye. El error, por otra parte, disminuye cuando aumenta el intervalo de tiempo de observación. Mediante la comparación de las figuras 4 y 5, se observa que el error en la velocidad estimada en el píxel bajo observación aumenta cuando aumenta el error método de posicionamiento.

30 **[0055]** A continuación se describen algunos ejemplos de la gestión de las especificaciones de entrada cuando se describió el servicio para el que se requiere una estimación del tráfico por carretera. Por ejemplo:

35 a) el servicio puede requerir un tamaño de píxel adecuado y un cierto error máximo permitido en los índices de movilidad, pero no puede tener limitaciones en la longitud del intervalo de tiempo de observación. Un servicio de este tipo puede ser, por ejemplo, el que se ofrece a los municipios que utilizan la distribución estadística de tráfico con fines de planificación urbana, por ejemplo, para la planificación de intervenciones viales, aparcamientos, etc., o para el dimensionamiento de los transportes públicos. En este caso, a continuación se dan las especificaciones de entrada al sistema de control 1: tamaño de píxel y el error máximo admisible, concretamente, la precisión deseada, en los índices de movilidad considerados, mientras que el método de la precisión de posicionamiento utilizado se proporciona como datos característicos. Al conocer estos parámetros, el sistema de vigilancia 1 es capaz de determinar (a través de los modelos matemáticos descritos anteriormente) un valor del parámetro de densidad de llamadas tal como para obtener la precisión deseada en los índices de movilidad considerados. Una vez calculado dicho valor, el sistema de vigilancia 1 suministrará el mapa de tráfico con los distintos índices de movilidad que tienen la precisión deseada después de un intervalo de tiempo de observación tal que, en todos los píxeles de la zona en cuestión, habrá un número de llamadas (llamadas densidad) mayor o igual que el valor calculado. Por otra parte, el parámetro de densidad de llamadas se puede calcular "en tiempo de ejecución" contando las llamadas realizadas por los usuarios hasta que se alcanza la precisión deseada en los índices de movilidad;

40 b) el servicio puede requerir que la información de tráfico se actualice cada cierto tiempo (por ejemplo cada 15 minutos) y con un umbral establecido para el error máximo permitido en la estimación de los índices de movilidad. Un servicio de este tipo puede ser por ejemplo un servicio dirigido a los conductores que están interesados en contar con información actualizada del tráfico con el fin de ser capaz de elegir la ruta más rápida. En este caso, se utilizan como especificaciones de entrada: la observación de la duración del intervalo de tiempo y el umbral establecido para el error máximo permitido en los índices de movilidad, mientras que la precisión del

método de posicionamiento utilizado se proporciona como datos característicos. El tamaño de píxel se puede calcular utilizando, por ejemplo, dos alternativas: la primera alternativa es la creación del mismo tamaño para todos los píxeles. En este caso, el único parámetro no especificado es el píxel con parámetro de densidad, que sin embargo no puede ser modificado por el sistema de vigilancia 1. El sistema de vigilancia 1 se limitará por lo tanto a calcular los índices de movilidad pertinentes sólo para aquellos píxeles en los que el parámetro de densidad de llamadas es tal como para permitir un error máximo permisible en la movilidad dentro de la estimación de los índices de umbral fijado previamente. La segunda alternativa es proporcionar un mapa de tráfico de vehículos con su tamaño de píxel que cambia dependiendo de la densidad de llamadas en diferentes partes relevantes de la zona. En este caso, el sistema de vigilancia 1 puede operar en el tamaño de píxel. En particular, el sistema de vigilancia 1 puede dividir el área relevante en píxeles con diferentes tamaño dependiendo de la densidad de llamadas: de este modo, habrá píxeles más grandes donde la densidad de llamadas es menor, con el fin de tener, en el píxel, el número mínimo de llamadas adaptado para satisfacer la restricción en el error máximo permitido para los índices de movilidad;

c) otro modo para el suministro de las especificaciones de entrada para el sistema de vigilancia 1 es, después de haber fijado el error máximo permitido en los índices de movilidad, proporcionar rangos de los valores adecuados para el tamaño de píxel y de duración del intervalo de tiempo de observación, dependiendo del tipo de servicio requerido. Por ejemplo, para un tipo de servicio de información para los conductores, se pueden proporcionar las siguientes especificaciones de entrada:

10minutos≤tiempo_de_observación≤30minutos

50metros_punto≤ tamaño_del_píxel≤300metros_punto

[0056] En este caso, el sistema de control 1 comprobará que existen las parejas (tamaño de píxel, duración del intervalo de tiempo de observación) que cumplan con las especificaciones de error máximo permitido en los índices de movilidad considerados y el proveedor de servicios les dará la oportunidad de elegir, por ejemplo, haciendo que se establezca una prioridad en uno de los dos parámetros. Por ejemplo, si se asigna una prioridad mayor al intervalo de tiempo de observación, se elegirá un tamaño de píxel y un intervalo de tiempo de observación largo con el fin de que este último parámetro sea el máximo.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de vigilancia de tráfico de carretera que comprende:
 - 5 – al menos una primera entrada (1a) para recibir las estimaciones de posición de terminales móviles que viajan dentro de un conjunto de elementos de territorio;
 - 10 – al menos una segunda entrada (1b) para recibir las especificaciones de entrada, incluyendo dos parámetros de entrada, siendo uno de ellos el error máximo permitido en la estimación de al menos un índice de movilidad de los terminales móviles que viajan dentro de dicho conjunto de elementos territoriales y el otro se selecciona entre los siguientes dos parámetros: tamaño del elemento de territorio y el intervalo de tiempo de observación del elemento territorio, dicha selección dependiendo del tipo de servicio para el que se lleva a cabo dicho control, y
 - 15 – al menos una salida (1d) para generar mapas de tráfico, estando cada mapa de tráfico asociado con dicho conjunto de elementos de territorio e incluyendo, para cada uno de dichos elementos del territorio, por lo menos un índice de movilidad de los terminales móviles que viajan dentro de esos elementos territorio, dijo que los mapas de tráfico que se generan en base a las estimaciones de posición recibidos y en las especificaciones de entrada recibidas.
- 20 2. Sistema según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que comprende al menos un tercio de entrada (1c) para la recepción de datos característicos, siendo dichos datos característicos elegidos entre al menos uno de los siguientes parámetros: la densidad de las llamadas realizadas por los usuarios dentro de cada elemento de territorio, la precisión de dichas estimaciones de posición.
- 25 3. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque dichas estimaciones de posición se basan en la información procedente de un sistema de comunicación celular.
- 30 4. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque dichas estimaciones de posición se basan en la información procedente de un sistema de comunicación vía satélite.
- 35 5. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque, para cada uno de dichos elementos de territorio, dicho al menos un índice de movilidad se elige entre al menos uno de los siguientes parámetros: valor promedio de velocidad de desplazamiento de los terminales móviles que viajan en el elemento de territorio, número de usuarios en movimiento que viajan dentro del elemento de territorio, el número de trayectorias recorridas por los terminales móviles dentro del elemento de territorio, el número de posiciones estimadas para terminales móviles en el elemento territorio.
6. Procedimiento de vigilancia del tráfico en carretera, que comprende las siguientes etapas:
 - 40 – recibir las estimaciones de posición de terminales móviles que viajan dentro de un conjunto de elementos de territorio;
 - 45 – recibir las especificaciones de entrada incluyendo dos parámetros de entrada, siendo uno de los cuales el error máximo permitido en la estimación de al menos un índice de movilidad de los terminales móviles que viajan dentro de dicho conjunto de elementos de territorio y el otro se selecciona entre los dos parámetros siguientes: tamaño del elemento de territorio y el intervalo de tiempo de observación del elemento de territorio, dicha selección dependiendo del tipo de servicio para el que se lleva a cabo dicha vigilancia; y
 - 50 – generar mapas de tráfico, estando cada mapa de tráfico asociado a dicho conjunto de elementos de territorio y que incluye, para cada uno de dichos elementos de territorio, por lo menos un índice de movilidad de los terminales móviles que viajan dentro de esos elementos de territorio, estando dichos mapas de tráfico generados en las estimaciones de posición recibidas y en las especificaciones de entrada recibidas.

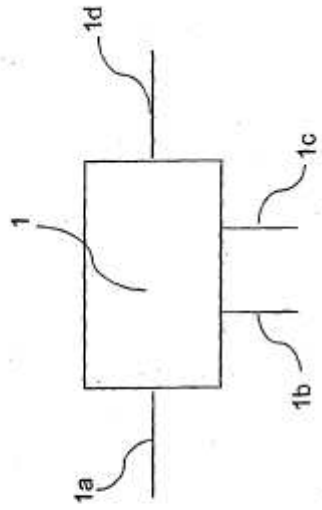


FIG. 1

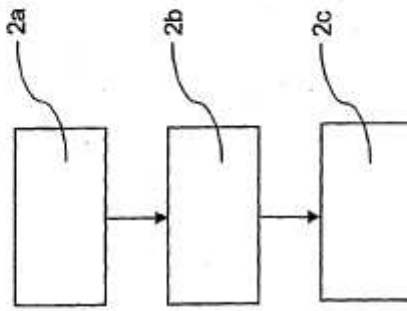


FIG. 2

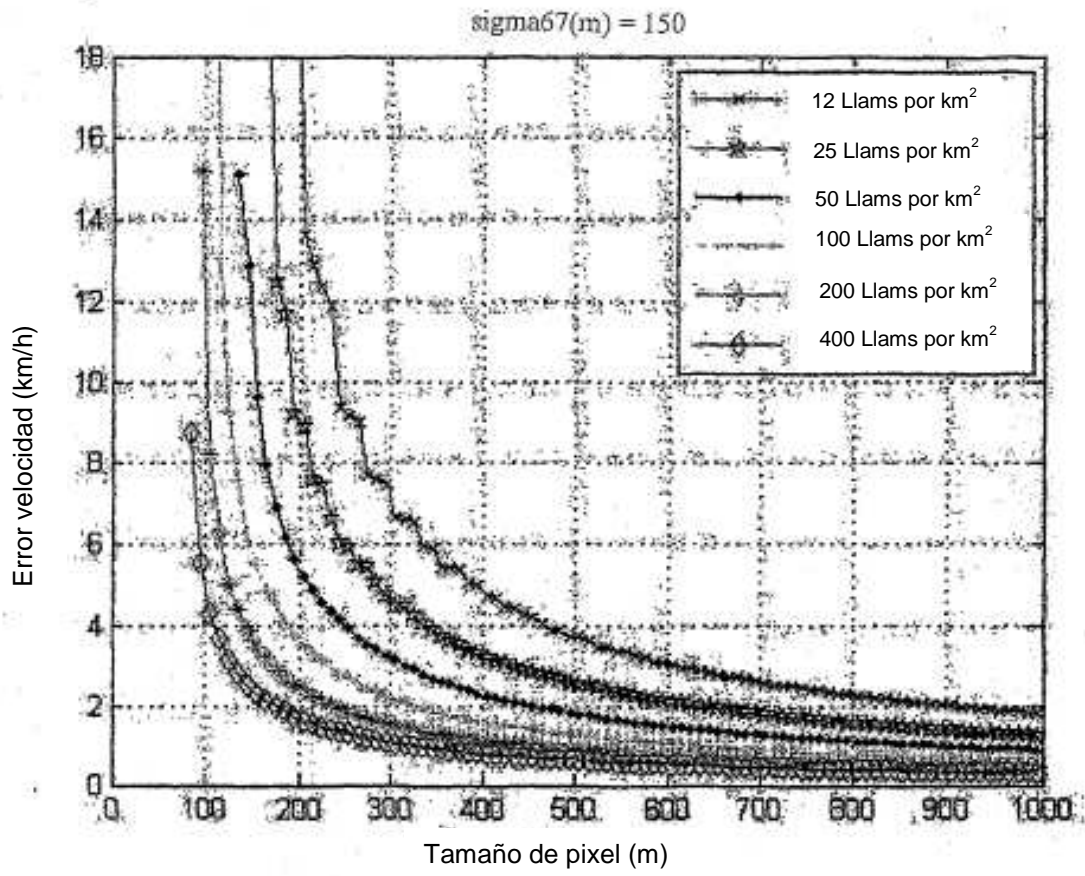


FIG. 3

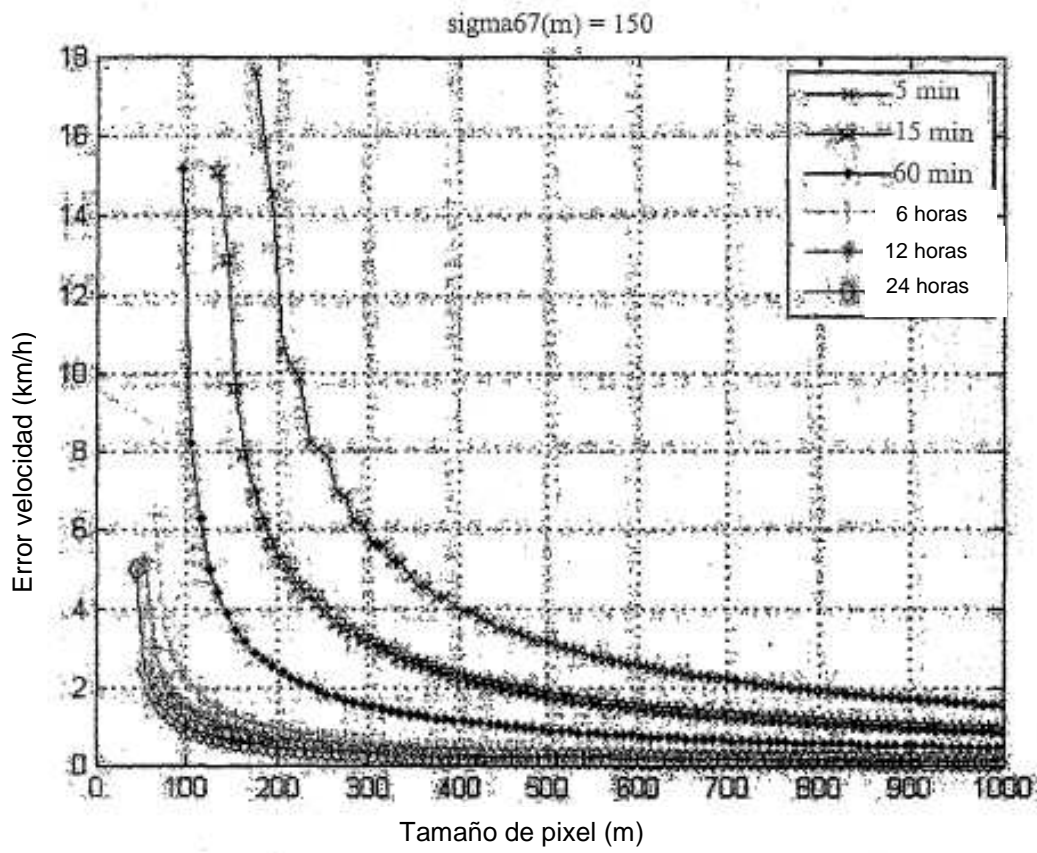


FIG. 4

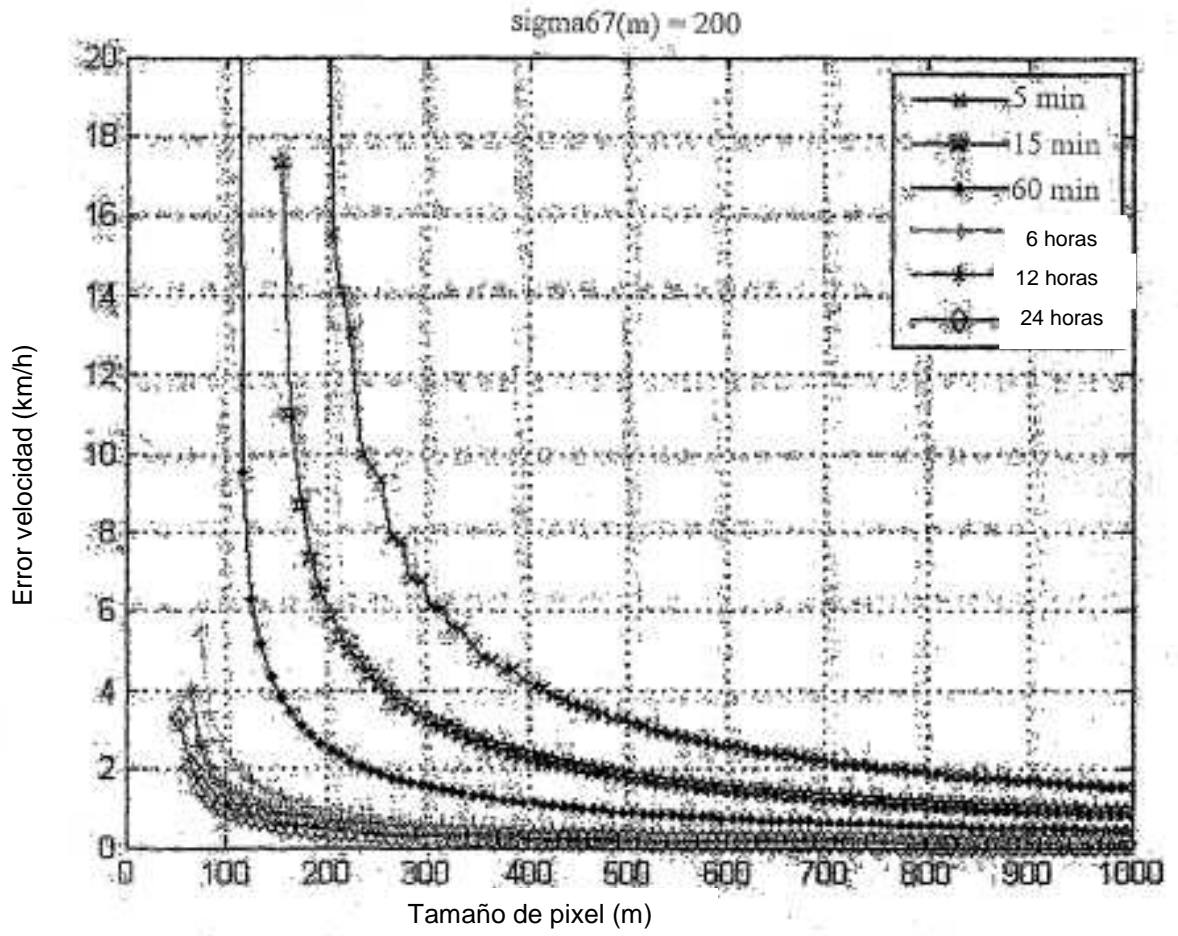


FIG. 5

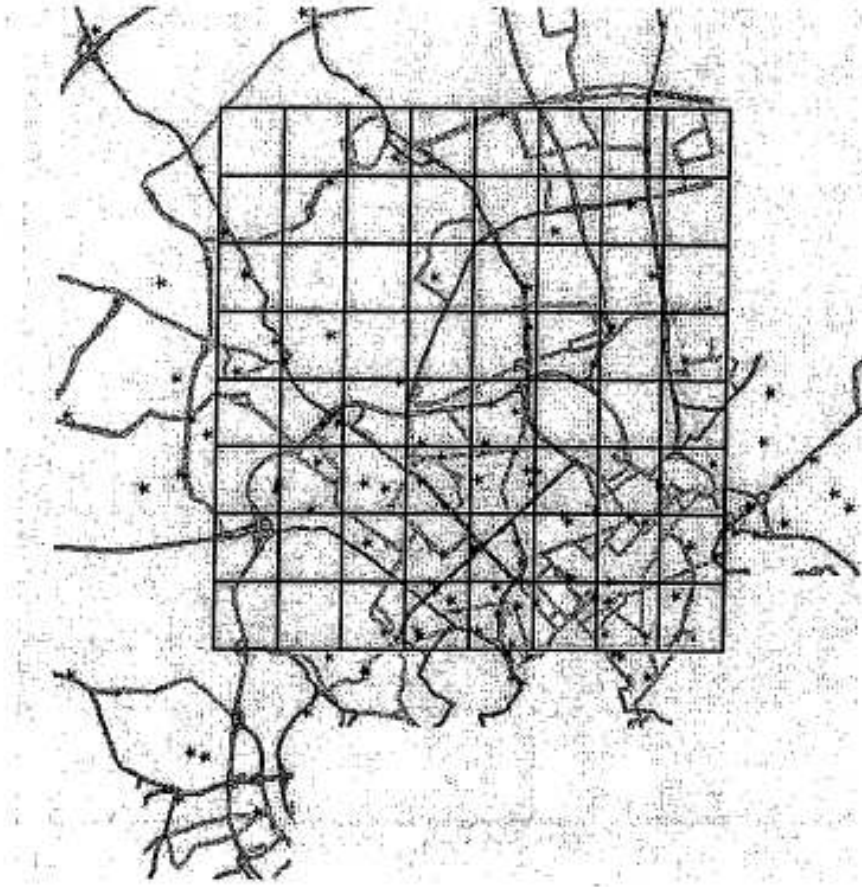


Fig. 6