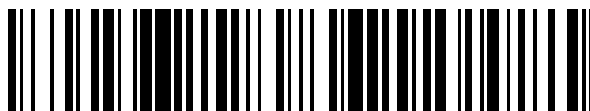


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 773 666**

51 Int. Cl.:

**G01C 21/32** (2006.01)

**G01C 21/34** (2006.01)

**G01C 21/36** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.06.2018 PCT/IB2018/054149**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.12.2018 WO18229614**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.06.2018 E 18734965 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.11.2019 EP 3488185**

54 Título: **Método de procesamiento de datos para sintetizar en tiempo real información de tráfico personalizada**

30 Prioridad:

**12.06.2017 IT 201700064752**

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

**14.07.2020**

73 Titular/es:

**DUEL S.R.L. (100.0%)  
Via del Poggio Laurentino 66  
00144 Roma, IT**

72 Inventor/es:

**COLASANTI, RICCARDO y  
DI NOTO, ANTONIO**

74 Agente/Representante:

**LINAGE GONZÁLEZ, Rafael**

ES 2 773 666 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**

Método de procesamiento de datos para sintetizar en tiempo real información de tráfico personalizada

5 La presente descripción se refiere al campo técnico de software de ayuda a la conducción de vehículos y en particular se refiere a un método de procesamiento de datos para sintetizar en tiempo real información de tráfico personalizada.

10 Actualmente se conocen y están ampliamente extendidos diversos métodos y herramientas de IT que permiten a un usuario obtener información en tiempo real sobre tráfico, viabilidad y ruta que va a seguirse para llegar a un destino deseado.

15 Aunque se usan ampliamente, los métodos y las herramientas de IT actuales no permiten proporcionar a un usuario información particularmente concisa e inteligible sobre viabilidad, tráfico, rutas posibles o, en general, sobre cualquier factor que pueda influir en la conducción o elección del trayecto a seguir. Además, los métodos y herramientas de IT actuales no permiten posibilidades de personalización o permiten posibilidades de personalización relativamente limitadas, en las que se delega la síntesis al usuario, requiriendo además interacción.

20 Por tanto, se percibe la necesidad de un método y herramienta de IT que ofrezca de manera autónoma una síntesis personalizada inmediatamente inteligible, con suficiente antelación para las elecciones de ruta y conducción, al tiempo que supere al menos parcialmente los inconvenientes y las limitaciones de las herramientas de IT descritas anteriormente con referencia a la técnica anterior.

25 El documento US 2016/153787 A1 da a conocer métodos y sistemas para dividir una red de carreteras, para generar un nodo agregado.

30 El objeto de la presente descripción es proporcionar un método de procesamiento de datos que pueda cumplir la necesidad anteriormente mencionada.

35 Un objeto de este tipo se logra mediante un método de procesamiento de datos para sintetizar en tiempo real información de tráfico personalizada tal como se define de manera general en la reivindicación 1. En las reivindicaciones dependientes adjuntas se definen realizaciones preferidas y ventajosas del método de procesamiento de datos anteriormente mencionado.

La invención se entenderá mejor a partir de la siguiente descripción detallada de realizaciones particulares de la misma, facilitadas a modo de ejemplo no limitativo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

40 - la figura 1 muestra un diagrama de flujo esquemático de una realización de un método de procesamiento de datos para sintetizar en tiempo real información de tráfico personalizada; y

- la figura 2 muestra un ejemplo de un gráfico de rutas que puede obtenerse mediante el método de procesamiento de datos en la figura 1.

45 Con referencia a los dibujos adjuntos, a continuación se describirán realizaciones de un método 100 de procesamiento de datos para sintetizar en tiempo real información de tráfico personalizada.

50 En las realizaciones que se describirán a continuación, un método 100 de procesamiento de datos de este tipo permite, en particular, proporcionar a un usuario un noticiero de tráfico conciso y personalizado, por ejemplo por medio de una operación de realizar la síntesis de voz de un número seleccionado de noticias de tráfico. En cualquier caso, el método 100 de procesamiento de datos anteriormente mencionado puede definirse como un método de procesamiento de datos para la producción de un noticiero de tráfico, o más simplemente como un método para la producción de un noticiero de tráfico.

55 El método 100 de procesamiento de datos descrito a continuación permite sintetizar en tiempo real información de tráfico personalizada para un usuario que desea llegar a una posición de destino desde una posición de partida.

60 El método 100 de procesamiento de datos comprende una serie de etapas que se describirán a continuación principalmente con referencia a la figura 1. Tales etapas pueden realizarse en la secuencia mostrada en la figura 1, pero esto no limita el método 100 de procesamiento de datos a tal secuencia específica, dado que pueden proporcionarse secuencias alternativas, que todavía garantizarán un correcto funcionamiento del método 100 de procesamiento de datos. Cuando, de hecho, haya algunos aspectos ventajosos o convenientes en el orden de las etapas, esto se especificará a lo largo de la siguiente descripción.

65 El método 100 de procesamiento de datos anteriormente mencionado puede realizarse, por ejemplo, mediante un

sistema de hardware y software distribuido que comprende un dispositivo de procesamiento de datos de cliente (de manera abreviada, "cliente"), tal como, por ejemplo, un teléfono inteligente, suministrado a un usuario, y al menos un servidor de procesamiento de datos (de manera abreviada, "servidor"), al que está operativamente conectado el teléfono inteligente, por ejemplo por medio de una conexión de datos inalámbrica. En una realización adicional, el cliente puede comprender hardware dedicado proporcionado a bordo de un vehículo, alternativa o adicionalmente al teléfono inteligente.

El servidor comprende o está operativamente conectado a una o más bases de datos informáticas, que pueden emplearse principalmente como fuentes de datos para el método 100 de procesamiento de datos.

Con referencia a la figura 1, el método 100 de procesamiento de datos comprende preferiblemente una etapa 101 de establecer una posición de partida. Por ejemplo, la etapa 101 de establecer la posición de partida comprende una operación de detectar automáticamente la posición de partida por medio de un sistema de posicionamiento por satélite, por ejemplo proporcionado a bordo del cliente. Alternativamente, la posición de partida puede ser una posición introducida, por ejemplo tecleada o dictada vocalmente, por un usuario. La posición de partida puede ser una ubicación específica, por ejemplo indicada por un topónimo, una dirección, una calle o indicada mediante coordenadas en un sistema de posicionamiento con referencia geográfica, o una dirección específica, o un identificador nemónico anteriormente introducido (por ejemplo "casa" o "trabajo" o "gimnasio"), etc.

El método 100 de procesamiento de datos comprende preferiblemente una etapa 102 de establecer al menos una posición de destino. Por ejemplo, la etapa 102 de establecer la posición de destino comprende una operación de estimar automáticamente la posición de destino o de determinarla seleccionándola, por ejemplo, de una lista de posiciones de destino marcadas como preferidas por el usuario o automáticamente identificadas como preferidas o habituales para el usuario, posiblemente también en relación con la posición de partida. Alternativamente, la posición de destino puede ser una posición introducida, por ejemplo tecleada o dictada vocalmente, por un usuario. La posición de destino también puede ser una ubicación específica, por ejemplo indicada por un topónimo, una dirección, una calle o indicada mediante coordenadas en un sistema de posicionamiento con referencia geográfica, o una dirección específica, o un identificador nemónico anteriormente introducido (por ejemplo "casa" o "trabajo" o "gimnasio"). La posición de destino también puede ser una posición (tal como, por ejemplo, una posición intermedia) que indica un sentido de movimiento posible (por ejemplo, "hacia el distrito Name\_District" o "hacia el mar" o "hacia la carretera de circunvalación" o "hacia el sur", etc.).

Según una realización, durante la etapa 102 de establecimiento, se establece una pluralidad de posiciones de destino, y las etapas del método 100 de procesamiento de datos, que se describirán a continuación, pueden realizarse para cada una de dichas posiciones de destino.

El método 100 de procesamiento de datos comprende además una etapa 103 de obtener datos que definen un gráfico topológico G, es decir, datos adecuados para definir dicho gráfico G. El gráfico topológico G es un gráfico orientado que contiene información sobre la conexión entre segmentos de una red de carreteras. Comprende nodos que representan puntos de conexión entre dos segmentos adyacentes y arcos que conectan nodos y que corresponden a segmentos de carretera o calzada.

La etapa 103 de obtener el gráfico topológico G se realiza preferiblemente fuera de línea, por ejemplo una vez por todas antes de realizar las etapas 101 y 102 descritas anteriormente; sin embargo, es posible prever que una etapa 103 de este tipo se realice de manera periódica, para actualizar el gráfico topológico G anteriormente obtenido.

El gráfico topológico G (es decir, el conjunto de datos que lo definen) se obtiene, por ejemplo, a partir de uno o más gráficos de la red de carreteras. Tales gráficos de la red de carreteras se toman, por ejemplo, a partir de bases de datos cartográficas comerciales o públicas o por medio de procedimientos de ETL (extracción, transformación, carga).

Según una realización ventajosa, la etapa de obtener el gráfico topológico G comprende una etapa de anotar en los arcos del gráfico topológico G la información perteneciente a la siguiente lista, tomada de manera individual o en su conjunto o según todas las combinaciones posibles:

- topónimos: disponibles como texto simple y expresados en un alfabeto fonético (IPA, SAMPA, etc.), útiles para mejorar la pronunciación en el caso de síntesis de voz;
- zonas administrativas (ciudades, provincias, etc.) a las que pertenece la carretera;
- clase de carretera funcional (FRC), es decir, una clasificación convencional basada en la relevancia de la carretera a la que pertenecen los arcos;

- forma de vía (FOW), es decir, una clasificación convencional basada en las características físicas de la carretera a la que pertenecen los arcos;
- longitud de los arcos;
- tiempos de tránsito requeridos para recorrerlos;
- restricciones de tránsito (carreteras de un sólo sentido, cierres temporales, etc.) y franjas horarias relacionadas.

5

10

En el resto de la presente descripción, los elementos del gráfico topológico G se identificarán de la siguiente manera:

- $N_i$  indica el i-ésimo nodo;
- $E_{ij}$  indica el arco desde el nodo i hasta el nodo j;
- $\|E_{ij}\|$  indica la longitud del arco desde el nodo i hasta el nodo j.

15

20

Abriendo ahora un paréntesis con respecto a la descripción parcial del método 100 de procesamiento de datos proporcionada anteriormente con referencia a la figura 1, a continuación se describirán estructuras de datos, cantidades e información adicionales, preferiblemente empleados por el método 100 de procesamiento de datos de manera separada o en combinación entre sí.

25

#### Gráfico geométrico

El gráfico geométrico  $G^G$  contiene la geometría detallada de los arcos del gráfico topológico G. Se usa preferiblemente para las operaciones de codificación geográfica inversa y de interferencia de trayectos, útiles para mapear, al gráfico topológico G, las rutas del usuario o la información de tráfico con referencia geográfica como coordenadas o en el estándar OpenLR. La codificación geográfica inversa significa la operación de rastrear hacia atrás, dadas las coordenadas de un punto, el arco o nodo que está más cerca de un gráfico. La interferencia de trayectos significa la operación de determinar, a partir de una secuencia de coordenadas geométricas, la secuencia de arcos del gráfico topológico que corresponde a las mismas.

30

35

#### Gráfico de velocidades

El proveedor de datos de velocidad promedio usa un gráfico de velocidades  $G^V$  para dar referencia geográfica a las medidas en tiempo real. Generalmente, los arcos de este gráfico no coinciden con los del gráfico topológico G y pueden cambiar a lo largo del tiempo, por tanto, se requiere una operación de mapeo entre los dos gráficos.

40

#### Gráfico de RDS-TMC

El gráfico de RDS-TMC  $G^R$  es un gráfico topológico que contiene información sobre la red de carreteras principal de una nación o de una región y a la que se refiere habitualmente información de tráfico que se origina a partir de TIC (centros de información de tráfico). También en este caso, generalmente es necesario realizar operaciones de mapeo para notificar la información que hace referencia a este gráfico en el gráfico topológico G.

45

#### Información de tráfico

50

El método 100 de procesamiento de datos emplea preferiblemente cuatro tipos de información en la situación de tráfico en tiempo real:

- velocidades promedio de vehículos, medidas mediante sensores y/o vehículos flotantes;
- cantidades que caracterizan el tráfico, obtenidas a partir de las velocidades promedio, tales como tiempos de desplazamiento;
- datos estadísticos sobre las velocidades promedio;
- acontecimientos de tráfico, notificados por TIC nacionales y/o regionales.

55

60

#### Velocidades promedio de vehículos

Los datos de velocidad promedio, medidos en tiempo real en los arcos  $E_{ij}^V$  del gráfico  $G^V$ , comprenden preferiblemente la siguiente información:

- 5
- un sello de tiempo que identifica el tiempo al que corresponden las medidas;
  - un identificador  $E_{ij}^V$  del arco al que se refieren las medidas;
  - la velocidad promedio  $V_{ij}^V$  medida en el arco desde i hasta j del gráfico  $G^V$ ;
- 10
- la velocidad de flujo libre,  $V_{ij}^f$  en el mismo arco;
  - el nivel de confianza de la medida  $C_{ij} \in [0..1]$ .

15 Los datos se proporcionan por terceros que usan, para la adquisición y la actualización, estaciones de medición fijas y/o vehículos flotantes.

Con el fin de usar fácilmente los datos, se mapean preferiblemente al gráfico topológico  $G$ , identificando la secuencia de arcos  $\{E_{kl}\}$  que corresponde a un arco del gráfico de velocidades  $E_{ij}^V$ .

20 A continuación en la presente descripción, se entiende que las velocidades ya están mapeadas al gráfico topológico  $G$ :

- $V_{ij}$  es la velocidad promedio medida en el arco  $E_{ij} \in G$ ;
- 25 •  $V_{ij}^f$  es la velocidad de flujo libre medida en el arco  $E_{ij} \in G$ . Velocidad de flujo libre significa la velocidad en un segmento de carretera medida cuando la red de carreteras está vacía.

Otras cantidades que describen el tráfico

30 La intensidad de tráfico en un arco se define a partir de la razón de las dos cantidades:

$$I_{ij} = 1 - \frac{V_{ij}}{V_{ij}^f} = 1 - \frac{\|E_{ij}\| T_{ij}^f}{T_{ij} \|E_{ij}\|} = 1 - \frac{T_{ij}^f}{T_{ij}} \in [0..1]$$

donde:

- 35
- $T_{ij}$  es el tiempo de desplazamiento del arco  $E_{ij}$  a una velocidad  $V_{ij}$ ;
  - $T_{ij}^f$  es el tiempo de desplazamiento del arco  $E_{ij}$  a una velocidad  $V_{ij}^f$ ;
- 40
- Una intensidad igual a 1 indica un tráfico casi bloqueado ( $V_{ij} \approx 0$ ), una intensidad igual a cero indica la ausencia de tráfico ( $V_{ij} \approx V_{ij}^f$ ).

La intensidad de tráfico de dos arcos consecutivos  $E_{ki}$  y  $E_{kj}$ , útil en la etapa 106 de agrupación que se describirá a continuación, se obtiene de la siguiente manera:

45

$$I_{kj} = 1 - \frac{T_{ki}^f + T_{ij}^f}{T_{ki} + T_{ij}}$$

Nivel de tráfico

50 El nivel de tráfico es el resultado de la cuantificación (no uniforme) de la intensidad de tráfico  $I_{ij}$ , necesario para describir de manera cualitativa la intensidad de tráfico. El número y el valor de los umbrales usados para la cuantificación varían según el estilo de la información que va a suministrarse al usuario por medio del noticiario

producido mediante el método 100 de procesamiento de datos. En la siguiente tabla se indica un ejemplo:

Descripción cualitativa de nivel de intensidad

$0 \leq I_{ij} < 0,6$	0	Ausencia de tráfico
$0,6 \leq I_{ij} < 0,8$	1	Tráfico denso
$0,8 \leq I_{ij} < 0,9$	2	Tráfico en movimiento lento
$0,9 \leq I_{ij} \leq 1$	3	Atascos

5 Retraso

El retraso es una cantidad usada para determinar la gravedad de un acontecimiento de tráfico más completamente que lo que es posible con la intensidad por sí sola. Se define como la diferencia entre el tiempo que emplea un vehículo en desplazarse por una porción del gráfico y el tiempo que se requeriría en condiciones de flujo libre:

$$D_{ij} = \|E_{ij}\| \frac{V_{ij}^f - V_{ij}}{V_{ij} \cdot V_{ij}^f} \in 0, \infty$$

15 En términos de porcentaje, en un subconjunto  $P$  del gráfico  $G^P$ :

$$D_{ij}^P = \frac{D_{ij}}{\sum_{i,j \in P} D_{ij}}$$

20 Ambas cantidades se usan para determinar lo grave que es una ralentización, tanto en términos absolutos ( $D_{ij}$ ) como en términos relativos ( $D_{ij}^P$ ), útil para la etapa de clasificación.

Datos de tráfico estadísticos

25 Los datos de velocidad promedio en tiempo real forman la base para calcular datos estadísticos usados para representar la situación de tráfico típica:

- el valor previsto de la velocidad promedio en cada arco del gráfico  $G$ :

$$\bar{V}_{ij} = E[V_{ij}]$$

- 30
- la varianza de la velocidad promedio:

$$\sigma_{ij}^2 = E[(V_{ij} - \bar{V}_{ij})^2]$$

35 ambos datos se calculan en un intervalo de tiempo suficientemente ancho (por ejemplo, igual a dos semanas) y para diferentes franjas horarias y días de la semana.

Acontecimientos de tráfico

40 Acontecimientos de tráfico significa circunstancias accidentales (por ejemplo, accidentes, derrumbes, averías, etc.) o intervenciones por operadores de red de carreteras (por ejemplo, cambios de calzada, obras, cierres) que influyen en el flujo de tráfico vehicular.

45 Preferiblemente consisten en información discreta tal como:

- un código que identifica el tipo de acontecimiento (tal como, por ejemplo, un accidente);
- cualquier atributo que especifica los detalles del mismo;
- 50 • la referencia geográfica del acontecimiento, que describe la posición del mismo;
- un nivel de gravedad establecido por el proveedor.

En el método 100 de procesamiento de datos, preferiblemente se reciben y analizan los acontecimientos

publicados por los TIC nacionales y regionales principales, que se usan para enriquecer la información proporcionada al usuario por medio del noticiario producido mediante el método 100 de procesamiento de datos.

Generalmente, se da referencia geográfica a acontecimientos en un gráfico específico  $G^F$  del TIC a partir del cual se origina la información o en un gráfico convencional (por ejemplo, RDS-TMC). Preferiblemente, la información se mapea a los arcos del gráfico topológico  $G$  de la siguiente manera:

- para acontecimientos lineales, con referencia geográfica como secuencia de coordenadas, se usa una operación de inferencia de trayectos para mapear los arcos del gráfico  $G^F$  a los del gráfico  $G$ ;
- para acontecimientos aislados, se define una zona de influencia circular, con un radio  $\rho$ , alrededor de las coordenadas del acontecimiento, y se seleccionan los arcos de  $G$ , cuya geometría interseca la zona de influencia. El radio se define según diferentes parámetros:
  - el estilo del noticiario;
  - la FRC de la carretera más cercana al punto;
  - la FOW de la carretera más cercana al punto;
- para acontecimientos con referencia geográfica como zona  $A$  (por ejemplo, zonas de tráfico limitado, ZTL), se seleccionan los arcos de  $G$  cuya geometría está contenida, al menos parcialmente, en  $A$ .

#### Acontecimientos y datos meteorológicos

Los datos meteorológicos consisten tanto en medidas (temperatura, humedad, etc.) como en acontecimientos (nevada fuerte, lluvias, etc.), proporcionados por terceros y actualizados varias veces a lo largo del día.

Por motivos evidentes, los datos meteorológicos siempre tienen referencia geográfica en una zona. Se mapean al gráfico topológico  $G$  de manera similar a como se describió anteriormente.

El método 100 de procesamiento de datos permite preferiblemente producir de manera automática acontecimientos meteorológicos a partir de los siguientes datos sin procesar proporcionados por los servicios de meteorología:

- temperatura;
- tipo e intensidad de precipitación;
- viento;

cuando superan valores umbrales.

Los acontecimientos meteorológicos siempre tienen referencia geográfica en una zona, por tanto la zona de influencia de los mismos se define de manera similar a la de acontecimientos de tráfico.

#### Datos de usuario

Según una realización preferida, el método 100 de procesamiento de datos adquiere, de una manera completamente anónima, las coordenadas espaciales del vehículo en el que está ubicado el usuario durante su viaje, por ejemplo adquiriendo la posición del cliente.

Los datos adquiridos se usan tanto para mejorar el servicio para el propio usuario, así como para todos los usuarios que tienen características similares.

Preferiblemente, el método 100 de procesamiento de datos comprende una etapa de calcular algunos datos adicionales, tales como:

- destinos de usuario, por franja horaria y día de la semana;
- rutas recorridas por el usuario para llegar a un destino, divididas por franja horaria y día de la semana.

Los datos anteriormente mencionados se usan ventajosamente por el método 100 de procesamiento de datos para mejorar el contenido de información del noticiario.

Formato del noticiario

Según una realización ventajosa, el método 100 de procesamiento de datos permite personalizar y diversificar la experiencia del usuario definiendo un formato para el noticiario, que consiste en el conjunto de parámetros que impulsan la composición del mismo y cuyo significado se detallará con referencia a las etapas 106 a 108, descritas a continuación:

- $N_x$ : número máximo de noticias en el noticiario;
- $N_T$ : número máximo de acontecimientos que pueden agruparse por topónimo;
- $D_x$ : distancia desde el punto de partida dentro de la cual se tienen en cuenta los acontecimientos;
- $\theta_s$ : tiempo de desplazamiento mínimo para los segmentos del gráfico de rutas  $G^P$ ;
- $\theta_D$ : tiempo de retraso mínimo para los segmentos del gráfico de rutas  $G^P$ ;
- $\theta_E$ : umbral de la diferencia en porcentaje del tiempo de llegada de dos rutas;
- $\theta_L$ : umbral de la diferencia de longitud de las rutas;
- $\Delta_T$ : nivel mínimo de tráfico a tener en cuenta;
- $\theta_G$ : umbral de gravedad de acontecimiento;
- $\Delta_L$ : diferencia máxima permitida entre el nivel máximo de tráfico de un conjunto de arcos y el nivel de tráfico de arco global durante la etapa 106 de agrupación que se describirá a continuación;

y de otros elementos tales como:

- el diccionario usado para generar el idioma, que contiene las frases usadas para describir los acontecimientos;
- los criterios para ordenar la información que va a presentarse al usuario;
- una plantilla que describe los diversos elementos en el noticiario.

Con referencia de nuevo a la figura 1, a continuación se describirán las etapas adicionales del método 100 de procesamiento de datos.

El método 100 de procesamiento de datos comprende una etapa 104 de generar datos que definen un gráfico de rutas  $G^P$ , siendo el gráfico de rutas  $G^P$  un subconjunto del gráfico topológico  $G$ , que tiene un nodo 10 de partida asociado con la posición de partida, un nodo 20 de destino asociado con la posición de destino, nodos 11-13 intermedios entre el nodo 10 de partida y el nodo 20 de destino, arcos 1-5 que conectan los nodos 10,20, 11-13 del gráfico de rutas  $G^P$  entre sí. En la figura 2 se muestra un ejemplo de gráfico de rutas.

La etapa 104 anteriormente mencionada de generar el gráfico de rutas  $G^P$  comprende una operación de identificar en el gráfico topológico  $G$  una pluralidad de rutas alternativas que se extienden desde el nodo de partida hasta el nodo de destino del gráfico de rutas pasando a través de nodos intermedios y arcos del gráfico de rutas  $G^P$ .

El gráfico de rutas  $G^P$  se genera mediante el método 100 de procesamiento de datos como subconjunto del gráfico topológico  $G$  que consiste en los arcos que pertenecen a al menos una de las rutas  $P_i$  que puede elegir el usuario para llegar a la posición de destino:

$$G^P = \bigcup_i P_i \subset G .$$

Las rutas alternativas que componen el gráfico de rutas  $G^P$  se identifican, por ejemplo, realizando cálculos con algoritmos de optimización cuyas funciones de coste se definen para diferentes objetivos, con el fin de reflejar las necesidades y hábitos del usuario.

Preferiblemente, las rutas alternativas anteriormente mencionadas comprenden al menos una ruta principal, que es la más rápida, desde el nodo 10 de partida hasta el nodo 20 de destino, obtenida usando tiempos de



desplazamiento en tiempo real  $T_{ij}$  como coste. Más preferiblemente, las rutas principales son tres y se obtienen tal como se describió anteriormente. En la figura 2, las tres rutas principales son las rutas:

- 1-1-1;
- 1-2-2-2;
- 1-2-3-3-2.

5

10

Preferiblemente, las rutas alternativas anteriormente mencionadas comprenden al menos una de las tres rutas adicionales, más preferiblemente todas las tres, indicadas a continuación:

1. la ruta típica más rápida 1-4-4, obtenida usando los tiempos de desplazamiento promedio para el día de la semana y la franja horaria en la que se realiza la petición

15

$$\bar{T}_{ij} = \frac{\|E_{ij}\|}{V_{ij}}$$

2. la ruta habitualmente preferida por el usuario, usando una función de coste que favorece las carreteras habitualmente recorridas por el usuario;

20

3. la ruta más rápida con la red de carreteras vacía 1-5-4, es decir, la ruta que es la más rápida, teniendo en cuenta únicamente tiempos de desplazamiento de flujo libre  $T_{ij}^f$ .

25

En el método 100 de procesamiento de datos se supone preferiblemente que las rutas más relevantes para el usuario son las principales, que se describen en el noticiario con el mayor nivel de detalle posible. Las rutas adicionales se usan para excepciones, es decir, únicamente si se notifican anomalías de tráfico en las mismas, tales como desalentar que se adopten las mismas.

30

Por ejemplo, en condiciones normales, la ruta típica coincide con una de las más rápidas y es muy probable que el usuario la use, especialmente si es un trabajador pendular. En circunstancias excepcionales, determinadas por anomalías graves, la ruta típica puede no estar entre las más rápidas; sin embargo, es necesario informar al usuario sobre los motivos por los que no resulta apropiado elegir la ruta típica.

35

El gráfico de rutas  $G^P$  generado en la etapa 104 tiene preferiblemente una estructura (por ejemplo, similar a la de la figura 2) que tiene diferentes tipos de nodos:

- nodos terminales, es decir, los de partida 10 y de llegada 20;
- nodos 11 de decisión, a partir de los cuales se bifurcan dos o más rutas posibles;
- nodos 12 de unión, en los que convergen dos o más rutas;
- nodos 15 internos, que delimitan los arcos originales del gráfico topológico G y se eliminan parcialmente durante la etapa 106 de agrupación.

45

Algunos de los nodos del gráfico de rutas  $G^P$ , por ejemplo el nodo 13, pueden ser tanto nodos de decisión como nodos de unión al mismo tiempo.

50

Las secuencias de arcos del gráfico de rutas  $G^P$  entre dos nodos no internos se denominan segmentos  $S_{ij}$ . Son segmentos de carretera que el usuario recorrerá por completo y por tanto constituyen las unidades básicas para la descripción del tráfico en el noticiario.

55

Con referencia de nuevo a la figura 1, el método 100 de procesamiento de datos comprende además una etapa 105 de anotación de datos de tráfico y/o meteorológicos en el gráfico de rutas para obtener un gráfico de rutas con anotaciones. Además de los datos de tráfico y/o meteorológicos, según una realización no limitativa, durante la etapa 105 de anotación también se anotan datos toponímicos.

60

Preferiblemente, la etapa 105 de anotación comprende una operación de asociar, con los arcos del gráfico de rutas  $G^P$ , el tráfico de datos meteorológicos y de tráfico proporcionado como entrada en el método 100 de procesamiento de datos, resumido a continuación:

- datos de tráfico en tiempo real;

- datos de tráfico estadísticos;
- acontecimientos de tráfico que afectan al arco;
- información meteorológica en las zonas en las que están los arcos.

La información está asociada con todos los arcos del gráfico de rutas  $G^P$  en la zona de influencia de cada acontecimiento.

Se ha observado que la información asociada con los arcos del gráfico de rutas con anotaciones todavía está demasiado detallada como para ser útil mientras se conduce.

La cantidad de información presente en el gráfico de rutas con anotaciones se determina mediante las variaciones en los datos asociados con los arcos del gráfico a lo largo del sentido positivo (es decir, el sentido de desplazamiento desde el nodo de partida hasta el nodo de destino) de los segmentos del gráfico  $G^P$ . Dichas variaciones se deben, por ejemplo, a:

- cambio de topónimo;
- cambio de nivel de tráfico;
- comienzo/fin de un acontecimiento de tráfico;
- comienzo/fin de un acontecimiento meteorológico;
- comienzo/fin de un nodo de RDS-TMC.

Debido al modo en el que se genera el gráfico de rutas con anotaciones, tales variaciones pueden producirse únicamente en un nodo que pertenece al mismo.

Debido a los motivos anteriormente mencionados, el método 100 de procesamiento de datos comprende además una etapa 106 de procesar el gráfico de rutas con anotaciones, para obtener un gráfico de rutas simplificado reduciendo el número de nodos intermedios del gráfico de rutas con anotaciones definiendo segmentos agregados como secuencias de arcos de una misma ruta alternativa que cumplen uno o más criterios de homogeneidad de los datos de tráfico y/o meteorológicos. Esta etapa 106 puede definirse como una etapa 106 de agrupación. Según una realización ventajosa y no limitativa, los criterios de homogeneidad también se refieren a los datos toponímicos.

La etapa 106 de agrupación fusiona los arcos que componen los segmentos que pertenecen al gráfico de rutas con anotaciones que comparten un nodo interno, para generar segmentos agregados, y con el objetivo de reducir las variaciones, minimizando la cantidad de información perdida. Preferiblemente, los nodos de decisión y de unión no se modifican durante la etapa 106 de agrupación.

La etapa 106 de agrupación comprende preferiblemente las siguientes tres subetapas:

- agrupar los arcos homogéneos por nivel de tráfico;
- agrupar los arcos con información de tráfico no homogéneo;
- eliminar los arcos que están libres de tráfico.

Dichos dos arcos consecutivos  $E_{ij}$  y  $E_{jk}$ , separados por el nodo  $j$ , la etapa 106 de agrupación permite eliminar el nodo  $j$  y sustituir los dos arcos por un único arco  $E_{ik}$  con las siguientes características:

$$\|E_{ik}\| = \|E_{ij}\| + \|E_{jk}\|$$

$$T_{ik} = T_{ij} + T_{jk}$$

$$I_{ik} = 1 - \frac{T_{ij}^f + T_{jk}^f}{T_{ij} + T_{jk}}$$

Además, preferiblemente se asocia la siguiente información con el arco  $E_{ik}$ :

- la unión de las listas de acontecimientos de tráfico asociados con  $E_{ij}$  y  $E_{jk}$ ;
  - la unión de las listas de acontecimientos meteorológicos asociados con  $E_{ij}$  y  $E_{jk}$ ;
- 5 • la unión de las listas de topónimos de tráfico asociados con  $E_{ij}$  y  $E_{jk}$ .

A continuación se describirán realizaciones ventajosas de las tres subetapas anteriormente mencionadas de la etapa 106 de agrupación.

10 Agrupar los arcos homogéneos por nivel de tráfico

La primera subetapa de la etapa 106 de agrupación proporciona, para definir segmentos agregados, la agrupación de los arcos con características de tráfico similares, tales como:

- 15 1. arcos para los que no están disponibles medidas o acontecimientos de tráfico; y/o
2. arcos con nivel de tráfico homogéneo.

20 Agrupar los arcos con información de tráfico no homogéneo

La agrupación de los arcos con información de tráfico no homogénea, realizada durante la segunda subetapa de la etapa 106 de agrupación, se basa preferiblemente en el algoritmo iterativo descrito a continuación:

- 25 a) se selecciona el arco  $E_{ij}$  con el tiempo de retraso distinto de cero más corto  $D_{ij} > 0$ ;
- b) se consideran los dos arcos  $E_{ki}$  a la izquierda y  $E_{jl}$  a la derecha de  $E_{ij}$  con sus retrasos respectivos  $D_{ki}$  y  $D_{jl}$ ;
- c) se selecciona el arco con el tiempo de retraso distinto de cero más corto entre  $E_{ki}$  y  $E_{jl}$ ;
- 30 d) suponiendo, sin pérdida de generalidad, que  $E_{ki}$  es el arco seleccionado, pueden agruparse  $E_{ki}$  y  $E_{ij}$  entre sí si se produce al menos una de las siguientes condiciones:
- la suma de los retrasos de los mismos es menor que un umbral  $D_{ki} + D_{ij} \leq \theta_D$ ;
- 35 - el nivel de tráfico global  $L_{kj}$ , correspondiente a la intensidad de tráfico global  $I_{kj}$  calculada con la ecuación

$$I_{kj} = 1 - \frac{T_{ki}^f + T_{ij}^f}{T_{ki} + T_{ij}}$$

satisface la condición:

40 
$$L_{kj} \geq \max(L_{ki}, L_{ij}) - \Delta_L$$

e) si pueden agruparse los dos arcos, se genera un nuevo arco  $E_{kj}$ , que sustituye a  $E_{ki}$  y  $E_{ij}$ .

- 45 El ciclo iterativo del algoritmo anteriormente mencionado termina preferiblemente cuando no hay más arcos que puedan agruparse para definir un segmento agregado o cuando las iteraciones realizadas han alcanzado un número umbral seleccionado.

50 Eliminar los arcos que están libres de tráfico

Al final de la segunda subetapa de la etapa 106 de agrupación, los segmentos del gráfico de rutas resultante consisten en zonas de tráfico relativamente homogéneo intercaladas con otras sin tráfico o información.

- 55 La tercera subetapa de la etapa 106 de agrupación permite eliminar algunas de estas últimas y por tanto fusionar dos zonas de tráfico adyacentes.

Preferiblemente, el algoritmo usado es, una vez más, iterativo y comprende las siguientes operaciones:

- 60 a) se selecciona el arco  $E_{ij}$  sin tráfico, con el tiempo de desplazamiento más corto (esta información está presente en el gráfico de base G);
- b) se consideran el arco precedente  $E_{hi}$  y el siguiente  $E_{jk}$ ;

c) se agrupan los tres arcos entre sí si el tiempo de desplazamiento  $T_{hk}$  del arco global  $E_{hk}$  satisface la relación

$$T_{hk} \leq \theta_D$$

5

donde el tiempo de desplazamiento  $T_{hk}$  del arco global  $E_{hk}$  se calcula convenientemente de la siguiente manera:

$$T_{hk} = T_{hi} + 2 \frac{\|E_{ij}\|}{(V_{hi}+V_{jk})} + T_{jk}.$$

10 Según una realización particularmente ventajosa, después de la etapa 106 de agrupación, el método 100 de procesamiento de datos comprende una etapa 107 de simplificar adicionalmente el gráfico de rutas simplificado. Si el gráfico de rutas simplificado comprende nodos de decisión y/o nodos de unión y/o rutas alternativas, la etapa 107 anteriormente mencionada de simplificar adicionalmente el gráfico de rutas simplificado comprende una o más de las tres subetapas de la siguiente lista:

15

- simplificar las rutas alternativas (por ejemplo, simplificar las rutas adicionales);
- eliminar una ruta alternativa (por ejemplo, eliminar una de las rutas más rápidas, en caso de que haya más de una);
- fusionar nodos de decisión y/o nodos de unión.

20

En el caso en el que la etapa 107 anteriormente mencionada de simplificar adicionalmente el gráfico de rutas simplificado comprende dos o más de las tres subetapas anteriores, todas las combinaciones de dos o tres subetapas de la lista anteriormente mencionada son posibles.

25

A continuación se describirán realizaciones ventajosas de las tres subetapas anteriormente mencionadas de la etapa 107.

### 30 Simplificar rutas adicionales

Tal como se mencionó anteriormente, las rutas adicionales se usan para excepciones, es decir, para alertar al usuario sobre acontecimientos graves que desalientan que se adopten las mismas. Por este motivo, con frecuencia es posible eliminar algunos segmentos que pertenecen a las mismas sin reducir la cantidad de información presente en el noticiero.

35

Preferiblemente, los segmentos  $S_{ij}$  de las rutas adicionales se eliminan a partir del gráfico de rutas tal como resulta a partir de la etapa 106 de agrupación si se producen una o más de las siguientes condiciones:

- 40 • el tiempo de desplazamiento del segmento es más corto que un umbral, es decir, si

$$T_{S_i} = \sum_{k,l \in S_{ij}} T_{kl} < \theta_S$$

45

- no hay ningún acontecimiento de tráfico que se considere grave asociado con los arcos que componen  $S_{ij}$ ;
- el retraso global del segmento es menor que un umbral seleccionado:

$$D_{S_i} = \sum_{k,l \in S_i} D_{kl} < \theta_D$$

### 50 Eliminar una de las rutas más rápidas

Tal como se explicó anteriormente, según una realización, es posible identificar en el gráfico de rutas  $G^P$  una pluralidad de rutas más rápidas. En muchos casos, una de las rutas más rápidas es redundante, porque difiere ligeramente, en cuanto a tiempos de llegada, de las otras dos, o no es muy diferente. En este caso, es mejor eliminarla, para simplificar el noticiero.

55

Preferiblemente, el algoritmo de eliminación realizado en la segunda subetapa de la etapa 107 comprende las siguientes operaciones:

a) se ordenan las rutas principales mediante tiempo de llegada creciente  $P_i$   $i = 1..3$ ;

b) se considera  $P_3$ , que se compara con otras y se elimina si se produce al menos una de las siguientes condiciones:

5

- el tiempo de llegada  $T_{P_3}$  de la misma difiere en porcentaje del de uno de los otros  $T_{P_i}$  en un valor inferior a un umbral:

$$1 - \frac{T_{P_3}}{T_{P_i}} < \theta_E$$

10

- la razón de la longitud de las partes no comunes con respecto a la longitud de las comunes es mayor que un umbral seleccionado:

$$\frac{\|P_i \cap P_3\|}{\|P_i \cup P_3\|} > \theta_L$$

15

- no hay ningún acontecimiento de tráfico de gravedad mayor que un umbral  $\theta_G$  y el retraso en los arcos no cubierto por otras rutas no supera un umbral seleccionado:

$$D_{P_i^p} = \sum_{kl \in P_i - \cup_{j \neq i} P_j} D_{kl} < \theta_D$$

20

c) se repite el mismo procedimiento para  $P_2$ .

#### Fusionar nodos de decisión y/o de unión

25

Algunas veces, los nodos de decisión y de unión están tan cerca que la presencia de los mismos no añade información relevante y complica la narración del noticiario.

Para evitar este inconveniente, en la tercera subetapa de la etapa 107 se fusionan dos nodos de decisión y/o de unión  $N_i, N_j \in G^p$  unidos por un segmento  $S_k$  si el tiempo de desplazamiento de  $S_k$ ,  $T_{S_k}$ , es más corto que un umbral seleccionado  $\theta_S$ .

30

Con referencia de nuevo a la figura 1, según una realización ventajosa, el método 100 de procesamiento de datos, después de la etapa 106 de agrupación, y después de la posible etapa 107 de simplificación adicional, comprende una etapa 108 de generar un texto del noticiario en idioma natural.

35

Un texto de este tipo se genera a partir del gráfico de rutas tal como resulta a partir de la simplificación realizada en la etapa 106 de agrupación y en la posible simplificación adicional realizada en la etapa 107. Un gráfico de este tipo se definirá a continuación en el presente documento, por motivos de brevedad, como gráfico de rutas simplificado  $G^s$ .

40

Con respecto a la estructura del noticiario cuyo texto se genera en la etapa 108, según una realización, se realiza preferiblemente según una plantilla seleccionada de una pluralidad de plantillas posibles basándose en las siguientes características:

45

- el algoritmo para ordenar la secuencia de noticias asociadas con los segmentos del gráfico de rutas;

- los criterios para agrupar la descripción de acontecimientos similares y/o adyacentes;

- los modos para describir acontecimientos en rutas típicas y habituales;

50

- el diccionario usado para la descripción de los acontecimientos, es decir, las frases que describen los acontecimientos y las construcciones gramaticales usadas para unirlos en un discurso significativo.

Preferiblemente, la elección de la plantilla se realiza basándose en uno o más parámetros elegidos de los indicados a continuación:

55

- la estructura del gráfico de rutas, por ejemplo según el número de nodos de decisión y según las características de los arcos;

- preferencias de usuario, por ejemplo, la longitud del noticiario y el estilo;
- la presencia de anomalías particularmente graves en las rutas.

5 Por ejemplo, las secciones que constituyen las plantillas son:

- la introducción, dedicada a saludos y a cualquier patrocinador;
- la descripción general de la situación del tráfico y de la evolución prevista a corto plazo;
- la descripción de las rutas principales y de los tiempos de llegada;
- la descripción de anomalías de tráfico (acontecimientos y congestiones) a lo largo de cada una de las rutas principales;
- la descripción de anomalías de tráfico en la ruta típica y en la ruta preferida por el usuario;
- la descripción de cualquier situación de gravedad o relevancia particular, por ejemplo mensajes de las autoridades de protección civil;
- la conclusión.

Las secciones de la estructura de noticiario pueden ordenarse de cualquier manera y no todas las secciones están siempre presentes.

Según una realización ventajosa, la etapa 108 de generar el idioma del noticiario comprende una o más de las subetapas indicadas a continuación:

1. crear la secuencia de noticias;
2. agrupar y clasificar noticias;
3. generar las frases en el idioma deseado.

Con respecto a la subetapa 1, debe observarse que el orden en el que se presentan los acontecimientos en el noticiario afecta a la facilidad de comprensión de los mismos para el usuario final. Es posible proporcionar diferentes criterios para ordenar la secuencia de noticias que se seleccionan, por ejemplo, según el estilo del noticiario. Por ejemplo, es posible proporcionar los criterios de ordenamiento indicados a continuación:

- ordenamiento basado en rutas;
- ordenamiento basado en distancia;
- ordenamiento basado en la gravedad del acontecimiento.

Por ejemplo, si el ordenamiento de secuencias se basa en rutas, el procedimiento es de la siguiente manera:

1. se describen los segmentos de la ruta más rápida;
2. se describen los segmentos de la segunda y de la tercera rutas más rápidas, que no se han descrito aún;
3. se describen los segmentos de la ruta típica, que no se han descrito aún;
4. se describen los segmentos de la ruta del usuario, que no se han descrito aún.

Un enfoque alternativo es seguir un criterio de ordenamiento basado en distancia, es decir, para describir los segmentos en orden creciente de distancia desde el nodo de partida. Si dos segmentos tienen la misma distancia, se describen en orden de ruta: se describen en primer lugar los que pertenecen a la ruta más rápida.

Finalmente, los segmentos pueden describirse en el orden dictado por la gravedad del acontecimiento, definido de la siguiente manera:

- el retraso máximo en el segmento, debido a congestión;

- la gravedad establecida por el operador para acontecimientos de tráfico y meteorológicos.

5 Con respecto a la subetapa 2 de la etapa 108 de generar el idioma del noticiario, debe indicarse lo siguiente. El noticiario de tráfico tiene preferiblemente un número máximo de noticias  $N_x$  establecido a priori, para restringir la longitud del mismo dentro de límites aceptables incluso durante horas pico.  $N_x$  es un número entero mayor de o igual a 1.

10 Por tanto, resulta apropiado eliminar o agrupar acontecimientos para permanecer dentro del límite de acontecimientos  $N_x$ . Esto se realiza preferiblemente en la subetapa 2 de clasificar y agrupar acontecimientos de tráfico, que comprende, de hecho, una operación de clasificar y/o una operación de agrupar los acontecimientos de tráfico.

15 La operación de clasificación consiste en asignar, a cada noticia en el gráfico de rutas simplificado  $G^P$ , un coeficiente numérico proporcional a la relevancia relativa de la información de tráfico en el noticiario. La función que calcula la clasificación acepta un vector de entrada que contiene los arcos con anotaciones que componen la noticia, y genera un número real.

20 La función puede variar según el estilo y el tipo del noticiario. Un ejemplo de función de clasificación para congestiones es de la siguiente manera:

$$R_{E_i} = w_d \cdot \frac{D_{E_i}}{\max_i D_{P_i}}$$

donde  $D_{E_i}$  es el retraso provocado por el acontecimiento  $E_i$  y  $D_{P_i}$  es el retraso global en la ruta  $P_i$ .

25 Un ejemplo de función de clasificación para acontecimientos es de la siguiente manera:

$$R_{E_i} = w_g \cdot \frac{G_{E_i}}{G_x}$$

30 donde  $G_{E_i}$  es la gravedad del acontecimiento  $E_i$  y  $G_x$  es el valor máximo que puede adoptar la gravedad de un acontecimiento.

Los coeficientes  $w_d$  y  $w_g$  dependen de la distancia del acontecimiento a partir del punto de partida y sirven para dar una clasificación superior a los acontecimientos más próximos al usuario.

35 Con respecto a la operación de agrupar acontecimientos de tráfico, esto puede realizarse por medio de dos criterios:

- agrupar acontecimientos de tráfico basándose en el topónimo;
- 40 - agrupar acontecimientos de tráfico basándose en el tipo de acontecimiento.

Los dos criterios anteriormente mencionados pueden adoptarse de manera individual o en combinación entre sí.

45 En el agrupamiento basado en el topónimo, se agrupan acontecimientos de tráfico que están en el mismo topónimo y en el mismo segmento hasta un número máximo de  $N_T$  acontecimientos.

Las noticias que van a ordenarse se eligen en orden creciente de clasificación, de modo que los acontecimientos más relevantes se agrupan con menor frecuencia.

50 En la agrupación basada en el tipo de acontecimiento de tráfico, se agrupan acontecimientos que están en el mismo segmento y son del mismo tipo (por ejemplo, congestiones, obras, etc.) hasta un número máximo de  $N_T$  acontecimientos. Las noticias que van a ordenarse se eligen en orden creciente de clasificación, de modo que los acontecimientos de tráfico más relevantes se agrupan con menor frecuencia.

55 Según una realización preferida, si, después de la actividad de agrupación y clasificación de acontecimientos de tráfico, el número de acontecimientos supera el valor  $N_x$ , aquellos en exceso pueden desecharse en orden creciente de clasificación.

60 El método 100 de procesamiento de datos comprende preferiblemente una etapa 109 de realizar la síntesis de voz del noticiario a partir del texto generado en la etapa 108. Una etapa de síntesis de voz de este tipo permite generar frases en el idioma deseado (por ejemplo, inglés o italiano), lo cual también incluye la posible anotación de las mismas con elementos usados mediante un motor de síntesis de TTS (texto a voz) para insertar pausas,

mejorar la pronunciación y cambiar la entonación de frases, para dar al noticiario una connotación más humana.

5 Preferiblemente, en la etapa 108, se usan plantillas, que contienen una estructura principal de la traducción de cada tipo de noticia, y un sistema experto basado en reglas para la gestión de géneros (masculino, femenino y neutro) y números (singular y plural) y para la concatenación de frases, realizadas añadiendo conjunciones y puntuación.

10 Un aspecto crítico de generación de idioma natural, realizado en la etapa 108, es la descripción verbal de la posición geográfica de los acontecimientos, lo cual es crucial para la facilidad de comprensión (y por tanto la utilidad) del noticiario.

La descripción de la posición de un acontecimiento consiste en tres elementos:

- 15 - la carretera en la que se produce el acontecimiento o la congestión;
- los hitos, es decir, puntos de referencia, que tienen una alta probabilidad de que los conozca el usuario y que identifican el principio y el final del problema que va a notificarse;
- 20 - cada carretera se identifica mediante un topónimo, es decir, un nombre oficial dado por la autoridad que gestiona la red de carreteras y contenido en el gráfico topológico  $G^T$ .

Durante la etapa 106 de agrupación es posible que se agrupen arcos con topónimos diferentes; por tanto, se vuelven apropiados criterios para elegir el más adaptado para representar la posición.

25 Según una realización, en la etapa de generar el idioma del noticiario 108 se usa el siguiente algoritmo para la elección de los topónimos:

- 30 - se calcula un coeficiente de relevancia para cada uno de los presentes topónimos, de manera proporcional a la FRC y a la longitud del segmento caracterizado por el topónimo respectivo;
- si uno de los topónimos tiene un coeficiente de relevancia mucho mayor que el de los otros, entonces se usa para describir el segmento de carretera;
- 35 - de lo contrario, se usan los dos topónimos que tienen los mayores coeficientes de relevancia.

La figura 3 muestra el diagrama de bloques de una realización ventajosa y no limitativa de un sistema 200 informático por medio del cual puede implementarse el método 100 de procesamiento de datos descrito anteriormente.

40 El sistema 200 anteriormente mencionado comprende al menos un cliente 201 y al menos un servidor 230. El cliente 201 y el servidor 230 pueden conectarse operativamente entre sí por medio de una red inalámbrica, por ejemplo, una red de datos inalámbrica de un operador de red de telefonía móvil. El cliente 201 es, por ejemplo, un teléfono inteligente, o un dispositivo de hardware y software dedicado, en el que está instalado un programa de aplicación, diseñado para reenviar peticiones de servicio al servidor 230 y diseñado para proporcionar a un usuario información de tráfico personalizada.

50 El servidor 230 comprende un módulo 202 frontal configurado para recibir las peticiones de servicio enviadas por el cliente 201. Tales peticiones de servicio son esencialmente peticiones de información de tráfico personalizada que se sintetizan precisamente mediante el método 100 de procesamiento de datos descrito anteriormente, pero también pueden incluir simples peticiones de actualización del perfil y/o las preferencias del usuario. Según una realización, las peticiones de información de tráfico personalizada comprenden, por ejemplo, datos que identifican la ubicación de partida y datos que identifican la ubicación de destino.

55 El servidor 230 comprende preferiblemente un módulo 203 de autenticación diseñado para identificar y autenticar al usuario a partir del cual se originan ambos tipos de peticiones descritos anteriormente. Además, un módulo 203 de autenticación de este tipo puede cumplir directamente peticiones de actualización del perfil y/o las preferencias del usuario, por ejemplo, actualizando una base 204 de datos de preferencias de usuario, incluida en el servidor 230 o conectada al mismo.

60 El servidor 230 comprende un módulo 205 para generar el gráfico de rutas  $G^P$  al que, tras una autenticación satisfactoria, se reenvían las peticiones de información de tráfico personalizada.

65 El módulo 205 de generación de gráfico de rutas está adaptado y configurado para obtener, por ejemplo, a partir de una base 300 de datos de gráficos, datos que definen un gráfico topológico G. Tal como se explicó anteriormente, el gráfico topológico G es un gráfico orientado que contiene información sobre la conexión entre segmentos de una red de carreteras y comprende nodos que representan puntos de conexión entre dos



segmentos adyacentes y arcos que conectan nodos y que corresponden a segmentos de carretera o calzada. Dicho de otro modo, el módulo 205 está diseñado para realizar la etapa 104 del método 100 de procesamiento de datos. La base 300 de datos de gráficos estáticos contiene datos adaptados para definir gráficos estáticos (tales como el gráfico topológico G y el gráfico geométrico) usados por el sistema 200. Por ejemplo, tales datos se adquieren mediante uno o más proveedores externos de datos de mapas. El módulo 205 está adaptado y configurado para acceder a la base 300 de datos de gráficos estáticos.

El módulo 205 también está adaptado y configurado para generar datos que definen el gráfico de rutas G<sup>P</sup>. Tal como se explicó anteriormente, el gráfico de rutas G<sup>P</sup> es un subconjunto del gráfico topológico G, que tiene un nodo 10 de partida asociado con la posición de partida, un nodo 20 de destino asociado con la posición de destino, nodos intermedios entre el nodo 10 de partida y el nodo 20 de destino, arcos 1-5 que conectan los nodos del gráfico de rutas entre sí. Para ello, el módulo 205 está adaptado y configurado para realizar una operación de identificar en el gráfico de rutas G<sup>P</sup> una pluralidad de rutas alternativas que se extienden desde el nodo 10 de partida hasta el nodo 20 de destino del gráfico de rutas pasando a través de nodos intermedios y arcos del gráfico de rutas G<sup>P</sup>. Dicho de otro modo, el módulo 205 también está diseñado esencialmente para realizar la etapa 104 del método 100 de procesamiento de datos. Para ello, el módulo 205 también es tal como para obtener datos a partir de la base 204 de datos de preferencias de usuario y a partir de una base de datos adicional incluida en el sistema 200, en particular, a partir de la base 301 de datos de tráfico en tiempo real. Los datos obtenidos son preferiblemente datos sobre la velocidad promedio en los arcos del gráfico de rutas G<sup>P</sup>. Por ejemplo, tales datos se adquieren mediante uno o más proveedores externos de datos de tráfico.

El servidor 230 comprende además un módulo 206 para procesar el gráfico de rutas G<sup>P</sup> diseñado sustancialmente para realizar las operaciones de las etapas 105 de anotación, 106 de agrupación y 107 de simplificación adicional descritas anteriormente y por tanto obtener el gráfico de rutas simplificado y con anotaciones. Para ello, el módulo 206 es tal como para recibir datos a partir del módulo 205 adaptados para definir el gráfico de rutas. Para realizar las etapas anteriormente mencionadas, el módulo 206 puede obtener datos a partir de la base 301 de datos de tráfico en tiempo real, a partir de la base 204 de datos de preferencias de usuario y a partir de dos bases de datos adicionales proporcionadas preferiblemente en el sistema 200:

- la base 208 de datos de estadística de velocidad;
- la base 210 de datos de las plantillas del noticiero de tráfico.

Según una realización, el servidor 230 también comprende un módulo 207 de análisis de datos de tráfico que, a partir de los datos obtenidos a partir de la base 301 de datos de tráfico en tiempo real, es tal como para producir datos de estadística de velocidad almacenados en la base 208 de datos.

El servidor 230 comprende preferiblemente un módulo 209 para generar el texto en idioma natural del noticiero de tráfico adaptado para realizar la etapa 108, descrita anteriormente, del método 100 de procesamiento de datos. Un módulo 209 de este tipo recibe en la entrada, a partir del módulo 206, los datos adaptados para definir el gráfico de rutas simplificado y con anotaciones. Dado que el texto de noticiero puede depender de la plantilla del propio noticiero, el módulo 209 puede obtener los datos contenidos en la base 210 de datos de plantilla de noticiero.

Finalmente, el servidor 230 comprende preferiblemente un módulo 211 de TTS (texto a voz) adaptado para recibir el texto de noticiero de tráfico a partir del módulo 209 y enviar el noticiero, preferiblemente en forma de un flujo de audio, al cliente 201. Alternativamente, el módulo 211 de TTS puede proporcionarse a bordo del cliente 201, y en este caso puede ser el módulo 209 el que envía el texto de noticiero al cliente 201.

A partir de la descripción anterior, es posible entender cómo el método de procesamiento de datos del tipo descrito anteriormente logra completamente los objetivos previstos.

De hecho, pruebas experimentales han permitido determinar que el método de procesamiento de datos descrito anteriormente permite sintetizar, en tiempo real, información de tráfico inteligible y personalizada.

**REIVINDICACIONES**

1. Método (100) de procesamiento de datos para sintetizar en tiempo real información de tráfico personalizada para un usuario que desea llegar a una posición de destino desde una posición de partida, comprendiendo el método (100) de procesamiento de datos las etapas de:
  - obtener (103) datos que definen un gráfico topológico, siendo dicho gráfico topológico un gráfico orientado que contiene información sobre la conexión entre segmentos de una red de carreteras, comprendiendo dicho gráfico topológico nodos que representan puntos de conexión entre dos segmentos adyacentes y arcos que conectan nodos y que corresponden a segmentos de carretera o calzada;
  - generar (104) datos que definen un gráfico de rutas ( $G^P$ ), siendo el gráfico de rutas ( $G^P$ ) un subconjunto del gráfico topológico, que tiene un nodo (10) de partida asociado con la posición de partida, un nodo (20) de destino asociado con la posición de destino, nodos intermedios entre el nodo (10) de partida y el nodo (20) de destino, arcos (1-5) que conectan los nodos del gráfico de rutas entre sí, comprendiendo la etapa (104) de generación una operación de identificar en el gráfico de rutas una pluralidad de rutas alternativas que se extienden desde el nodo (10) de partida hasta el nodo (20) de destino del gráfico de rutas pasando a través de nodos intermedios y arcos del gráfico de rutas ( $G^P$ );
  - anotar (105) datos de tráfico y/o meteorológicos en el gráfico de rutas ( $G^P$ ) y obtener datos adaptados para definir un gráfico de rutas con anotaciones;
  - obtener (106) datos adaptados para definir un gráfico de rutas simplificado reduciendo el número de nodos intermedios del gráfico de rutas con anotaciones definiendo segmentos agregados como secuencias de arcos de la misma ruta alternativa que cumplen uno o más criterios de homogeneidad de los datos de tráfico y/o meteorológicos.
2. Método (100) de procesamiento de datos según la reivindicación 1, en el que dicha pluralidad de rutas alternativas comprende al menos una primera ruta que es la más rápida, basándose en datos de desplazamiento en tiempo real, y al menos una segunda ruta que es una ruta habitualmente elegida por el usuario.
3. Método (100) de procesamiento de datos según la reivindicación 2, en el que dicha pluralidad de rutas alternativas comprende una tercera ruta calculada basándose en datos estadísticos de velocidad típica con red de carreteras vacía.
4. Método (100) de procesamiento de datos según la reivindicación 3, en el que dicha tercera ruta es la ruta que es la más rápida cuando se calcula basándose en datos estadísticos de velocidad típica con red de carreteras vacía.
5. Método (100) de procesamiento de datos según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha etapa (106) de obtener un gráfico de rutas simplificado comprende una operación de eliminar arcos que están libres de tráfico.
6. Método (100) de procesamiento de datos según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que en la etapa (106) de obtener un gráfico de rutas simplificado se definen segmentos agregados que comprenden arcos adyacentes que tienen niveles de tráfico mutuamente homogéneos.
7. Método (100) de procesamiento de datos según una cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en el que en la etapa (106) de obtener un gráfico de rutas simplificado se definen segmentos agregados que comprenden arcos adyacentes que tienen niveles de tráfico mutuamente heterogéneos.
8. Método (100) de procesamiento de datos según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además una etapa (108) de generar un texto de un noticiero de tráfico de idioma natural a partir del gráfico de rutas simplificado.
9. Método (100) de procesamiento de datos según la reivindicación 8, en el que dicho noticiero de tráfico tiene una estructura realizada según una plantilla seleccionada de una pluralidad de plantillas posibles.
10. Método (100) de procesamiento de datos según la reivindicación 9, en el que dicha plantilla se selecciona basándose en uno o más parámetros elegidos de los indicados a continuación:
  - estructura del gráfico de rutas simplificado;
  - preferencias del usuario;

- presencia de anomalías particularmente graves en las rutas.
- 5 11. Método (100) de procesamiento de datos según una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, que comprende además una etapa (109) de realizar la síntesis de voz del noticiario de tráfico a partir de dicho texto.
- 10 12. Método (100) de procesamiento de datos según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la etapa (106) de obtener el gráfico de rutas simplificado se realiza por medio de al menos un algoritmo iterativo para reducir el número de nodos intermedios.
- 15 13. Método (100) de procesamiento de datos según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho gráfico de rutas comprende nodos de decisión y/o nodos de unión y/o rutas alternativas, y en el que después de la etapa (106) de simplificación, el método (100) de procesamiento de datos comprende una etapa (107) de simplificar adicionalmente el gráfico de rutas simplificado que comprende una o más de las tres subetapas de la siguiente lista:
- simplificar rutas alternativas;
  - 20 • eliminar una ruta alternativa;
  - fusionar nodos de decisión y/o nodos de unión.
- 25 14. Método (100) de procesamiento de datos según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que en la etapa (105) de anotación también se anotan datos toponímicos.
15. Método (100) de procesamiento de datos según la reivindicación 14, en el que los criterios de homogeneidad también se refieren a datos toponímicos.
- 30 16. Producto informático que comprende porciones de código que pueden cargarse en la memoria de uno o más ordenadores y adaptarse para llevar a cabo un método (100) de procesamiento de datos según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

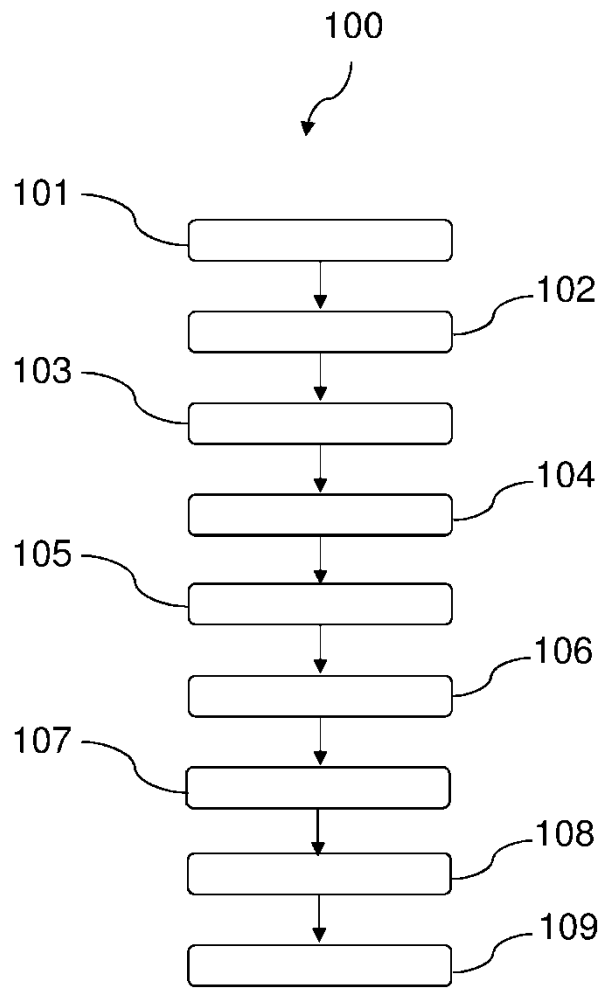


FIG. 1

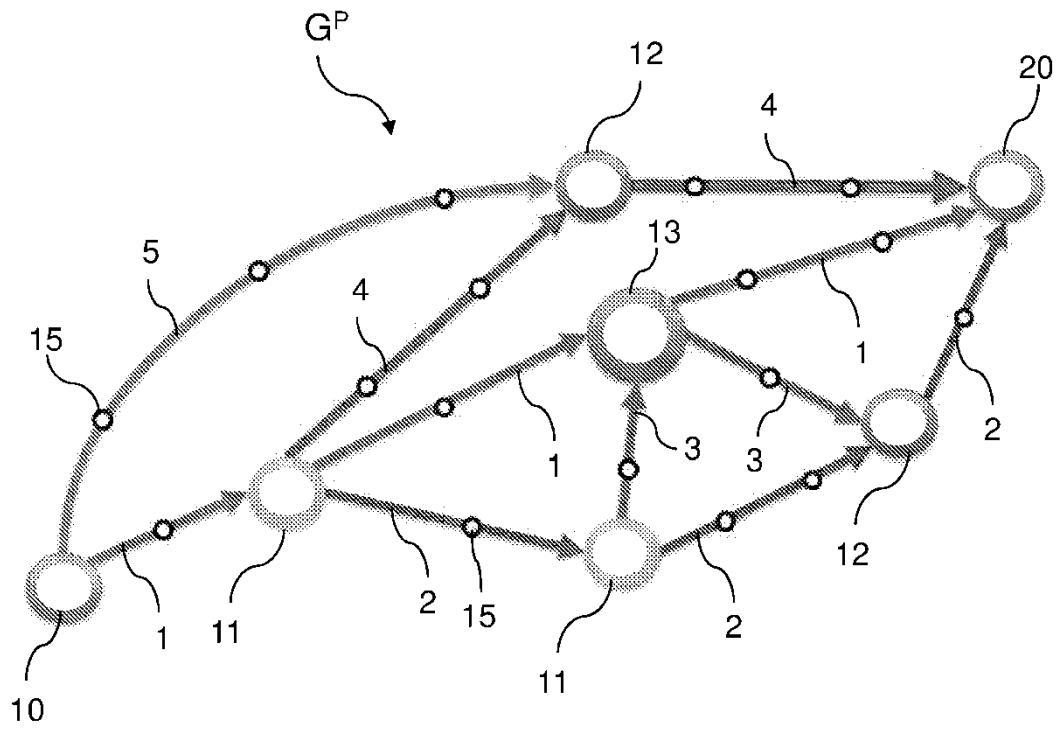


FIG. 2

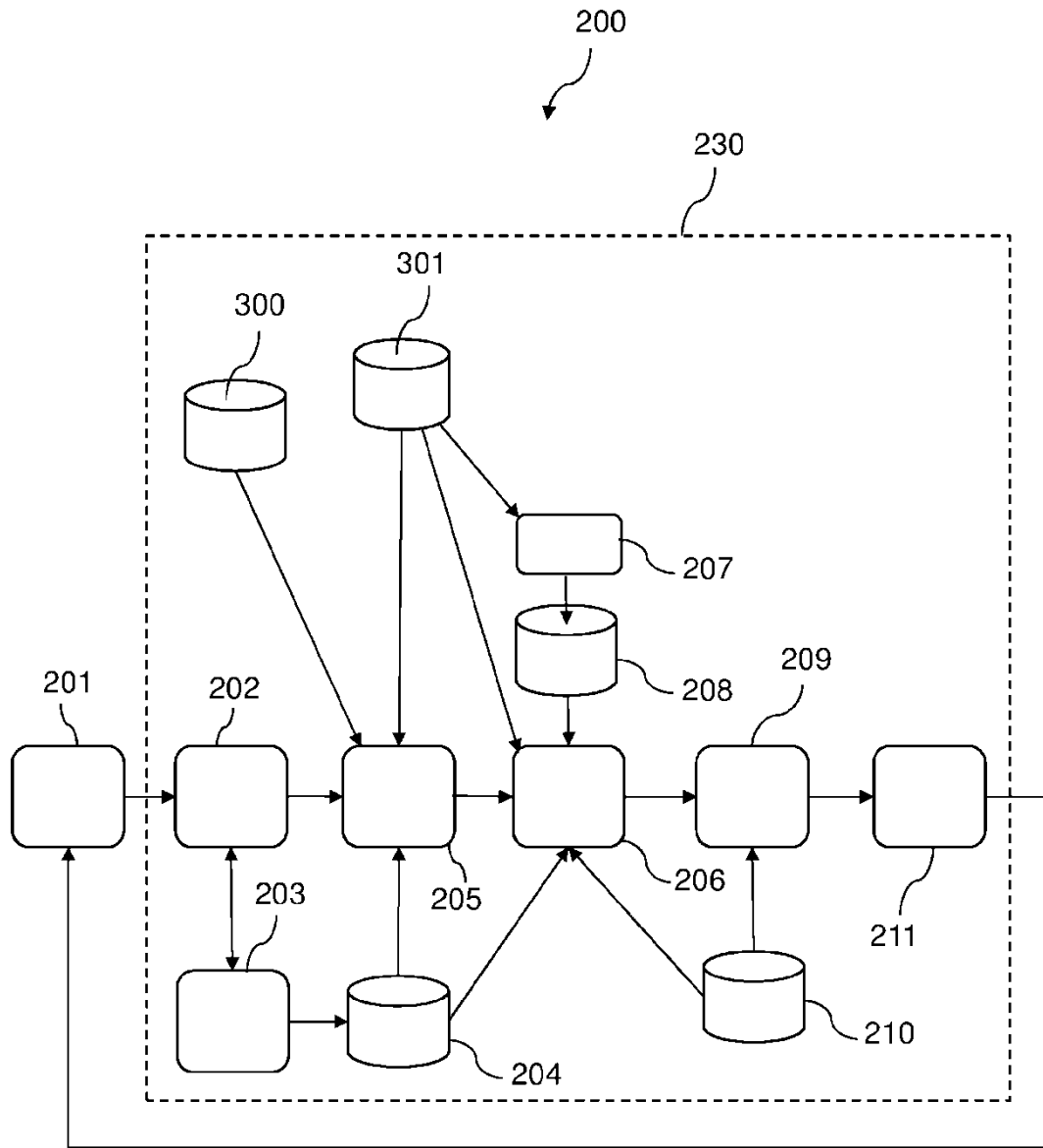


FIG. 3