

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 350 551**

(21) Número de solicitud: 201001045

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

(12)

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN PREVIO

B2

(22) Fecha de presentación: **06.08.2010**

(43) Fecha de publicación de la solicitud: **25.01.2011**

Fecha de la concesión: **12.06.2012**

Fecha de modificación de las reivindicaciones:
23.11.2011

(45) Fecha de anuncio de la concesión: **22.06.2012**

(45) Fecha de publicación del folleto de la patente:
22.06.2012

(73) Titular/es: **Universidad de Málaga**
c/ Severo Ochoa, 4 - (PTA)
29590 Campanillas, Málaga, ES

(72) Inventor/es: **Vico Vela, Francisco José**

(74) Agente/Representante:
No consta

(54) Título: **Sistema y procedimiento de gestión de tráfico.**

(57) Resumen:

Sistema y procedimiento de gestión de tráfico. El sistema objeto de la presente invención estima la densidad del tráfico de forma distribuida en diferentes puntos de una vía y proporciona información con antelación al conductor para evitar situaciones de riesgo. Dicho sistema permite una fácil integración en los elementos de protección y señalización vial existentes, constituyendo una alternativa más sencilla, de menor coste y mayor eficiencia que otras soluciones actuales conocidas basadas en cámaras operadores humanos o paneles de mensaje variable. Para ello, fundamentalmente se emplea una pluralidad de nodos distribuidos a lo largo de la vía, obteniendo cada uno de ellos una densidad local de tráfico correspondiente al área de la vía situada frente a dicho nodo. Además, el sistema es tolerante ante estimaciones locales poco fiables. Otro objeto de la invención es un procedimiento para estimar la densidad del tráfico a partir de una pluralidad de medidas locales.

ES 2 350 551 B2

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 40.2.8 LP.

DESCRIPCIÓN

Sistema y procedimiento de gestión de tráfico.

5 Sector de la técnica

Un objeto de la presente invención es un sistema que estima la densidad del tráfico de forma distribuida en diferentes puntos de una vía y proporciona información con antelación al conductor para evitar situaciones de riesgo.

10 Otro objeto de la invención es un procedimiento para estimar la densidad del tráfico a partir de una pluralidad de medidas locales.

Estado de la técnica

15 En la actualidad son conocidos múltiples sistemas para la gestión inteligente del tráfico. Un primer tipo de sistemas requiere la instalación de dispositivos en los propios vehículos. Por ejemplo, la solicitud europea EP 1489578 propone un sistema de información aplicado al tráfico basado en una red de sensores que integra elementos tanto en las carreteras como en los vehículos, y que comprende además un centro de información que recibe los datos, los procesa y los envía a los vehículos. La solicitud JP 2008084003 describe un sistema de detección y seguimiento de la densidad del tráfico basándose en el intercambio de información entre vehículos.

20 Otro tipo de sistemas se apoyan exclusivamente en sensores complejos situados en los márgenes de la vía. Se trata, por ejemplo, de la solicitud US20040059503, que describe un sistema para estimar la densidad del tráfico mediante sensores de ultrasonidos ubicados en la parte superior de la entrada en un túnel, y que tiene la finalidad de regular las señales que informan de situaciones de tráfico excepcionales en el interior. También JP2001155292 describe un sistema donde unos algoritmos de análisis de imagen permiten que la información recogida por unas cámaras sirva para evaluar unos parámetros que describen el estado del tráfico.

Descripción detallada de la invención

30 Los inventores de la presente solicitud han desarrollado un sistema autónomo, eficiente y robusto que permite una fácil integración en los elementos de protección y señalización vial existentes, constituyendo una alternativa más sencilla, de menor coste y mayor eficiencia que otras soluciones actuales conocidas basadas en cámaras, operadores humanos o paneles de mensaje variable.

35 Para ello, fundamentalmente se emplea una pluralidad de nodos distribuidos a lo largo de la vía, obteniendo cada uno de ellos una densidad local de tráfico correspondiente al área de la vía situada frente a dicho nodo. Además, el sistema es tolerante ante estimaciones locales poco fiables, ya que la densidad del tráfico en cada nodo es promediada espacialmente, como se describirá con detalle más adelante en el presente documento. A continuación, las densidades promedio obtenidas se propagan nodo a nodo en el sentido opuesto a la marcha de los vehículos, de modo que en un nodo cualquiera se recibe periódicamente información acerca de la densidad promedio en al menos un nodo posterior según el sentido de la marcha, lo cual permite emitir señales de aviso a los conductores acerca del estado de la vía en tramos a los que aún no han llegado. Adicionalmente, se pueden asignar estados a cada nodo en función del valor de su densidad promedio, emitiéndose en ese caso las señales de aviso en función del estado de al menos un nodo posterior según el sentido de la marcha.

Una de las ventajas principales de este sistema es que es muy robusto ante fallos técnicos: una avería en un nodo no provoca la inutilización del sistema completo, ya que en ese caso el nodo posterior al averiado pasaría enviar información directamente al nodo anterior al averiado, como si el nodo averiado no existiese.

50 En el presente documento, se denominarán “nodos anteriores” con relación a un nodo dado a nodos situados en el sentido opuesto de la marcha de los vehículos a lo largo de la vía, mientras que “nodos posteriores” a uno dado serán nodos situados en el sentido de la marcha de los vehículos a lo largo de la vía.

55 Por tanto, un primer aspecto de la invención describe un sistema de gestión de tráfico que comprende una pluralidad de nodos dispuestos a lo largo de una vía, y donde cada nodo a su vez comprende:

a) Un módulo sensorial, que comprende medios para estimar el grado de ocupación de un área de la vía.

60 Los medios para estimar el grado de ocupación de la vía, o densidad local, comprenden un sensor de presencia que estima el grado de ocupación en el área de la vía situada frente a dicho nodo. Existen diversas tecnologías para realizar esta medida de manera activa, como sensores basados en ultrasonidos o en infrarrojos, que analizan la interferencia de los vehículos con una señal emitida por el sensor. También es posible utilizar realizaciones basadas en sensores pasivos, como sensores que miden las vibraciones de la vía al paso de los vehículos o micrófonos que procesan el sonido de rodadura y motores de los vehículos, así como cámaras o lazos de inducción. En cualquier caso, la densidad local adoptará un valor entre un valor mínimo y un valor máximo, donde el valor mínimo indica que la vía frente al nodo en cuestión no está ocupada en absoluto y el valor máximo indica que la vía está completamente ocupada. Normalizando los valores, el rango podría ser entre 0 y 1.

b) Un módulo de comunicaciones, que comprende medios para enviar información a algunos nodos contiguos anteriores.

El módulo de comunicaciones permite el envío de información unidireccional con un alcance de algunos nodos en sentido opuesto al de la marcha de los vehículos, ya sea mediante cable o con tecnología inalámbrica. Dicho de otro modo, cada nodo recibe información de los nodos posteriores, y a su vez envía información a los nodos anteriores, produciéndose una propagación de la información en el sentido opuesto de la marcha de los vehículos. Esto permite promediar espacialmente las medidas obtenidas por los sensores de un nodo concreto teniendo en cuenta las medidas de nodos posteriores cercanos, y además propagar de un nodo a otro, en el sentido contrario a la marcha de los vehículos, el estado de cada nodo para anticipar la información en ruta al conductor. En este documento, el término “algunos nodos” pretende hacer referencia a un número limitado de nodos, preferentemente dos nodos, con el objeto de que el sistema sea robusto a fallos en nodos concretos, ya que la propagación de la información puede realizarse sin la participación del nodo averiado y seguir funcionando normalmente, al mismo tiempo que se mantiene un consumo de energía moderado.

Por ejemplo, el módulo de comunicación podría implementar las normativas 802.11 (Wi-Fi), 802.3 (Ethernet, compatible con 802.11) o 802.15.4 (WPAN). Dentro de esta última, Zigbee (Green Zigbee) es una tecnología de bajo consumo que permitiría distancias entre nodos de hasta 75 m. En caso de una distancia mayor puede realizarse con Wi-Fi. También es posible utilizar Bluetooth 4.0 o protocolos propietarios.

c) Un módulo procesador conectado al módulo sensorial y al módulo de comunicaciones, configurado para obtener la densidad promedio del tráfico en dicho nodo.

Este módulo puede ser de tipo SBC (Single Board Computer), de tipo COM (Computer On Module) o bien SOM (System On Module). Entre estos últimos se encuentran los SOC (System on Chip) para sistemas integrados (en inglés embedded). Una realización de tipo SOM podría estar basada en ARM (Advanced RISC Machine), una plataforma para computación genérica de bajo consumo, o bien en plataformas de tipo integrado, por ejemplo micros con tecnología AVR enhanced RISC architecture programados con sistema operativo TinyOS.

d) Un módulo efector conectado al módulo procesador, que comprende medios para señalar situaciones de riesgo a los usuarios de la vía.

El módulo efector genera la salida del sistema, es decir, la señalización de situaciones de riesgo para el conductor, principalmente el tráfico denso y las retenciones. Esta información en-ruta puede transmitirse al conductor de diversas maneras, principalmente mediante señales de tráfico variables y al equipamiento de comunicaciones del vehículo. Según una realización preferida de la invención, el módulo efector podría ser un emisor de señales luminosas o acústicas. Por ejemplo, podría tratarse de un LED que emita señales luminosas fijas o intermitentes. También podría tratarse de un panel de mensaje variable.

El sistema de gestión de tráfico puede estar conectado a la red eléctrica y disponer de un sistema de alimentación ininterrumpida (SAI) para asegurar un funcionamiento robusto. Otra opción para conseguir la mayor autonomía posible comprende el uso de al menos un módulo de alimentación. Por ejemplo, podría utilizarse una placa solar con batería recargable para alimentar un conjunto de nodos, o bien dotar a cada nodo de un módulo de alimentación independiente. Por último, también se podrían emplear baterías o pilas: una realización de muy bajo consumo podría funcionar durante varios años con una pila tipo D.

Según un segundo aspecto de la invención, se describe un procedimiento de gestión de tráfico mediante un sistema que comprende una pluralidad de nodos dispuestos a lo largo de una vía, comprendiendo el procedimiento las siguientes operaciones:

1) Estimar periódicamente en cada nodo el grado de ocupación de la vía por medio de un sensor. Se denominará “densidad local” al grado de ocupación de la vía en cada nodo.

2) Promediar espacialmente la densidad local de cada nodo teniendo en cuenta las densidades locales recibidas de nodos posteriores, obteniéndose la densidad promedio de cada nodo.

Esto se hace con el objeto de que si, debido a una avería, un sensor genera densidades locales desproporcionadas con relación al resto, esos valores se compensen. De acuerdo con una realización preferida de la invención, el promedio espacial está basado en una media móvil exponencial, dando así mayor relevancia a las densidades locales de los nodos más cercanos, aunque a la vez teniendo en cuenta densidades locales de los nodos lejanos. Concretamente, la densidad promedio de un nodo se calcula según la fórmula:

$$d_{i+1} = \alpha d_i + (1 - \alpha) s_i$$

donde:

d_{i+1} es la densidad local en el nodo $i+1$

5 d_i es la densidad local en el nodo i posterior

s_i es el grado de ocupación de la vía estimado por el sensor del nodo i

α es una constante entre 0 y 1 que determina el período de integración temporal de la medida

10

Se utiliza el índice i para hacer referencia a la secuencia espacial de nodos a lo largo de la vía. Esta ecuación en diferencias realiza una media móvil exponencial de los grados de ocupación de la vía estimados por el sensor de cada nodo, y por su formulación da más importancia a las medidas correspondientes a nodos posteriores más cercanos.

15

3) Propagar hacia atrás nodo a nodo las densidades promedio de cada nodo.

20 A continuación, las densidades promedio obtenidas en cada nodo se envían nodo a nodo en el sentido de la vía opuesto al tráfico. De este modo, en cada nodo se obtiene información relativa a la densidad de la vía en al menos un nodo posterior. Como ejemplo, suponiendo que la distancia entre nodos fuese de 75 metros, la densidad promedio de cada nodo se podría transmitir 20 nodos hacia atrás, de modo que cada nodo obtuviese información acerca del estado de la vía en un nodo posterior situado 1500 metros más adelante. Como se ha mencionado, en caso de avería en un

25

4) Emitir en al menos un nodo señales de aviso basadas en la densidad promedio recibida de al menos un nodo posterior.

30

Estas señales de aviso pueden ser de tipo luminoso, acústico, o bien paneles de mensaje variable, y avisan con antelación a los conductores de problemas de circulación situados más adelante según el sentido de la marcha.

35

Además, de acuerdo con otra realización preferente, el procedimiento comprende asignar a cada nodo un estado en función de su densidad promedio. Por ejemplo, los estados podrían ser: “tráfico fluido”, “tráfico denso” y “retención”. Así, la señal de aviso que emita cada nodo será función del estado de al menos un nodo posterior. Un ejemplo simple podría ser el caso en que cada nodo está dotado de un LED, que se mantiene apagado siempre que el estado de nodos posteriores sea de “tráfico fluido”, está encendido de forma intermitente cuando el estado de nodos posteriores es de “tráfico denso”, y está encendido de manera fija cuando el estado de nodos posteriores es de “retención”. Según una

40

realización preferente de la invención, los estados de cada nodo se definen por umbralización, es decir, definiendo unas bandas dentro del rango [0, 1] de la densidad promedio de cada nodo.

Además, aunque la invención descrita está dirigida a un procedimiento, se entiende que dicho procedimiento es susceptible de ser codificado como un programa de ordenador. El programa puede tener la forma de código fuente, código objeto, una fuente intermedia de código y código objeto (por ejemplo, en forma parcialmente compilada), o en cualquier otra forma adecuada para la puesta en práctica del procedimiento según la invención.

45

Además, dicho programa de ordenador puede estar situado sobre o dentro de una portadora, siendo una portadora cualquier entidad o dispositivo capaz de soportar el programa. La portadora puede ser un medio de almacenamiento como una memoria ROM, una memoria CD ROM o una memoria ROM de semiconductor, un soporte de grabación magnética, por ejemplo, un disco flexible o un disco duro, o un circuito electrónico. La portadora puede ser también una portadora transmisible, por ejemplo, una señal eléctrica u óptica que podría transportarse a través de cable eléctrico u óptico, por radio o por cualesquiera otros medios. Cuando el programa está incorporado en una señal que puede ser transportada directamente por un cable u otro dispositivo o medio, la portadora puede estar constituida por dicho cable u otro dispositivo o medio. La portadora podría ser también un circuito integrado en el que está incluido el programa, estando el circuito integrado adaptado para ejecutar, o para ser utilizado en la ejecución de, los procesos correspondientes.

55

60 Descripción de los dibujos

La Fig. 1 muestra un detalle de un tramo de una vía dotado de varios nodos según la presente invención.

La Fig. 2 muestra gráficamente de un modo esquemático el modo de funcionamiento del sistema de la invención.

65

Modos de realización de la invención

Se describe a continuación un ejemplo de la invención haciendo referencia a las figuras adjuntas. En este ejemplo, por simplicidad, cada nodo está configurado para enviar información únicamente al nodo anterior, aunque según se ha descrito anteriormente sería posible implementar el sistema para que el envío de información tenga un alcance de dos o más nodos anteriores.

La Fig. 1 muestra tres nodos (N^{k-1} , N^k , N^{k+1}) consecutivos de un tramo de la vía. Aunque no se muestra en las figuras, cada uno de los nodos está formado por un módulo sensorial, un módulo de comunicaciones, un módulo procesador y un módulo efector. El módulo sensorial de cada uno de los nodos estima periódicamente el grado de ocupación de la zona de vía situada frente a él, que se ha representado en las figuras mediante un sombreado en forma de haz, realizando el módulo de procesamiento los cálculos necesarios para promediar en el espacio los valores obtenidos por el módulo sensorial. Se consigue así minimizar el impacto de posibles errores causados por mal funcionamiento de sensores particulares.

A continuación, se calcula el estado de cada nodo. En este ejemplo se considera que una densidad promedio de entre [0-0,6] corresponde a “*Tráfico fluido*”, una densidad promedio de entre [0,6-0,9] corresponde a “*Tráfico denso*”, y una densidad promedio de entre [0,9-1,0] corresponde a “*Retención*”. Nótese que el cálculo del estado se puede llevar a cabo localmente en cada nodo, propagándose a continuación hacia atrás únicamente los estados de los nodos, o bien se puede propagar directamente la densidad promedio de los nodos, determinándose el estado correspondiente a cada nodo en el nodo de destino.

La Fig. 2, suponiendo que la distancia entre nodos es de 75 m, muestra dos tramos de vía separados 1,5 km, siendo el estado de los dos nodos N^M y N^{M-1} de “*Retención*”. Según el procedimiento de este ejemplo, el estado del nodo N^M se propaga hacia atrás 20 nodos, de modo que el nodo N^{M-20} recibe la información de que el nodo N^M tiene un estado de “*Retención*”. El nodo N^{M-20} puede entonces señalar la retención en el nodo N^M mediante un LED o un panel de mensaje variable.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de gestión de tráfico mediante un sistema que comprende una pluralidad de nodos dispuestos a lo largo de una vía, que comprende las siguientes operaciones:

- estimar periódicamente en cada nodo el grado de ocupación de la vía por medio de un sensor, obteniéndose la densidad local de cada nodo;
- promediar espacialmente la densidad local de cada nodo teniendo en cuenta las densidades locales de nodos posteriores, obteniéndose la densidad promedio de cada nodo;
- propagar hacia atrás nodo a nodo las densidades promedio de cada nodo; y
- emitir en al menos un nodo señales de aviso basándose en la densidad promedio recibida de al menos un nodo posterior.

2. Procedimiento de gestión de tráfico según la reivindicación anterior, donde el promediado espacial comprende realizar una media móvil exponencial de la densidad local de cada nodo teniendo en cuenta las de nodos posteriores.

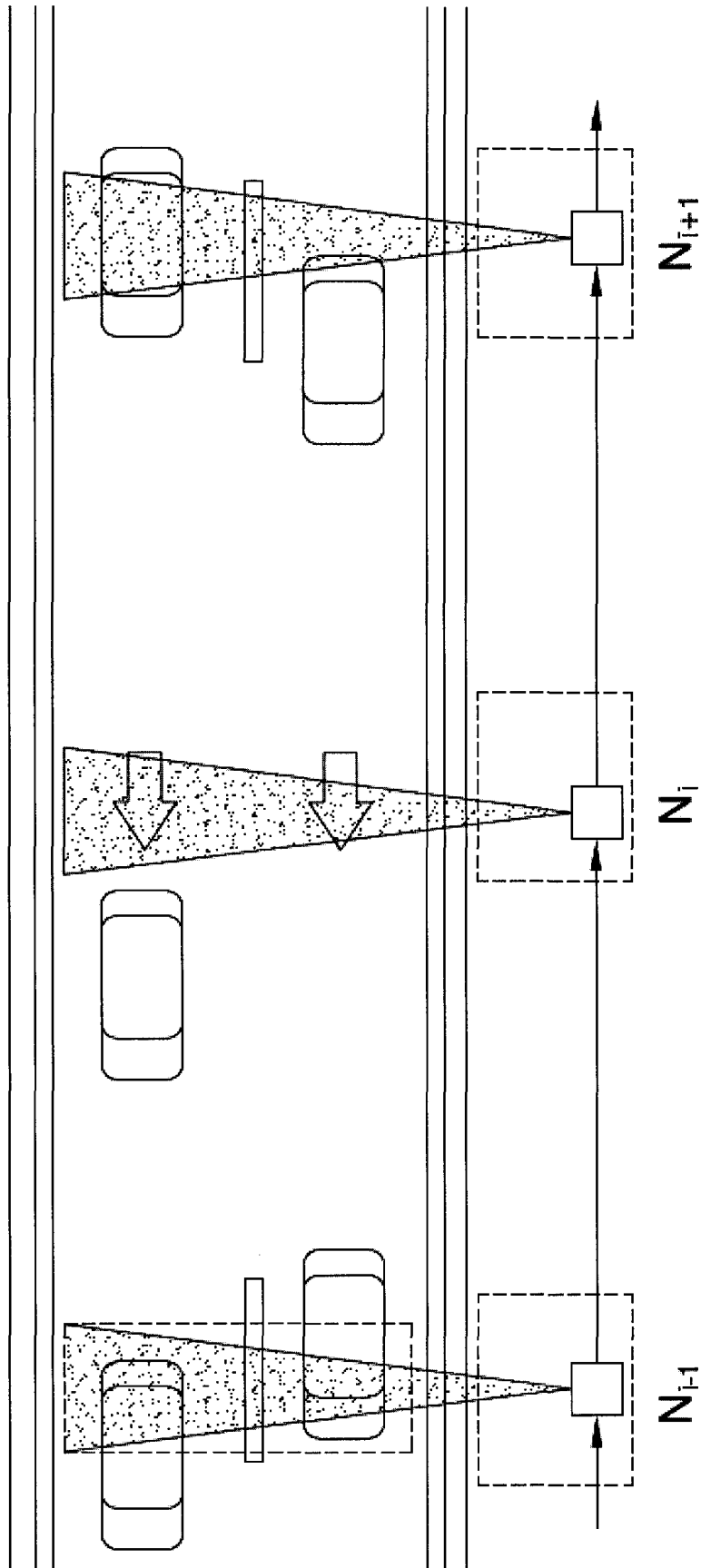
3. Procedimiento de gestión de tráfico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde las señales de aviso se eligen entre luminosas, sonoras o mediante un panel de mensaje variable.

4. Procedimiento de gestión de tráfico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que además comprende asignar a cada nodo un estado en función de su densidad promedio.

5. Procedimiento de gestión de tráfico según la reivindicación anterior, que además comprende emitir desde un nodo señales de aviso en función del estado de al menos un nodo posterior.

6. Procedimiento de gestión de tráfico según cualquiera de las reivindicaciones 4 ó 5, donde los estados posibles son: tráfico fluido, tráfico denso y retención.

7. Procedimiento de gestión de tráfico según la reivindicación anterior, donde una señal luminosa apagada corresponde a tráfico fluido en al menos un nodo posterior, intermitente a tráfico denso en al menos un nodo posterior y fija a retención en al menos un nodo posterior.

**FIG. 1**

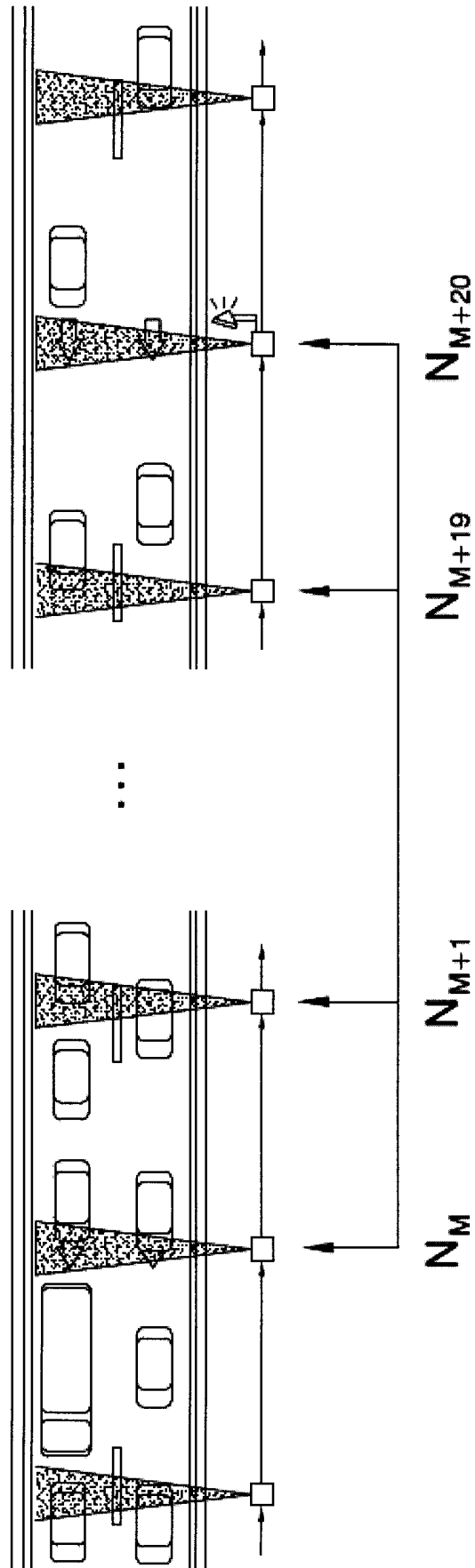


FIG. 2



OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 201001045

②② Fecha de presentación de la solicitud: 06.08.2010

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: **G08G1/01** (01.01.2006)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X A	EP 1321915 A2 (JET RESEARCH SRL) 25.06.2003, párrafos [0002,0017-0034]; figuras 1-8.	1-7,15-17 8-14
X A	GB 2373619 A (GOLDEN RIVER TRAFFIC LTD) 25.09.2002, página 5, línea 23 – página 11, línea 27; figuras.	1-7,15-17 8-14
X A	US 2008300776 A1 (PETRISOR et al.) 04.12.2008, párrafos [0037-0040]; figura 2.	1-7,15-17 8-14
A	US 5696502 A (BUSCH et al.) 09.12.1997, columna 3, líneas 15-32; columna 7, línea 66 – columna 8, línea 18; figura 1.	1-14

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe 15.12.2010	Examinador P. Pérez Fernández	Página 1/4
--	----------------------------------	---------------

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

G08G

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 15.12.2010

Declaración**Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)**

Reivindicaciones 4,8-17
Reivindicaciones 1-3,5-7

SI
NO

Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)

Reivindicaciones
Reivindicaciones 5,15-17

SI
NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	EP 1321915 A2 (JET RESEARCH SRL)	25.06.2003

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración**Falta de Novedad****Reivindicación nº1**

El documento D01 hace referencia a un aparato para la monitorización del tráfico y contiene:

- unidades periféricas (11) conectadas a una pluralidad de sensores (16) cuyo objeto es detectar y señalizar un suceso en la carretera, tal como, un atasco, un accidente o una emergencia sanitaria (ver párrafos 0002,0017,0020; figuras 1-3).
- dichas unidades periféricas (11) están conectadas entre sí mediante cable o mediante señales de radio de onda corta (ver párrafo 0017, 0031; figura 1).
- un módulo procesador (18) conectado a las unidades periféricas (11) y al módulo de comunicaciones (30) (ver párrafo 0023).
- un módulo efector (ver párrafo 0026).

En consecuencia, la reivindicación nº 1 carece de Novedad a la vista de lo divulgado en el documento D01 (Art 6.1 LP).

Reivindicación nº 2

El objeto de la invención recogido en la reivindicación nº 2 deriva directamente y sin ningún equívoco del documento D01 (ver párrafo 0019). En consecuencia, la reivindicación nº 1 carece de Novedad (Art 6.1 LP).

Reivindicación nº 3

Las características de la reivindicación nº 3 ya son conocidas del documento D01 (ver párrafo 0031). Por lo tanto, la reivindicación nº 3 no es nueva a la vista del estado de la técnica conocido (Art 6.1 LP).

Reivindicaciones nº 5-7

El objeto de la invención recogido en la reivindicación nº 5 se encuentra en el documento D01 (ver párrafo 0026). De la misma forma las reivindicaciones 6 y 7 están recogidas en el documento D01 (ver párrafo 0034). En consecuencia, las reivindicaciones nº 5, 6, 7 carecen de Novedad (Art 6.1 LP).

Falta de Actividad Inventiva**Reivindicación nº 4**

La característica recogida en la reivindicación nº 4 es simplemente una de varias posibilidades evidentes que un experto en la materia seleccionará según las circunstancias, sin el ejercicio de Actividad Inventiva, para resolver el problema planteado. Por consiguiente, la reivindicación nº 4 carece de Actividad Inventiva (Art 8 LP).

Reivindicaciones nº 15-17

Es obvio para un experto en la materia que si en el documento D01 aparece un microprocesador, éste lleve un programa y que sea almacenado. Por lo tanto, las reivindicaciones nº 15-17 también carecen de Actividad Inventiva (Art 8 LP).