



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 375 052**

51 Int. Cl.:
G08G 1/01 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03735960 .1**

96 Fecha de presentación : **09.07.2003**

97 Número de publicación de la solicitud: **1540970**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **15.06.2005**

54 Título: **Un método para medir la carga de tráfico en carretera sobre la base del análisis de comunicaciones celulares.**

30 Prioridad: **24.07.2002 IL 150894**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
24.02.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
24.02.2012

73 Titular/es: **Yossi Kaplan**
44 Haonia
75438 Rishon Lezion, IL
Ofer Avni

72 Inventor/es: **Kaplan, Yossi y**
Avni, Ofer

74 Agente: **Cobo de la Torre, María Victoria**

ES 2 375 052 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

Un método para medir la carga de tráfico en carretera sobre la base del análisis de comunicaciones celulares.

5 **Campo**

En general, la presente invención hace referencia a la monitorización de la carga de tráfico, y en particular, a la extracción de datos de velocidad e incidentes a partir del sistema de telefonía celular.

10 **Antecedentes**

15 Kennedy (patente de EE. UU. 5.657.487) enseña el uso de los trasposos para determinar la velocidad de los vehículos y el número de vehículos que circulan en una ruta determinada. Kennedy no proporciona una solución al problema muy frecuente en las áreas metropolitanas de los mismos trasposos en relación con varias rutas diferentes. Esta invención también revela una implementación muy costosa que requiere receptores de RF distribuidos por el área de cobertura.

20 Kaplan *et al* (WO 02/03350 A1) revela un método de bajo costo y totalmente pasivo (la monitorización de la red celular sin necesidad de enviar ningún mensaje) para extraer información sobre el tráfico de cualquier red de telefonía celular en todas las etapas de carga posible, con elementos de hardware mínimos y, por lo tanto, con costos de sistema mínimos.

25 En concreto, éste enseña una diferenciación inicial y un método de selección para asignar secuencias de trasposos a una ruta específica. Este método funciona perfectamente cuando hay sólo una carretera dentro de un área de cobertura de varias celdas. Sin embargo, Kaplan *et al* no provee una solución completa para las secuencias de trasposos de la vida real recibidas en las zonas urbanas. Si un vehículo transita varias veces por la misma ruta, rara vez generará exactamente la misma secuencia de trasposo; además, la similitud de las secuencias de trasposos obtenidas por transitar por diferentes rutas puede ser significativa.

30 Además, Aaltonen y otros (Patente Internacional Núm. WO 02/43026 A1) revelan una red celular en la que un analizador es capaz de controlar el tráfico en rutas dentro de una estructura de transporte como, por ejemplo, en una red de carreteras. El analizador emplea los datos derivados de una base de datos del abonado de la red, conjuntamente con la información sobre la cobertura de la red en relación con estas rutas, con el fin de poder determinar ciertos parámetros como, por ejemplo, la velocidad media de los vehículos que circulan a lo largo de la red de carreteras.

35 La presente invención extiende el trabajo realizado por Kaplan *et al* y enseña métodos detallados que correlacionan de manera eficiente y precisa las cadenas de trasposos a una ruta específica, y evita correlaciones ambiguas. Además, la presente invención enseña un método para determinar la exactitud de la localización del trasposo para los trasposos dentro de estas cadenas.

Estos dos pasos generan una base de datos de referencia que sirve como principio fundamental para localizar la ruta por la que circulan los vehículos y su velocidad.

45 Además la presente invención revela un método para correlacionar las llamadas celulares de los vehículos en la etapa operativa con la base de datos de referencia, y extraer los datos de velocidad y los informes de incidentes en tiempo real.

50 La presente invención queda definida en la reivindicación 1). Unas formas particulares para la realización de la misma pueden ser apreciadas en las reivindicaciones secundarias.

Resumen de la invención

55 La presente invención describe un método para medir la velocidad del tráfico y el tiempo de traslación, así como para proporcionar alertas de incidentes, basadas en la monitorización y el análisis de las comunicaciones celulares. La localización precisa de la unidad móvil se deriva de los datos de las comunicaciones celulares en posiciones y tiempos específicos. Estos datos se analizan para obtener la ruta por la que circula el vehículo y la velocidad. Los datos se recolectan y analizan para todas las rutas de forma continua, por lo que se obtiene la carga y la velocidad de tráfico en tiempo real, así como alertas de incidentes en tiempo real.

Descripción breve de los esquemas

65 ■ La figura 1 muestra el proceso de asignación de conjuntos de cadena únicos a rutas específicas y el filtrado de las cadenas ambiguas. Las figuras 1-A y 1-B muestran las secuencias de celdas de las calles 1 y 2 respectivamente. Esto se realiza a partir de los criterios descritos a continuación: al corresponder 3 de las 4 celdas y requerir al menos 3 recorridos en un conjunto, 3 conjuntos de cadena se encontraron en las calles 1 y 2, como se observa en la figura 1-C,

ES 2 375 052 T3

Los conjuntos de cadena 1 y 3 son únicos, mientras que el conjunto de cadena 2 se elimina por el filtro de ambigüedad (3 de las 4 correspondencias para calles distintas), por lo que sólo dos conjuntos de cadena existen en la lista de conjuntos de cadena única, como se observa en la figura 1-D.

5 ■ La figura 2 muestra la definición de la precisión del traspaso. En la figura 2-A el traspaso a lo largo de la ruta (celdas A y B) se produce cuando el edificio bloquea la señal de RF de la celda A, por lo que la intensidad de la señal se debilita rápidamente; por lo tanto, el traspaso de A a B será preciso (posee repetibilidad de localización alta). En la figura 2-B, el traspaso a lo largo de la ruta (C y D) se produce cuando no hay elementos de bloqueo, por lo que la señal de C se debilita lentamente y el error de localización de traspaso es mucho mayor que el del 1^{er} traspaso. La precisión de localización de traspaso se puede adquirir a partir de los datos de intensidad de la señal o de la distribución de localizaciones de traspaso para recorridos diferentes (marcados con estrellas en el dibujo).

15 ■ La Figura 3 muestra cómo las localizaciones de traspasos se extraen de los datos del recorrido operativo, incluidos solamente los datos del tiempo y la identificación de la celda. Las cadenas de celdas adquiridas de la calle 1 se observan en la figura 3-A. La figura 3-B muestra los datos del recorrido operativo. La correspondencia de la cadena inicial que se observa en la figura 3-C localiza la ruta mediante el uso de la correspondencia de 3 de las 4 celdas. Una vez que hemos encontrado la correspondencia, tenemos la certeza de que estamos localizados en la calle 1. Esto nos da los traspasos 2 y 3 de la tabla de traspasos. Luego, buscamos 2 de las 3 correspondencias hacia adelante y hacia atrás, y esta búsqueda añade los traspasos 1 y 4 a la tabla de traspasos, como se observa en la figura 3-D. Ya que sabemos la localización de cada traspaso en las cadenas adquiridas y tenemos el tiempo para cada traspaso de la cadena operativa como se observa en la figura 3-E, podemos extraer la velocidad.

25 ■ La figura 4 muestra cómo un incidente que causó el detenimiento o la disminución de velocidad del tráfico se detecta sin ningún tipo de recepción adicional de datos de traspaso. Las cadenas de celdas adquiridas de la calle 2 se observan en la figura 4-A. Los datos del recorrido operativo se observan en la figura 4-B. El último traspaso fue de R a L. Desde entonces, 1 minuto ha transcurrido y no hemos recibido celdas adicionales, ni tampoco un mensaje de “fin de la llamada”. En cuanto a la figura 4-C, sabemos que la distancia más larga al traspaso siguiente es de 200 metros, por lo que la velocidad máxima es de 12 Km/h (como se observa en la figura 4-D). Cuando otro minuto transcurre sin recibir ninguna celda nueva, la velocidad máxima disminuye a 6 Km/h (figura 4-D).

30 ■ La figura 5-A describe el flujo de traspaso a través de tres secciones de la ruta: A-B, B-C y C-D en horario normal, no pico, cuando la velocidad del tráfico es alrededor de la máxima permitida. La figura 5-B describe la velocidad dentro de las secciones de esta ruta cuando ocurre un incidente (T1-T5), y luego cuando se despeja (T6-T10).

35 ■ La Figura 6-A describe el efecto de la precisión de la localización del borde del sector y la cobertura parcial del sector en la determinación de la velocidad. La figura 6-B describe la determinación de la velocidad en el tiempo.

Descripción de la invención

Determinación de localizaciones de traspasos e intensidad de la señal a lo largo de las rutas (aprendizaje)

40 La 1^a etapa del método es la etapa de aprendizaje, que se lleva a cabo antes o en paralelo con la instalación del sistema, como procesamiento fuera de línea. En esta etapa se crea una base de datos, que contiene las secuencias de traspaso (cambio de celda) por ruta y puede también contener referencias de localización para cada traspaso. Ésta se puede recolectar a través de los recorridos reales en cada ruta, y extraer la información de las unidades móviles en los vehículos que circulan en cualquier carretera y en cualquier dirección dentro de un área designada.

50 El proceso de aprendizaje a través de los recorridos se puede realizar de varias maneras, y una de éstas es la siguiente: vehículos con sistemas para determinar la localización, como un sistema GPS sincronizado, que proporciona continuamente una localización precisa y se traslada con la unidad móvil celular operativa a través del área designada y cubre cada carretera, en cualquier sentido y todas las curvas posibles. La información de traspaso y la información de intensidad de señal de estas unidades móviles se reúnen y corresponden con la localización precisa para obtener la localización precisa para cada informe de traspaso o informe de intensidad de señal.

55 Este proceso se puede repetir al conducir varias veces por toda el área y mediante el uso de varias unidades móviles para cada recorrido.

60 Cada recorrido crea para cada móvil una secuencia de informes de traspaso acompañada de la localización precisa del vehículo por el informe de traspaso. Además, cada recorrido crea para cada móvil una secuencia de informes de intensidad de señal. Cada informe incluye la intensidad de la señal de varias celdas (hasta 10), además de la localización precisa del vehículo.

65 Todos estos datos en bruto se almacenan en la base de datos de referencia.

ES 2 375 052 T3

Asignación de cadenas de traspaso a rutas específicas

Una de las formas de pre-procesar la información de traspaso registrada para filtrar la información ambigua, Identificar criterios de similitud y ahorrar tiempo de análisis durante la etapa operativa es la siguiente:

Los datos en bruto del traspaso se procesan y analizan para crear una base de datos que consiste en conjuntos de cadena de traspasos que cubren rutas dentro del área designada.

Una cadena de traspaso es una secuencia de cambios de celdas consecutivas. Además de la identificación de la celda, pueden incluir por cada traspaso (cambio de celda) la localización GPS, el tiempo y cualquier otro dato pertinente. Un conjunto de cadena es un grupo de cadenas que se agrupan en torno a cierta pauta de similitud. Una muestra de cadenas de traspaso y conjunto de cadenas se pueden encontrar en la figura 1.

Cuando creamos esta base de datos nos encontramos con dos fenómenos:

- Al conducir en varias ocasiones, o con varias unidades móviles por la misma ruta, las secuencias de traspaso generadas en éstos recorridos no son idénticas.
- Cuando se conduce por rutas aledañas, especialmente si son paralelas, se pueden generar cadenas de traspaso similares (no necesariamente idénticas).

Estos fenómenos crean dos problemas:

- La correspondencia total de la misma secuencia de traspaso, con el fin de asignar una ruta a un vehículo, rara vez ocurre.
- Podemos erróneamente asignar una secuencia de traspaso a la ruta equivocada.

Una de las maneras de superar estos problemas es realizar el siguiente proceso:

Todos los recorridos de la misma sección de la ruta son procesados para generar conjuntos de cadena de traspaso.

Estos conjuntos incluyen cadenas de traspaso similares (no necesariamente idénticas). Las cadenas de traspaso ambiguas se filtran. Las cadenas ambiguas se definen como cadenas de traspaso similares (no necesariamente idénticas) en relación con diferentes secciones de la ruta. Por lo tanto, se puede construir un mecanismo de indexación rápida que permita un acceso rápido a la base de datos de los conjuntos de cadena.

El objetivo de este proceso es crear una base de datos de conjuntos con todas las cadenas que se ajustan a las secciones específicas de la ruta. Estos conjuntos son únicos, en el sentido de que no hay una cadena dentro de los datos en bruto que se pueda asignar a dos conjuntos diferentes que representan dos secciones diferentes de la ruta. Este proceso se realiza una vez en el proceso de aprendizaje, y sienta las bases para una asignación de ruta rápida, precisa y sin ambigüedades durante la etapa operativa.

Una de las realizaciones preferentes de este conjunto y del algoritmo de filtración de ambigüedad es la siguiente:

Agrupamos cadenas de traspasos con L celdas en una cadena. Todas las cadenas dentro de un conjunto se caracterizan por contener al menos K celdas, $K \leq L$, que son idénticas a las celdas en una cadena específica, designada como cabecera del conjunto. Estas K celdas se deben ordenar en la misma secuencia dentro de la cadena y la cabecera del conjunto. Cada una de estas cadenas puede ser de hasta $(L-K)$ celdas que no son idénticas a las celdas en la cabecera.

Si una ruta determinada se cubrió M veces (M es la suma del número de unidades móviles que participan en el proceso de aprendizaje por recorrido, para todos los recorridos por ruta) Vamos a definir un conjunto aceptable para una sección de la ruta dentro del área designada como un conjunto que incluye al menos N cadenas ($N \leq M$, $N > 1$).

Un ejemplo de proceso de agrupación de cadenas se puede observar en la figura 1. Los datos en bruto incluyen entradas de 4 (M) recorridos en 2 calles (figuras 1-A y 1-B). La figura 1-C muestra los conjuntos creados a partir de los datos en bruto, que incluyen por lo menos 4 cadenas (N), que tienen una correspondencia de 3 (K) de las 4 (L) celdas.

Todas las cadenas dentro de los conjuntos se procesan en comparación con los datos en bruto; otra realización de la invención enseña el procesamiento de cadenas iniciales en comparación con otras cadenas. Si una cadena se encuentra en los datos en bruto o en el conjunto de cadenas que incluye al menos J celdas ($J \leq L$), que son idénticas a las celdas de la cadena procesada y ordenada en la misma secuencia; y esta cadena se relaciona con una sección de la ruta diferente de la del conjunto en procesamiento, entonces el conjunto se marca como ambiguo y se borra de la base de datos del conjunto.

ES 2 375 052 T3

Un ejemplo de este proceso de filtración se observa en las figuras 1-C y 1-D, mientras que el conjunto número 2 incluye tanto cadenas de la calle 1 y la calle 2, que se descarta y no se incluye en los conjuntos de cadena única.

5 Rutas diferentes dentro del área designada aceptarán valores J, K, L, M y N diferentes, de acuerdo con la topografía y la densidad de la ruta, la cobertura de la celda, etc.

10 A fin de permitir un acceso muy rápido a la base de datos de los conjuntos, se puede implementar un mecanismo de acceso rápido (como por ejemplo, hash). El sistema de acceso rápido se construye una vez durante la etapa de aprendizaje y se actualiza posteriormente si es necesario.

15 Si el área analizada por este algoritmo es lo suficientemente pequeña y la potencia de procesamiento es bastante grande, este análisis de ambigüedad puede llevarse a cabo en tiempo real, junto con una secuencia de trasposos recibida durante la etapa operativa y proporcionar resultados de correlación, como se detalla en la etapa operativa a continuación.

Definición de la precisión de traspaso

20 Si se necesita información muy precisa de una localización y velocidad, se requiere un análisis más profundo para medir y definir el nivel de precisión para cada traspaso en los conjuntos de cadena.

Esto se puede realizar de varias maneras, tales como:

- 25 ■ Utilizar el patrón de intensidad de la señal para las celdas pertinentes.
- Medir la localización de la distribución de trasposos entre las mismas celdas de diferentes cadenas dentro del conjunto (recorridos diferentes).
- 30 ■ Cualquier combinación de las dos maneras mencionadas anteriormente.

El nivel de precisión por traslado puede almacenarse dentro de la base de datos del conjunto.

35 Una de las realizaciones preferentes de este algoritmo de definición de precisión es la siguiente:

Cada traspaso se realiza entre una celda transmisora y una celda receptora. Seguimos la intensidad de la señal de la celda trasmisora alrededor de la localización del traspaso. Si la potencia de la celda trasmisora disminuye muy rápidamente (generalmente como resultado del bloqueo de la RF y elementos reflectantes), entonces se asigna a este traspaso un nivel de precisión alto. Si la potencia de la celda trasmisora disminuye muy lentamente, se asigna a este traspaso un nivel de precisión bajo.

40 Si los fenómenos en la 1ª opción se producen más de una vez dentro de la ruta, todavía se puede utilizar como referencia de localización si las diferentes ocurrencias se pueden distinguir por secuencias diferentes en las que aparecen.

45 Otra representación preferida del algoritmo de definición de precisión es evaluar la distribución de las localizaciones de traslados similares. Por ejemplo, encontrar la media de todos los trasposos similares dentro de un conjunto, y decidir si se trata de un traspaso preciso según la distancia máxima de localización de los trasposos en relación con la media.

50 Un ejemplo de las diferentes infraestructuras y el efecto sobre la precisión de localización del traspaso se observa en la figura 2.

55 Las localizaciones de traspaso para todos los trasposos similares dentro de un conjunto son procesadas para generar la distancia real entre las localizaciones de trasposos, la localización media de traspaso y un indicador para la precisión de traspaso. Todos estos datos se almacenan en la base de datos adquirida.

Etapa de aprendizaje sólo para autopistas

60 En caso de que se detecten solamente la velocidad y los incidentes en las autopistas, y haya solo algunas pocas autopistas en la subárea pertinente que difieran en el volumen de tráfico por lo menos durante algún tiempo, la etapa de aprendizaje se puede realizar sin tener que implementar el procedimiento de asignación de recorrido en absoluto. En este caso, el sistema registra las secuencias en el área pertinente durante un período considerable para permitir el análisis estadístico. La información del volumen de tráfico se introduce en el sistema a partir de fuentes externas, tales como informes del gobierno y departamento de estadísticas. El volumen de las secuencias correlativas y el volumen de tráfico se analizan para correlacionar conjuntos de secuencias y secciones de ruta de la autopista, y para filtrar secuencias de pequeñas carreteras cercanas.

ES 2 375 052 T3

Otras fuentes de información se pueden utilizar en lugar de información externa de volumen de tráfico, tales como la localización de las antenas celulares, la información proveniente de un solo recorrido en las autopistas, etc.

5 En estos casos el sistema puede recoger prácticamente todas las cadenas posibles de todas las autopistas e insertarlas en la base de datos adquirida.

Etapas operativas: la correlación de secuencias de traspaso con las rutas y seguimiento de llamadas

10 Durante la etapa operativa se monitorizan los eventos relacionados con llamadas en el sistema celular.

La monitorización se puede realizar desde las estaciones base (Base Stations, BS), los controladores de estación base (Base Station Controllers, BSC), los principales sistemas de conmutación (Main Switching Systems, MSC) o los enlaces de comunicación entre ellos.

15 Una de las realizaciones preferentes de la invención actual es conectar los enlaces entre el BSC y los MSC, cerca de los MSC. Este tipo de conexión es muy eficaz en el sentido de que se trata de la conexión a un número mínimo de enlaces, y todos ellos se encuentran en la misma localización física. Dado que la información pertinente que se puede extraer de estos enlaces se limita a traspasos y sus tiempos, ésta constituye uno de los principales avances de esta Invención, que permite extraer los datos de tráfico de tan limitada información.

Otra realización preferente de la presente invención es mediante la extracción de los mensajes relacionados con el procesamiento de llamadas y el traspaso solamente, con lo que se reduce la extensión de la información que se maneja.

25 En tal caso, si el sistema de extracción de tráfico se carga con demasiado procesamiento, sólo puede extraer una parte de las llamadas cuando el sistema celular o partes de éste (una cierta área de localización o BSC) se cargan para minimizar el procesamiento, mientras que estas partes de las llamadas son suficientes en estas partes del sistema celular para una localización precisa y completa, y una detección de carga de tráfico y velocidad.

30 Estos acontecimientos se pueden extraer y atender en tiempo real, y no hay necesidad de esperar a que se termine una llamada para atender los acontecimientos, sino más bien atender cada uno en cuanto se extrae. Esto tiene una gran importancia en la detección de incidentes, como se detalla abajo.

35 La base de datos adquirida se utiliza para corresponder las llamadas operativas. Estos datos pueden residir en un disco duro o en la memoria de una computadora para tiempos de respuesta más rápidos.

Los acontecimientos monitorizados incluyen, entre otros, los siguientes:

- 40 ■ Acontecimientos de procesamiento de llamada (inicio, fin, llamada en espera, reanudación, etc.).
- Acontecimientos relacionados con la localización (traspasos, cambio de área de localización, etc.).

45 Un número de teléfono e identificación móvil (que no pueda identificar el teléfono móvil que participa en la llamada con el fin de evitar la violación de la privacidad) se pueden conectar a cada llamada para permitir el seguimiento de la llamada y del móvil a medida que avanzan portada el área de cobertura.

50 Los acontecimientos relacionados con la localización se utilizan para identificar la sección de la ruta en la que circula el vehículo y para determinar la localización del vehículo (y la precisión de localización) en algunos lugares durante la llamada.

La localización inicial aproximada de un vehículo se puede realizar por medio del uso de los datos del área de localización o del enlace real que proporciona los datos.

55 Por un lado, a fin de identificar la sección de la ruta del vehículo con una muy alta probabilidad de detección, y realizar la detección inicial de forma rápida y eficaz por otro lado, podemos utilizar mecanismos como los conjuntos de cadena única para la Identificación de la ruta inicial. También podemos acceder a la base de datos de los conjuntos por medio del uso del mecanismo de acceso rápido.

60 Con el fin de tener una alta probabilidad de detección, podemos tomar una cadena de P celdas generada en la etapa operativa con al menos Q celdas ($Q \leq P$) equivalentes a las celdas en la base de datos de los conjuntos, donde las celdas de ambas cadenas poseen el mismo orden. Por supuesto, P y Q pueden variar en los valores, de acuerdo con la topografía y densidad de la ruta, la cobertura celular, etc.

65 La figura 3 muestra la etapa de detección inicial. La figura 3-A detalla los datos en bruto y la figura 3-B muestra los conjuntos de celdas pertinentes. La figura 3-C muestra los datos del recorrido operativo y la figura 3-D muestra la correspondencia inicial de 3 (Q) de 4 (P).

ES 2 375 052 T3

Esta correspondencia puede que no se encuentre en los datos operativos para cada cadena. Si esta correspondencia no se encuentra aún para una sola subcadena de una llamada, entonces esta llamada no se corresponde, y no será utilizada, a menos que nuevas celdas de la presente llamada generen al menos una subcadena que pueda ser correspondida.

5 Con el fin de lograr un mayor nivel de confianza frente a las ambigüedades, se puede llevar a cabo una etapa opcional en la que la base de datos en bruto se escanea para encontrar una cadena correspondiente (Q celdas de un total de P) con la cadena del recorrido operativo en otra sección de la ruta. Si dicha cadena se encuentra, entonces la cadena operativa actual se descarta.

10 Una vez realizada la correspondencia inicial, podemos continuar en paralelo de dos maneras:

15 ■ Tratar de corresponder trasposos (celdas) antes o después de esta subcadena para corresponder, más celdas para esta llamada. Esto se hace siguiendo las cadenas de datos en bruto en la base de datos en busca de correspondencias R de las S, donde $R \leq S$ y S es generalmente menor que P (ya que contamos con un alto grado de certeza de la ruta y solo tenemos que corresponder más celdas entre la base de datos adquirida y la llamada actual). Este proceso de correspondencia secundaria se lleva a cabo tanto hacia adelante, para las celdas siguientes a la cadena correspondida, y hacia atrás para las celdas que preceden la cadena correspondida. La figura 3-E muestra este proceso de correspondencia secundario, mientras que las celdas S, T, J y S del recorrido operativo (figura 3-C) se corresponden con el recorrido 3 dentro de los datos en bruto (figura 3-A) con 2 (R) de las 3 (S) correspondencias, luego de que la etapa inicial detecte una correspondencia para la cadena BCDG.

20 ■ Continuar y encontrar correspondencias adicionales para la subcadena dentro de la llamada actual.

25 Si una cadena que es parte de la llamada actual se corresponde con más de una ruta en la base de datos adquirida, esta parte de la llamada se declara ambigua y no se utiliza para extraer la velocidad, a menos que otra parte de ésta sea exclusivamente correspondida en una etapa posterior, y esta información permitirá ir hacia atrás y volver a corresponder la parte anterior de la llamada.

30 La correspondencia también se puede medir según la similitud de puntuación, como por ejemplo entre 1 y 100, y el análisis de correspondencia o filtración debido a la ambigüedad se puede llevar a cabo de acuerdo con un umbral de correspondencia, que tiene en cuenta la similitud de una secuencia con varias rutas.

35 Este umbral puede variar en subáreas diferentes y de acuerdo con la cantidad de datos disponibles para cada ruta o subárea en un momento dado.

40 El siguiente paso puede ser extraer de la base de datos adquirida las localizaciones de trasposos a lo largo de las secciones de la ruta correspondida, junto con sus tiempos y precisión de localización reales. Esta etapa se demuestra en la figura 3-F.

45 El procedimiento de correspondencia entre la base de datos adquirida y la nueva cadena se puede realizar sin la construcción de conjuntos, sino mediante la comparación de la nueva cadena directamente con las cadenas en bruto en la base de datos adquirida. De esta manera, el procesamiento requerido durante la etapa operativa es mayor, y puede causar algunos retrasos en el suministro de la información de tráfico.

El utilizar este procedimiento continuamente para muchas llamadas dentro del área de cobertura da lugar a un flujo dé tiempos, secciones de ruta, localizaciones en la ruta y precisiones de localización para cada llamada.

50 Vale la pena señalar que en esta etapa los datos no incluyen ninguna información relacionada con el sistema celular, por lo que a partir de ahora un operador celular no será susceptible por la utilización o difusión de estos datos.

55 Así, el sistema se puede dividir en dos partes: la 1ª parte que realiza todo el procesamiento que requiere datos confidenciales del operador celular tales como trasposos, y la 2ª parte que se encarga solamente de los datos de localización y tiempo. La 2ª parte puede utilizar otras fuentes de información, tales como información de los sistemas de monitorización del vehículo, para monitorizar el estado del tráfico.

Etapa operativa: detección de incidentes

60 La detección de incidentes en tiempo real es crucial para la gestión de incidentes, así como para el encaminamiento de tráfico.

65 Cuando ocurre un incidente, los vehículos pueden disminuir su velocidad de manera significativa o detenerse por completo, y el flujo de trasposos de estos vehículos podría detenerse.

Una de las realizaciones preferentes de la presente invención permite detectar incidentes en tiempo real. Una de las maneras para ello se describe a continuación:

ES 2 375 052 T3

Las siguientes celdas posibles para cada llamada se extraen de la base de datos, y se calcula la distancia y el tiempo esperado (de acuerdo a la velocidad del vehículo) desde la celda anterior. Una vez transcurridos N segundos desde el último traspaso para una llamada, y si el siguiente traspaso no se produjo (y la llamada continúa), esto significa que el vehículo ha disminuido su velocidad o se ha detenido. Para este vehículo, podemos calcular fácilmente la velocidad máxima posible para esta sección de la ruta.

Un ejemplo de detección de incidentes con este método se observa en la figura 4. A medida que transcurre el tiempo (N = 60 para la 1ª línea en la figura 4-D y 120 para la 2ª línea en la figura 4-D) y no se recibe un nuevo traspaso, la velocidad máxima disminuye (de 12 km/h a 6 km/h).

Si esto ocurrió en varios vehículos al mismo tiempo, significa que hay una gran probabilidad de que haya un incidente a lo largo de esta sección de la ruta. Ya que sabemos por donde circulan los vehículos pertinentes de acuerdo con el procedimiento de correlación, ahora podemos detectar la localización del incidente.

Utilización de la tasa de traspaso para la extracción de velocidad y el estado del incidente

En otra realización de la presente invención, la velocidad del tráfico en una sección de la ruta se extrae de la siguiente manera:

1. En una etapa de calibración, se mide la velocidad a lo largo de la sección de la ruta por medios externos (por ejemplo, conducir a lo largo de esta sección de la ruta y registrar la velocidad) y, paralelamente, se monitoriza la tasa (densidad y tiempo) de traspasos (cambio de celdas) para esta sección de la ruta. Los datos de todas las secciones de la ruta se almacenan en una base de datos.
2. En la etapa operativa, la tasa de traspaso a lo largo de las secciones de la ruta se monitoriza y, al compararla con la tasa obtenida durante la etapa de calibración, se calcula la velocidad real a lo largo de la sección de la ruta.

La etapa de calibración también puede llevarse a cabo sin mediciones de velocidad del tráfico, mediante el registro de la densidad del tráfico durante un período de tiempo en una sección de ruta, el filtrado de las muestras de medidas extremas, y luego normalizándola de acuerdo con la velocidad media máxima que es habitual en esta sección de la ruta.

Este método es un poco menos preciso para detectar la velocidad, pero es lo suficientemente preciso para detectar los cambios de velocidad en caso de un incidente.

Este método se puede utilizar para la detección de incidentes, donde la tasa de traspaso en esta sección de la ruta se reduce rápidamente cuando se detecta el incidente y esta misma tasa aumenta rápidamente cuando se despeja un despeje del incidente.

La figura 5 muestra la detección de la ocurrencia y el despeje del incidente. El incidente se produce en T2 en la sección B-C y produce una importante disminución de la velocidad en esta sección, mientras que A-B se ralentiza por un retraso (T3-T5) y C-D no se ve afectada. Cuando se despeja el incidente en T6, se despeja primero B-C (hasta T9) y A-B luego (hasta T10), mientras que se produce una disminución en la velocidad del tráfico en C-D (en T6-T9) a medida que los vehículos de A-B y B-C comienzan a avanzar, pero se despeja rápidamente.

Etapa operativa: medición de velocidad y tiempo de traslación en secciones de ruta y atención de incidentes de tráfico

En esta etapa, los datos de la localización y los informes de ocurrencia y despeje de incidentes por cada sección de la ruta se pueden analizar para extraer la velocidad y el tiempo de traslación, alertar sobre incidentes a lo largo de esta sección de la ruta y notificar el despeje de incidentes.

La notificación del despeje de incidentes se puede llevar a cabo siempre que la velocidad en una sección de la ruta se incremente significativamente, o cuando un informe de despeje de incidente se reciba. El despeje de incidentes se puede notificar de forma independiente o se puede notificar sólo cuando una alarma de incidente se hizo para la misma sección de la ruta.

Además, podemos extraer de la velocidad a lo largo de varias secciones de ruta si los datos de la misma llamada o de la misma unidad móvil cubren varias secciones de ruta. Esto se hace porque, para la misma precisión de localización en la localización inicial y final, la precisión de la velocidad es mayor a medida que la distancia entre las localizaciones inicial y final es mayor.

Esto se muestra en la figura 6-A. Si la cobertura de una sección de ruta (A-F) de 1 km se combina desde la cobertura de las subsecciones (llamadas 1-3 que cubren las subsecciones A-C, B-E y D-F), entonces el error total es de 180 metros ($80 + 60 + 40 = 180$) y genera un error de ± 90 metros a lo largo del km 1. ($\pm 9\%$). Si por el contrario

ES 2 375 052 T3

la velocidad se mide con base en la llamada 4 que cubre la sección A-F completa, incluso con una alta precisión de localización del borde (100 metros), la precisión de la velocidad resultante será + -5%.

Existen varios factores para tener en cuenta cuando se determina la precisión de la velocidad por sección de ruta:

- El número de informes para esta sección.
- La tiempo de los informes de localización en relación con el tiempo actual (cuán “antiguos” son los informes).
- El porcentaje de cobertura y superposición de las subsecciones de velocidad dentro de la sección de la ruta.
- La precisión de localización de los bordes.

La figura 6-A muestra el tema de la precisión de localización como se mencionó anteriormente. Se trata de un método simple que consiste en sumar las cifras de precisión de localización. Se pueden aplicar métodos adicionales, tales como la suma de media cuadrática (Root Mean Square, RMS). También muestra una cobertura parcial: si la única información incluye las llamadas 1 y 3, entonces la subsección C-D no está cubierta y, cuando se calcula la velocidad en la sección A-F como un promedio ponderado de las subsecciones existentes (A-C y D-F), entonces esto es menos preciso que una media que cubre toda la sección.

La figura 6-B demuestra la importancia de diferenciar entre los informes antiguos y nuevos. Si todos los informes entre 8:40 y 9:00 se promedian, el resultado es de 68 km/h, mientras que si se aplica el método sencillo de promedio móvil de 10 minutos, entonces la velocidad relativa para 08:40-08:50, 8:45-8:55 y 8:50-9:00 es de 65, 67 y 72 km/h, y se puede observar el cambio de velocidad con el tiempo. Se pueden utilizar métodos adicionales, tales como el promedio ponderado.

Con estos criterios, la velocidad a lo largo de cada sección de la ruta se puede calcular cada T segundos (T puede cambiar en función del tiempo, del número de informes, etc. En la figura 6-BT es de 300 segundos o 5 minutos).

Etapas operativa sólo para autopistas

En caso de que la monitorización del tráfico sea necesaria para autopistas solamente como se describe en la sección correspondiente en la etapa de aprendizaje, la base de datos adquirida puede contener prácticamente todas las secuencias posibles, y el procedimiento de correlación para las nuevas secuencias es más sencillo ya que el sistema puede utilizar opciones más sencillas para la correlación, tales como $K = N$ y $P = Q$.

Etapas operativa: sensor virtual

Una de las aplicaciones de la presente invención es en los sistemas de control de tráfico. Tradicionalmente, estos sistemas consisten en sensores de carretera que están conectados a un centro de control. Este tipo de sistema es inferior al método enseñado en la presente invención, ya que tiene un costo mucho más alto, sólo mide la velocidad momentánea en la localización del sensor y tarda en detectar incidentes. No obstante, será necesario para aplicar los métodos enseñados en la presente invención como una adición al sistema existente, basado en sensores tradicionales.

Esto requerirá cambios significativos en el centro de control para respaldar un sistema híbrido. A fin de minimizar los esfuerzos y costos necesarios para instalar un sistema híbrido, incluso ante la pérdida de algunas de las ventajas mencionadas anteriormente, los sensores virtuales están diseñados para extraer de la red celular la velocidad en varias localizaciones específicas a lo largo de las rutas en el área de cobertura y emular el protocolo de comunicación entre el centro de control y los sensores de carretera en el software.

Mejoramiento de la cobertura en rutas a partir de los datos de la etapa operativa

Durante la etapa operativa, grandes cantidades de cadenas de traspasos se reciben en el sistema y se corresponden con la base de datos adquirida. La base de datos se puede mejorar para proveer una mejor cobertura de la siguiente manera:

En la 1ª etapa, el sistema toma cadenas nuevas que se correspondieron con una sección de ruta y asigna a cada uno de los traspasos correspondidos en la nueva cadena la localización del traspaso de la base de datos adquirida que estaba correspondida con ella.

ES 2 375 052 T3

Para el resto de los traspasos en la cadena nueva a los cuales no se les asignó aún una localización, ahora se les asignarán localizaciones de acuerdo con la siguiente aproximación:

- 5 ♦ A cada uno de estos traspasos no correspondidos, que se encuentran entre 2 traspasos correspondidos, se les asigna una localización de acuerdo con la distancia de cada uno de los traspasos correspondidos cerca de ellos a través de la ruta. Esta distancia se calcula suponiendo una velocidad constante entre los 2 traspasos correspondidos, es decir, $\text{distancia} = (\text{distancia entre los dos traspasos correspondidos}) * (\text{tiempo entre el traspaso correspondidos y el traspaso no correspondido}) / (\text{tiempo entre los 2 traspasos correspondidos})$.
- 10 ♦ Si se encuentra más de 1 traspaso no correspondido entre 2 traspasos correspondidos, el cálculo se realiza para cada uno de los traspasos no correspondidos por separado, de acuerdo con el cálculo anterior.

15 Esta cadena nueva correspondida se agrega a la base de datos adquirida y los traspasos que no se correspondieron se marcan como potencialmente imprecisos.

 Si al mismo traspaso se le asigna la misma localización en varias cadenas diferentes, el nivel de precisión se pueda actualizar de acuerdo con la variación de los diferentes resultados.

20 *Ajuste de la base de datos adquirida según los cambios en el sistema celular*

 Los sistemas celulares cambian de vez en cuando y algunas porciones de la base de datos adquirida pueden volverse inadecuadas. Una de las realizaciones preferentes de la presente invención es un método que minimiza la necesidad de volver a llevara cabo el procedimiento de aprendizaje mediante la detección de cambios en el sistema celular y la actualización de la base de datos adquirida con el uso de los datos recolectados durante la etapa operativa.

30 El sistema puede identificar un conjunto de cadenas o cadenas en la base de datos adquirida, que fueron correspondidas estadísticamente X veces por día, se corresponden solo Y veces por día y $Y \ll X$, o incluso no aparece en absoluto. Este conjunto o cadenas aparecen en una determinada localización a través de una ruta determinada y poseen cadenas antes y después de ellas.

35 En tal caso, el sistema puede rastrear secuencias localizadas después de la cadena anterior o antes de las siguientes en busca de un nuevo conjunto de cadenas, que antes no eran comunes o no existían en absoluto, y su tasa actual de aparición es muy similar a X.

 A este conjunto de secuencias nuevo se le asigna la ruta del conjunto que aparece mucho menos, o no aparece en absoluto.

40 El sistema puede entonces tratar diversos criterios de similitud para corresponder traspasos del antiguo conjunto con los traspasos del nuevo conjunto, con el fin de asignar a los traspasos del nuevo conjunto una localización precisa. Los ejemplos de algoritmos de similitud se describieron anteriormente en esta invención.

45 Una vez que a varios traspasos del nuevo conjunto se les asigne una localización, el sistema puede utilizar el método de la sección anterior para asignar la localización al resto de los traspasos.

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Un método para correlacionar un vehículo con la carretera por la que transita por medio de la determinación de la localización de los acontecimientos de la red celular basado en la comunicación celular dentro de una red celular, dicho método comprende las etapas de:

Recopilación de secuencias de acontecimientos de la red celular relacionados con al menos una unidad móvil, tales como acontecimientos de procesamiento de llamadas o acontecimientos relacionados con la localización, junto con la localización de la unidad móvil cuando cada uno de los acontecimientos de la red celular se produce, donde la secuencia de los acontecimientos de la red celular junto con las localizaciones, o los datos procesados sobre la base de ellas, se almacenan en una base de datos adquirida como referencias de localización, y

La realización del análisis de una nueva secuencia de acontecimientos de la red celular, generados a partir de la comunicación con otra unidad móvil que no contiene referencias de localización, junto con la base de datos adquirida para correlacionar la nueva secuencia de acontecimientos de la red celular con una sección específica de la ruta;

Se **caracteriza** por

Determinar la localización de un acontecimiento de la red celular en la nueva secuencia de acontecimientos de la red celular, mediante el uso de las referencias de localización de las secuencias de los acontecimientos de la red celular en la base de datos adquirida, que se ajustan a la misma sección específica de la ruta como la nueva secuencia de acontecimientos de la red celular.

2. Un método según la reivindicación 1), donde la secuencia de acontecimientos de la red celular incluye acontecimientos de traspaso y donde el paso para determinar la localización comprende:

La agrupación de secuencias de traspaso en la base de datos adquirida de acuerdo con una pauta de similitud, para que cada conjunto contenga por lo menos, N secuencias similares, donde $N \leq M$, $N \geq 1$, donde M es el número de veces en que una ruta se ha cubierto en el proceso de aprendizaje; y donde N y M pueden variar para las secciones de ruta diferentes; y donde la pauta de similitud comprende el paso de:

Agrupar secuencias de traspaso, donde cada una de las secuencias en un conjunto de L celdas tiene al menos K celdas, donde $K \leq L$ que aparecen en el mismo orden que en una secuencia específica, designada como cabecera de conjunto, donde K y L pueden variar para las secciones de ruta diferentes.

3. Un método según la reivindicación 2), donde los conjuntos ambiguos, que son conjuntos en los que al menos una de las secuencias tiene similitud con las secuencias relacionadas con una sección de ruta diferente, se filtran.

4. Un método según la reivindicación 3), donde si por lo menos para una de las secuencias dentro de un primer conjunto se encuentra otra secuencia en un segundo conjunto que incluya al menos J celdas, donde $J \leq L$ que aparecen en el mismo orden y la secuencia en el segundo conjunto se relaciona con una sección de ruta diferente de la del primer conjunto, en el que J y L puede variar para secciones de ruta diferentes, ambos conjuntos se filtran.

5. Un método según la reivindicación 3), donde si por lo menos para una de las secuencias dentro de un conjunto se encuentra otra secuencia en los datos en bruto que incluye al menos J celdas, donde $J \leq L$ que aparecen en el mismo orden, y esta secuencia se relaciona con una sección de ruta diferente de la del conjunto, en el que J y L puede variar para secciones de ruta diferentes, el conjuntos se filtra.

6. Un método según la reivindicación 1), donde el paso para la recolección de una secuencia de acontecimientos de la red celular además comprende el cálculo de un nivel de precisión de un traspaso de una de las siguientes maneras o combinación de estas:

Utilización de las mediciones de intensidad de señal para detectar disminuciones bruscas en la intensidad de la señal, lo que resulta en un traspaso, y así determinar el nivel de precisión de los traspasos;

Medición de la distribución de la localización de los traspasos entre las mismas celdas para diferentes recorridos por la misma ruta, a fin de determinar el nivel de precisión del traspaso y la localización media.

7. Un método según la reivindicación 1), donde el paso para la realización del análisis comprende además:

La correspondencia de secuencias de nuevos recorridos con la base de datos adquirida por medio de la búsqueda de una secuencia de J celdas que tenga por lo menos K celdas, donde $K \leq J$ que aparecen en el mismo orden, tanto en una secuencia del nuevo recorrido, así como en una secuencia de la base de datos adquirida, en la que J y K pueden variar para secciones de ruta diferentes; y

ES 2 375 052 T3

La asignación de la ruta de la secuencia de la base de datos adquirida a la nueva secuencia que fue correspondida.

5 8. Un método según la reivindicación 7), donde el paso para la realización del análisis comprende además un procedimiento de correspondencia secundario, el cual comprende:

10 La correspondencia de celdas antes y después de la correspondencia detectada por las secuencias de datos en bruto siguientes en la base de datos adquirida hacia atrás y adelante en relación con la secuencia correspondida y en busca de L celdas de un total de M, donde $L \leq M$, donde M es menor que J, y donde L y M puede variar para secciones de ruta diferentes.

15 9. Un método según la reivindicación 1), donde el paso para la realización del análisis detecta la localización en puntos específicos a lo largo de la ruta por medio de:

La extracción de información del traspaso de una nueva secuencia (localización, tiempo, precisión) desde las secuencias de traspaso en la base de datos adquirida que se corresponde con la nueva secuencia de traspasos, y

20 El cálculo de la localización y la precisión de traspasos en la nueva secuencia de traspasos, de acuerdo con la información de traspaso extraída de la base de datos adquirida que se relaciona con la misma sección de la ruta y contiene los mismos pares de celdas.

25 10. Un método según la reivindicación 1), en el cual durante el paso para la realización del análisis, después de que un vehículo en una llamada se correlacione con la carretera por la que transita, se lleva a cabo un análisis más profundo para detectar incidentes de tráfico por medio de:

30 El cálculo de la velocidad máxima posible, $Velocidad\ máxima \leq D/T$ en la sección actual de la ruta, si la llamada no ha terminado aún y no se ha recibido un nuevo traspaso por un intervalo de tiempo T, donde D es la distancia a la localización más lejana posible de traspaso para una posible celda siguiente; y

La emisión de un posible informe de incidente para la sección de la ruta si la velocidad máxima posible se encuentra por debajo de un umbral de velocidad S.

35 11. Un método según la reivindicación 1), donde el paso para la realización del análisis se basa solamente en los datos de identificación de la celda.

40 12. Un método según la reivindicación 1), donde el paso para la realización del análisis se basa en la extracción de mensajes relacionados con el traspaso sólo desde los enlaces de comunicación entre un conmutador y un controlador de estación base de la red celular.

45 13. Un método según la reivindicación 1), donde el paso para la realización del análisis se basa en la extracción de sólo un porcentaje diferente de las llamadas de diferentes partes del sistema celular.

14. Un método según la reivindicación 1), donde el paso para la realización del análisis comprende además:

50 La correspondencia de secuencias de traspaso de nuevos recorridos a secuencias de traspaso en la base de datos adquirida; y

El filtrado de nuevas secuencias que fueron correspondidas con secuencias en la base de datos adquirida, y que representan más de una sección de ruta.

55 15. Un método según la reivindicación 9), donde la información acerca de la localización, el tiempo y el nivel de precisión se utiliza para calcular además la velocidad del tráfico por cada sección de la ruta.

60 16. Un método según la reivindicación 9), donde la información acerca de la localización, el tiempo y el nivel de precisión se utiliza para detectar además incidentes de tráfico.

17. Un método según la reivindicación 1), donde el paso para la realización del análisis detecta incidentes de tráfico mediante:

65 La recolección de la información acerca de la densidad y el tiempo de traspaso para cada sección de la ruta; y

La alerta sobre un probable incidente siempre que la densidad de las nuevas secuencias disminuya rápidamente.

ES 2 375 052 T3

18. Un método según la reivindicación 1), donde el paso para la realización del análisis detecta el despeje del incidente mediante:

La recolección de la información acerca de la densidad y el tiempo de traspaso para cada sección de la ruta; y

La notificación del despeje del incidente cuando, después de un incidente, la densidad de las nuevas secuencias se incrementa significativamente.

19. Un método según la reivindicación 1), donde el paso para la realización del análisis detecta la velocidad del tráfico mediante:

La correlación en una etapa de calibración de la velocidad del tráfico de una sección de la ruta con la tasa de traspasos para esta sección de la ruta en el mismo tiempo; y

La medición de la tasa de traspasos de forma continua y la extracción de la velocidad de la sección de la ruta, mediante la comparación con la tasa de traspasos en la etapa de calibración.

20. Un método según la reivindicación 1), donde el paso para la realización del análisis se realiza para las áreas en las que al menos dos carreteras están cubiertas, o al menos parcialmente, por las mismas dos o más celdas.

21. Un método según la reivindicación 1), donde los sensores virtuales detectan la velocidad en ciertas localizaciones específicas a través de las rutas dentro de un área de cobertura y emulan el protocolo de comunicación entre los sensores de carreteras tradicionales y un centro de control en un sistema de control de tráfico híbrido.

22. Un método según la reivindicación 1), donde el paso para la realización del análisis comprende además la actualización continua de la base de datos adquirida mediante:

La estimación de localización de traspasos dentro de las secuencias correspondidas que no aparecen en la base de datos, y

La adición de nuevas secuencias correspondidas a la base de datos adquirida.

23. Un método según la reivindicación 1), donde el paso para la realización del análisis comprende la detección de cambios en el sistema celular y el ajuste de la base de datos adquirida mediante:

La monitorización durante la etapa operativa de la tasa de correspondencia de secuencias o conjuntos para detectar disminuciones en las tasas de correspondencia;

La búsqueda de nuevos conjuntos que fueron rara vez correspondidos o no correspondidos en absoluto, y que aparecen en las mismas localizaciones, de acuerdo con secuencias anteriores o posteriores, y

La comparación de estadísticas del número de correspondencias por conjunto y la búsqueda de nuevos conjuntos para sustituir los conjuntos que rara vez se correspondieron o no se correspondieron en absoluto.

FIGURA 1-A
 CELDAS DE LA CALLE 1

Celdas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Recorrido										
1	A	B	C	D	F	Y	G	H	I	J
2	Y	A	Q	C	D	T	G	I	J	C
3	S	T	Q	B	C	D	G	H	J	S
4	A	Q	W	D	Z	X	S	H	I	T

FIGURA 1-B
 CELDAS DE LA CALLE 2

Celdas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Recorrido										
1	M	Q	W	R	L	N	G	H	I	T
2	T	A	W	R	L	K	G	H	J	T
3	Q	W	R	L	C	S	H	I	J	V
4	Q	W	C	L	S	H	I	T	P	Z

FIGURA 1-C
 CONJUNTOS DE CADENA (3 DE LAS 4 CORRESPONDENCIAS)

Nº	CALLE	CABECERA	RECORRIDOS CORRESPONDIENTES
1	1	C1/R2 (2-5)	C1/R1 (1-4), C1/R3 (3-6), C1/R4 (1-4)
2	1-2	C1/R2 (7-10)	C1/R2 (7-10), C1/R3 (7-10), C2/R1(7-10), C2/R2 (7-10), C2/R3 (7-10)
3	2	C2/R1 (2-5)	C2/R2 (2-5), C2/R3 (1-4), C2/R4 (1-4)

FIGURA 1-D
 CONJUNTOS ÚNICOS (3 DE LAS 4 CORRESPONDENCIAS)

Nº	CABECERA	RECORRIDOS CORRESPONDIENTES
1	C1/R2 (2-5)	C1/R1 (1-4), C1/R3 (3-6), C1/R4 (1-4)
2	C2/R1 (2-5)	C2/R2 (2-5), C2/R3 (1-4), C2/R4 (1-4)

FIGURA 2-A
TRASPASO PRECISO

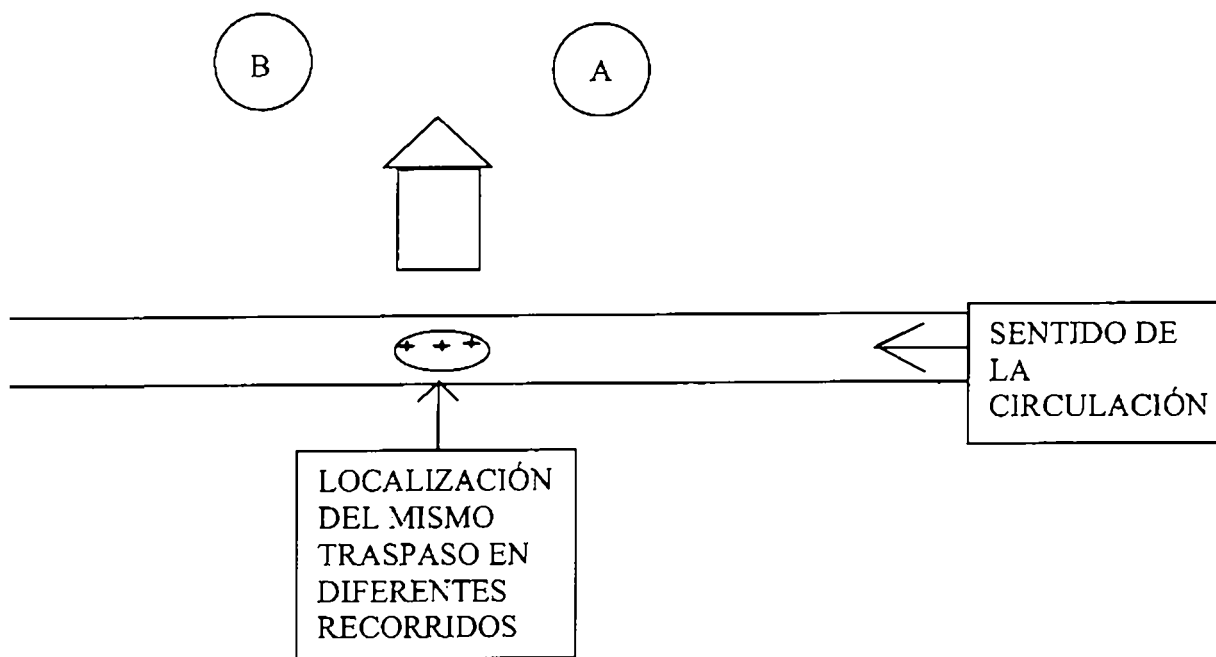


FIGURA 2-B
TRASPASO IMPRECISO

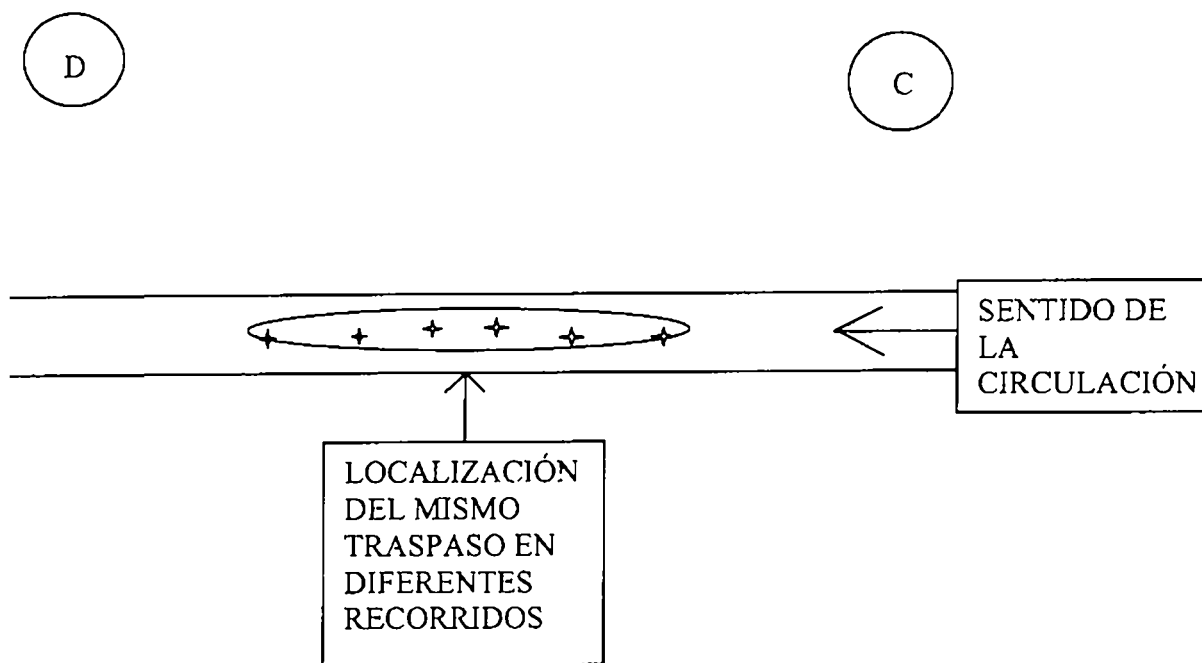


FIGURA 3-A
 CELDAS DE LA CALLE 1

Celdas Recorridas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	A	B	C	D	F	Y	G	H	I	J
2	Y	W	Q	C	D	T	G	I	J	C
3	S	T	Q	B	C	D	G	H	J	S
4	A	Q	W	D	Z	X	S	H	I	T

FIGURA 3-B
 CONJUNTOS DE CADENA (3 DE LAS 5 CORRESPONDENCIAS)

N°	CABECERA	RECORRIDOS CORRESPONDIENTES
1	T3 (3-7)	R1 (1-5), R2 (2-6)
2	R1 (6-10)	R2 (6-10), R3 (6-10)

FIGURA 3-C
 DATOS DEL RECORRIDO OPERATIVO

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CELDA	S	T	W	R	C	D	G	L	J	S
TIEMPO	8:00:25	8:01:11	8:01:43	8:02:17	8:03:31	8:04:04	8:04:57	8:05:31	8:05:57	8:07:01

FIGURA 3-D
 CORRESPONDENCIA DE CADENA INICIAL (3 DE 4)

RECORRIDO 3 (4-7) – [B, C, D, G]

FIGURA 3-E
 CORRESPONDENCIAS ADICIONALES (2 DE 3)

RECORRIDO 3 (1-3) [S, T, Q], RECORRIDO 3 (8-10) [H, J, S]

FIGURA 3-F
 DATOS DE TRASPASOS REMITIDOS PARA DETERMINAR LA VELOCIDAD

N°	PRIMERA CELDA	SEGUNDA CELDA	TIEMPO
1	S	T	8:01:11
2	C	D	8:04:04
3	D	G	8:04:57
4	J	S	8:07:01

FIGURA 4-A
 CELDAS DE LA CALLE 2

Celdas Recorridas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	M	Q	W	R	L	N	G	H	I	T
2	T	A	W	R	L	K	G	H	J	T
3	Q	W	R	L	C	S	H	I	J	V
4	Q	W	C	L	S	H	I	T	P	Z

FIGURA 4-B
 ÚLTIMAS CELDAS RECIBIDAS DEL RECORRIDO OPERATIVO

N°	1	2	3	4	5	6	7
CELDA	T	Q	S	R	L	SIN DATOS	SIN DATOS
TIEMPO	7:10:15	7:11:22	7:13:47	7:14:17	7:16:18	7:17:18	7:18:18

FIGURA 4-C
 DISTANCIA A LAS POSIBLES CELDAS SIGUIENTES

N°	PRIMERA CELDA	SEGUNDA CELDA	DISTANCIA (METROS)
1	L	N	100
2	L	K	200
3	L	C	150

FIGURA 4-D
 VELOCIDAD MÁXIMA A TRAVÉS DE LA SECCIÓN DE LA RUTA

TIEMPO	RUTA	VELOCIDAD MÁXIMA
7:17:18	CALLE 1	12 KM/H
7:18:18	CALLE 1	6 KM/H

FIGURA 5-A
 FLUJO DE TRASPASO EN HORARIO NORMAL, NO PICO

TRASPASOS ADYACENTES	A-B	B-C	C-D
DIFERENCIA DE TIEMPO (SEG.)	90	150	120

FIGURA 5-B
 FLUJO DE TRASPASO DURANTE UN INCIDENTE

TRASPASOS ADYACENTES DIFERENCIA DE TIEMPO (SEG.)	A-B	B-C	C-D
T1	88	148	121
T2	91	249	122
T3	157	353	119
T4	274	444	122
T5	357	595	120
:	:	:	:
:	:	:	:
T6	393	492	197
T7	316	256	229
T8	228	175	179
T9	147	149	139
T10	94	152	122

FIGURA 6-A
DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD: PRECISIÓN DE LOCALIZACIÓN Y COBERTURA DE SECCIÓN



NÚMERO DE CELDA	SUBSECCIÓN DE LA RUTA	LONGITUD DE LA SUBSECCIÓN	PRECISIÓN DE LOCALIZACIÓN DEL BORDE DE LA SUBSECCIÓN
1	AC	390	80
2	BE	590	60
3	DF	400	40
4	AF	1000	100

FIGURA 6-B
DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD: INFORME DE TIEMPO

TIEMPO	VELOCIDAD
8:40	64
8:45	60
8:50	71
8:55	70
9:00	75

PERIODO	VELOCIDAD
8:40-8:50	65
8:45-8:55	67
8:50-9:00	72
8:40-9:00	68