



(12) FASCICULE DE BREVET

- (11) N° de publication : **MA 32162 B1** (51) Cl. internationale : **G08G 1/01**
(43) Date de publication : **01.03.2011**

-
- (21) N° Dépôt : **33190**
(22) Date de Dépôt : **20.09.2010**
(30) Données de Priorité : **20.03.2008 FR 0851809**
(86) Données relatives à l'entrée en phase nationale selon le PCT : **PCT/FR2009/050463 19.03.2009**
(71) Demandeur(s) : **ASSOCIATION POUR LA RECHERCHE ET LE DEVELOPPEMENT DE METHODES ET PROCESSUS INDUSTRIELS "ARMINES", 60 Boulevard Saint Michel F-75272 Paris (FR)**
(72) Inventeur(s) : **LAURGEAU, Claude ; de la FORTELLE, Arnaud ; STEUX, Bruno**
(74) Mandataire : **M. MEHDI SALMOUNI-ZERHOUNI**

-
- (54) Titre : **SYSTEME ET PROCEDE D'INFORMATION SUR LE TRAFIC DANS UN RESEAU ROUTIER**
(57) Abrégé : CE SYSTÈME D'INFORMATION SUR LE TRAFIC DANS UN RÉSEAU ROUTIER (R) COMPORTE UN SERVEUR (30) COMPORTANT : DES MOYENS (34) D'OBTENTION D'AU MOINS UNE DURÉE RÉELLE (DRAB) D'UN TRAJET PARCOURU PAR AU MOINS UN VÉHICULE (5) ENTRE DEUX POINTS (A, B) DU RÉSEAU, À PARTIR D'INFORMATIONS TRANSMISES PAR UN DISPOSITIF (10) EMBARQUÉ DANS CE VÉHICULE (5); DES MOYENS (31) POUR CALCULER STATISTIQUEMENT, À PARTIR DESDITES DURÉES RÉELLES (DRAB), UNE DURÉE ESTIMÉE (DEAB) D'UN TRAJET ENTRE DEUX POINTS (A, B) DU RÉSEAU; ET DES MOYENS (34) POUR METTRE LA DURÉE ESTIMÉE (DEAB) À DISPOSITION D'AU MOINS UN TERMINAL (40, 10).

ABREGE

Ce système d'information sur le trafic dans un réseau routier (R) comporte un serveur (30) comportant : des moyens (34) d'obtention d'au moins une durée réelle (DR_{AB}) d'un trajet parcouru par au moins un véhicule (5) entre deux points (A, B) du réseau, à partir d'informations transmises par un dispositif (10) embarqué dans ce véhicule (5) ; des moyens (31) pour calculer statistiquement, à partir desdites durées réelles (DR_{AB}), une durée estimée (DE_{AB}) d'un trajet entre deux points (A, B) du réseau ; et des moyens (34) pour mettre la durée estimée (DE_{AB}) à disposition d'au moins un terminal (40, 10).

Figure 2

Systeme et procede d'information sur le trafic dans un reseau routier.

Arriere-plan de l'invention

L'invention concerne un systeme et un procede d'information
5 sur le trafic dans un reseau routier.

Dans l'etat actuel de la technique, la mesure du trafic routier
s'effectue essentiellement par comptage des vehicules qui circulent sur le
reseau.

On connait en particulier l'utilisation de boucles magnetiques
10 enfouies sous la chaussée et aptes à detecter le passage des vehicules.
Les informations sont collectees localement par des boitiers et acheminees
vers un centre de gestion du trafic où elles sont agrégées.

Les technologies à base de boucles magnetiques sont fiables
mais complexes à mettre en oeuvre et onereuses en ce qu'elles
15 necessitent des travaux de genie civil et d'entretien. Ceci explique qu'elles
ne sont presentes que dans les grandes metropoles des pays
economiquement avances.

Afin de limiter ces couts d'infrastructure, il a été propose de
remplacer les boucles magnetiques par des cameras video installees le
20 long de la chaussée.

Mais l'une et l'autre de ces techniques presentent un
inconvenient majeur en ce qu'elles ne permettent la mesure du trafic
routier qu'aux points du reseau où sont installes des dispositifs de
25 detection de vehicules à savoir des boucles magnetiques, des cameras
video, ou autres capteurs.

Objet et resume de l'invention

La presente invention concerne un systeme et un procede
d'information sur le trafic dans un reseau routier qui ne presentent pas les
30 inconvenients des systemes et procedes precites.

Plus particulierement, l'invention concerne un systeme
d'information sur le trafic dans un reseau routier comportant un serveur,
celui-ci comportant :

- des moyens d'obtention d'au moins une duree réelle d'un trajet parcouru
35 par au moins un vehicule entre deux points dudit reseau, à partir
d'informations transmises par un dispositif embarque dans ce vehicule ;

- des moyens pour calculer statistiquement une durée estimée d'un trajet entre deux points du réseau à partir desdites durées réelles ; et
- des moyens pour mettre cette durée estimée à disposition d'au moins un terminal.

5

Corrélativement, l'invention concerne un procédé d'information sur le trafic dans un réseau routier susceptible d'être mis en œuvre par un serveur, ledit procédé comportant :

- une étape d'obtention d'au moins une durée réelle d'un trajet parcouru par au moins un véhicule entre deux points dudit réseau, à partir d'informations transmises par un dispositif embarqué dans ledit véhicule ;
- une étape de calcul statistique d'une durée estimée d'un trajet entre deux points du réseau, à partir desdites durées réelles ; et
- une étape au cours de laquelle on met cette durée estimée à disposition d'au moins un terminal.

15

Le serveur du système selon l'invention peut être administré au niveau d'un centre de gestion du trafic.

D'une façon générale, le système et le procédé d'information selon l'invention permettent d'estimer une durée de trajet entre deux points du réseau, à partir de durées de trajets réellement parcourus par des véhicules sur le réseau.

20

De façon très avantageuse, l'invention ne nécessite aucune intervention sur le réseau routier et peut donc être déployée, à très faible coût y compris dans des zones faiblement développées.

25

En effet, l'idée directrice de l'invention est de faire porter la mesure du trafic non pas sur l'infrastructure mais sur les véhicules eux-mêmes.

En corollaire, l'exploitation de l'invention ne s'effectue plus, comme dans l'art antérieur, sur une mesure de débit de véhicules, mais sur des mesures de temps de trajet réellement effectués par ces véhicules.

30

A ce titre, il est intéressant de noter que les panneaux à messages variables qui présentent, dans l'état actuel de la technique, des informations sur des durées de trajet entre deux points du réseau obtiennent ces informations non pas à partir de mesures réelles de temps de trajet, mais à partir des mesures de débit de véhicules sur le réseau.

35

L'homme du métier comprendra que pour être fiables et pertinentes, les méthodes de l'art antérieur nécessitent de très nombreuses mesures de débits et la mise en œuvre de méthodes de prédiction complexes basées sur des hypothèses de conservation.

5 La présente invention ne présente pas ces inconvénients, les prédictions de temps de trajet pouvant être très fiables dès la première mesure d'un trajet réel.

Au surplus, les méthodes de l'art antérieur ne permettent de reconstruire le trafic que sur les tronçons équipés.

10 L'invention au contraire permet de reconstruire le trafic partout où passent les véhicules, et même au voisinage, par exploitation des corrélations historiques.

Dans un mode particulier de réalisation, les véhicules embarquent des dispositifs aptes à mesurer par eux-mêmes la durée réelle de trajet entre deux points du réseau et à transmettre ces durées réelles au serveur via un moyen de communication sans fil.

15 En variante, les dispositifs embarqués dans les véhicules, communiquent des instants de passage aux différents points du réseau, le serveur calculant par lui-même les durées réelles des trajets parcourus entre deux points du réseau à partir de ces informations.

20 Mais en tout état de cause, les calculs statistiques se font à partir de durées réelles de trajet.

Dans un mode particulier de réalisation, les dispositifs embarqués dans les véhicules transmettent les informations au serveur via des relais, et non pas directement.

25 Ces relais (ou boîtes aux lettres) peuvent notamment être constitués par des hot-spot de type WIFI, WINMAX ou DSRC.

Dans un mode particulier de mise en œuvre de l'invention, les durées réelles de trajet sont mesurées entre des points prédéterminés du réseau, ces points étant enregistrés dans une table du dispositif.

30 D'un point de vue conceptuel, ces points prédéterminés remplacent les boucles magnétiques et les caméras vidéo de l'art antérieur.

Ces points étant virtuels, peuvent avantageusement être multipliés ou déplacés sans coût à l'infini offrant ainsi une flexibilité totale

pour mailler une agglomération ou un territoire en zone rurale notamment.

Un point du réseau sera préférentiellement défini par des coordonnées GPS.

5 On comprendra que les points prédéterminés peuvent être localisés ou non aux positions des relais précités.

Dans un mode particulier de réalisation de l'invention, les moyens de calcul statistique travaillent non pas directement sur les durées réelles de trajet entre deux points du réseau, mais à partir de durées
10 réelles de paires de points, chaque paire de points définissant un segment, ces segments ayant une extrémité en commun.

Ce procédé, fondé sur la technique de "Belief Propagation", est lié à une approche par corrélation de trafic entre tronçons voisins. Elle est décrite en détail dans la publication de Furtlehner, C., Lasgouttes, J. et de
15 La Fortelle, A. (2007), "A Belief Propagation Approach to Traffic Prediction Using Probe Vehicles", dans Proceedings of ITSC'07.

L'avantage principal réside dans une méthode simple, rapide et très bien adaptée au type de données que procure un système de véhicules traceurs, notamment à des données éparses et bruitées.

20 Dans ce mode de réalisation, le calcul de reconstruction de trafic, la reconstruction incluant l'estimation des états passés et présent ainsi que la prédiction des états futurs, se fait en deux étapes.

Dans un premier temps, grâce à des données historiques (probablement recueillies avec les véhicules traceurs), on calcule les
25 paramètres du système, à savoir les probabilités conditionnelles entre paires de segments (en principe des arcs du graphe du réseau espace-temps) ainsi que la probabilité marginale de chaque segment, ce qui constitue l'étape de caractérisation du système.

Ensuite, grâce aux données qui arrivent en temps réel (les
30 données de la période considérée pour la reconstruction, c'est-à-dire le plus souvent une journée), on calcule l'état du trafic (pour une journée), conditionnellement aux données réelles et en fonction de la caractérisation du système. C'est l'étape de reconstruction proprement dite. Les deux étapes font appel à l'algorithme de "Belief Propagation".

35 Les durées estimées entre deux points de trajet peuvent être mises à disposition des utilisateurs de plusieurs façons.

Dans un mode de réalisation, les durées estimées de trajet sont publiées sur des panneaux à messages variables présents sur les réseaux routiers.

5 En variante, ces informations peuvent être publiées par le serveur sur un site Web accessible par un terminal de l'utilisateur.

Ces informations peuvent aussi être transmises par le serveur à des terminaux embarqués dans les véhicules via des moyens de communications sans fil.

10 Dans un mode particulier de réalisation, les différentes étapes du procédé d'information sont déterminées par des instructions de programmes d'ordinateur.

15 En conséquence, l'invention vise aussi un programme d'ordinateur sur un support d'informations, ce programme étant susceptible d'être mis en œuvre dans un serveur ou plus généralement dans un ordinateur, ce programme comportant des instructions adaptées à la mise en œuvre des étapes d'un procédé d'information tel que décrit ci-dessus.

20 Ce programme peut utiliser n'importe quel langage de programmation, et être sous la forme de code source, code objet, ou de code intermédiaire entre code source et code objet, tel que dans une forme partiellement compilée, ou dans n'importe quelle autre forme souhaitable.

25 L'invention vise aussi un support d'informations lisible par un ordinateur, et comportant des instructions d'un programme d'ordinateur tel que mentionné ci-dessus.

30 Le support d'informations peut être n'importe quelle entité ou dispositif capable de stocker le programme. Par exemple, le support peut comporter un moyen de stockage, tel qu'une ROM, par exemple un CD ROM ou une ROM de circuit microélectronique, ou encore un moyen d'enregistrement magnétique, par exemple une disquette (floppy disc) ou un disque dur.

35 D'autre part, le support d'informations peut être un support transmissible tel qu'un signal électrique ou optique, qui peut être acheminé via un câble électrique ou optique, par radio ou par d'autres moyens. Le programme selon l'invention peut être en particulier téléchargé sur un réseau de type Internet.

Alternativement, le support d'informations peut être un circuit intégré dans lequel le programme est incorporé, le circuit étant adapté pour exécuter ou pour être utilisé dans l'exécution du procédé en question.

5

Brève description des dessins

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront de la description faite ci-dessous, en référence aux dessins annexés qui en illustrent un exemple de réalisation dépourvu de tout caractère limitatif. Sur les figures :

10

- la figure 1 représente un réseau routier et une carte numérique de ce réseau pouvant être utilisé dans l'invention ;

- la figure 2 représente un système d'information conforme à l'invention dans un mode particulier de réalisation ;

15

- la figure 3 représente, de façon schématique, un dispositif pouvant être embarqué dans un véhicule pour mettre en œuvre un mode particulier de l'invention ;

- la figure 4 représente, de façon schématique, l'architecture matérielle d'un relais pouvant être utilisé dans un mode particulier de l'invention ;

20

- la figure 5 représente l'architecture matérielle d'un serveur pouvant être utilisé dans un mode particulier de réalisation de l'invention ;
et

- la figure 6 représente, sous forme d'organigramme, les principales étapes d'un procédé d'information conforme à l'invention dans un mode particulier de réalisation.

25

Description détaillée d'un mode de réalisation

La **figure 1** représente un réseau routier R sur lequel sont disposés un certain nombre de relais 20 et une carte numérique CN de ce réseau R sur laquelle ont été définis un certain nombre de points prédéterminés A, B,

30

Dans l'exemple de réalisation décrit ici, et comme représenté sur l'agrandissement de la figure 1, le point prédéterminé F est positionné sur la carte numérique CN à l'endroit d'un relais 20 du réseau routier R. Ce n'est pas le cas pour tous les points prédéterminés.

35

La **figure 2** représente un système d'information conforme à l'invention.

Dans l'exemple de réalisation décrit ici, ce système comporte un serveur 30 géré par un centre de gestion du trafic routier, un certain nombre de relais 20, des dispositifs 10 embarqués dans des véhicules 5 et un panneau à messages variables 40.

Dans l'exemple de réalisation décrit ici, les relais 20 sont alimentés par des panneaux solaires 27. Ces relais 20 sont adaptés à communiquer par une liaison WIFI L1 avec les dispositifs 10 embarqués dans les véhicules 5 et avec le serveur 30 via une liaison UMTS L2 et le réseau Internet 200.

La **figure 3** représente de façon schématique l'architecture matérielle d'un dispositif 10 embarqué dans un véhicule 5.

Ce dispositif 10 a l'architecture matérielle d'un ordinateur. Il comporte notamment un processeur 11, une mémoire morte de type ROM 13, une mémoire vive de type RAM 12, une mémoire non volatile réinscriptible de type Flash 17 et des moyens 14 de communication sans fil avec les relais 20.

Ce dispositif 10 comporte également des moyens de localisation constitués dans cet exemple par un module GPS 15, une table 16 dans laquelle sont enregistrées les coordonnées GPS des points prédéterminés A, B, ... de la carte numérique CN et un chronomètre 18.

Le fonctionnement du dispositif 10 va maintenant être décrit :

Lorsque le processeur 11 détecte, grâce au module GPS 15, que le dispositif 10 se trouve à proximité d'un point A, B, ... de la table 16, il déclenche le chronomètre 18.

Puis, lorsque le processeur 11 détermine que le dispositif 10 se trouve à proximité d'un autre point B enregistré dans la table 10, il obtient, grâce au chronomètre 18, la durée réelle du trajet entre les points A et B du réseau. Ces durées sont mémorisées dans la mémoire non volatile réinscriptible 17.

Puis, lorsque le dispositif 10 se trouve à portée d'un relai 20, il transmet les durées réelles de trajet mémorisées dans la mémoire non volatile réinscriptible 17 au serveur 30 par l'intermédiaire de ce relai.

La **figure 4** représente l'architecture matérielle d'un relai 20 dans un mode particulier de réalisation.

Ce relai 20 a l'architecture matérielle d'un ordinateur. Il comporte notamment un processus 21, une mémoire morte ROM 23, une mémoire vive de type RAM 22, des moyens de communication 24 du type WIFI, pour communiquer avec un dispositif 10 embarqué dans un véhicule 5, des moyens de communication UMTS 25 pour transmettre des informations à destination du serveur 30, et un panneau solaire 27.

La **figure 5** représente l'architecture matérielle d'un serveur 30 pouvant être utilisé dans un système d'information conforme à l'invention.

Ce serveur 30 a l'architecture matérielle d'un ordinateur. Il comporte un processeur 31, une mémoire morte de type ROM 33, une mémoire vive de type RAM 32 et des moyens de communication 34 avec le réseau Internet 200.

La mémoire morte de type ROM 33 constitue un support d'enregistrement conforme à l'invention dans lequel est enregistré un programme d'ordinateur conforme à l'invention pour exécuter le procédé d'information conforme à l'invention et dont les principales étapes seront décrites ultérieurement en référence à la figure 6.

Les moyens de communication 34 sont adaptés à recevoir les durées réelles de trajet en provenance des dispositifs 10 embarqués dans les véhicules, et à calculer statistiquement, à partir de ces données réelles, des durées estimées de trajet entre deux points du réseau.

Dans l'exemple de réalisation décrit ici, nous supposerons que ces durées estimées de trajet sont d'une part mémorisées dans un site Web 35 et d'autre part transmises au panneau à messages variables 40.

Ainsi, les utilisateurs peuvent prendre connaissance des durées estimées du trajet soit en circulant à proximité du panneau à messages variables, soit via un terminal d'accès au site Web 35.

Dans le mode de réalisation décrit ici, les durées estimées de trajet sont également communiquées, par les moyens 34 de communication du serveur 30 aux dispositifs 10 embarqués dans les véhicules.

La **figure 6** représente, sous forme d'organigramme, les principales étapes d'un procédé d'information conforme à l'invention dans un mode particulier de réalisation.

Dans cet exemple, ce procédé est mis en œuvre par le serveur 30.

Il comporte une étape E10 au cours de laquelle le serveur 30 reçoit les durées réelles de trajet parcouru par les véhicules entre deux points du réseau.

5 Ce procédé comporte ensuite une étape E20 de calcul statistique des durées estimées de trajet entre deux points du réseau à partir des durées réelles reçues à l'étape E10.

Dans le mode de réalisation décrit ici, cette étape de calcul statistique utilise l'algorithme de Belief Propagation mentionné auparavant.

10 Le procédé d'information conforme à l'invention comporte enfin une étape E30 de mise à disposition des durées estimées à un certain nombre de terminaux, par publication sur le site Web 35 et par envoi aux terminaux 10 et aux panneaux à messages variables 40.

REVENDEICATIONS

1. Système d'information sur le trafic dans un réseau routier (R) comportant un serveur (30) comportant des moyens (34) pour mettre à disposition d'au moins un terminal (40, 10), une durée estimée (DE_{AB}) d'un trajet entre deux points (A, B) du réseau, ledit système étant caractérisé en ce que ledit serveur comporte :
- des moyens (34) d'obtention d'au moins une durée réelle (DR_{AB}) d'un trajet parcouru par au moins un véhicule (5) entre deux points (A, B) dudit réseau, à partir d'informations transmises par un dispositif (10) embarqué dans ce véhicule (5) ;
 - des moyens (31) pour calculer statistiquement ladite durée estimée (DE_{AB}) à partir desdites durées réelles (DR_{AB}).
2. Système d'information selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte au moins un dit dispositif (10) apte à mesurer ladite durée réelle (DR_{AB}) et à la transmettre audit serveur (30) via un moyen de communication sans fil (14).
3. Système d'information selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il comporte au moins un relai (20) apte à recevoir la durée réelle (DR_{AB}) transmise par ledit dispositif (10) et à la relayer vers ledit serveur (30).
4. Système d'information selon la revendication 3, dans lequel ledit relai (20) est une borne fixe de télécommunication installée dans ledit réseau routier.
5. Système d'information selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'au moins un desdits points (A, B) dudit réseau est un point prédéterminé, enregistré dans une table (16) dudit dispositif (10).
6. Système d'information selon la revendication 5, caractérisé en ce que ledit point prédéterminé a la position d'un dit relai (20).

5 7. Système d'information selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que lesdits moyens (31) de calcul statistique utilisent des paires ((A, B), (B, C)) desdits points définissant des segments ([A,B], [B,C]), ces segments ayant une extrémité (B) en commun.

10 8. Système d'information selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que lesdits moyens de mise à disposition de ladite durée estimée comportent un site Web (35) accessible par ledit terminal.

15 9. Système d'information selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans lequel ledit terminal est embarqué dans un véhicule, caractérisé en ce que lesdits moyens (34) de mise à disposition de ladite durée estimée (DE_{AB}) comportent des moyens de communication sans fil apte à transmettre ladite durée estimée audit terminal (40, 10).

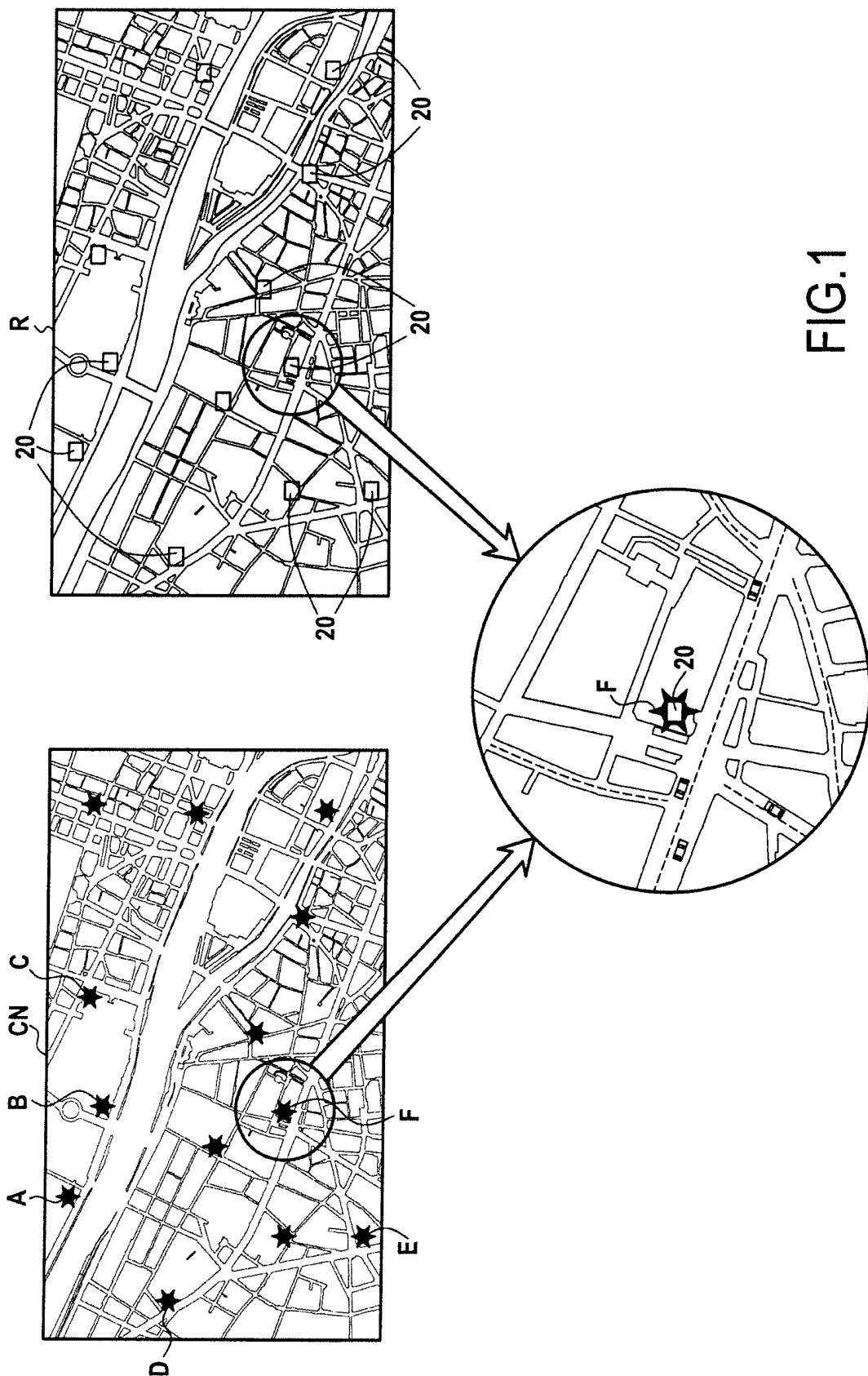
20 10. Procédé d'information sur le trafic dans un réseau routier (R) susceptible d'être mis en œuvre par un serveur (30) apte à mettre à disposition (E30) d'au moins un terminal (40), une durée estimée (DE_{AB}) d'un trajet entre deux points (A, B) du réseau, ledit procédé étant caractérisé en ce qu'il comporte :

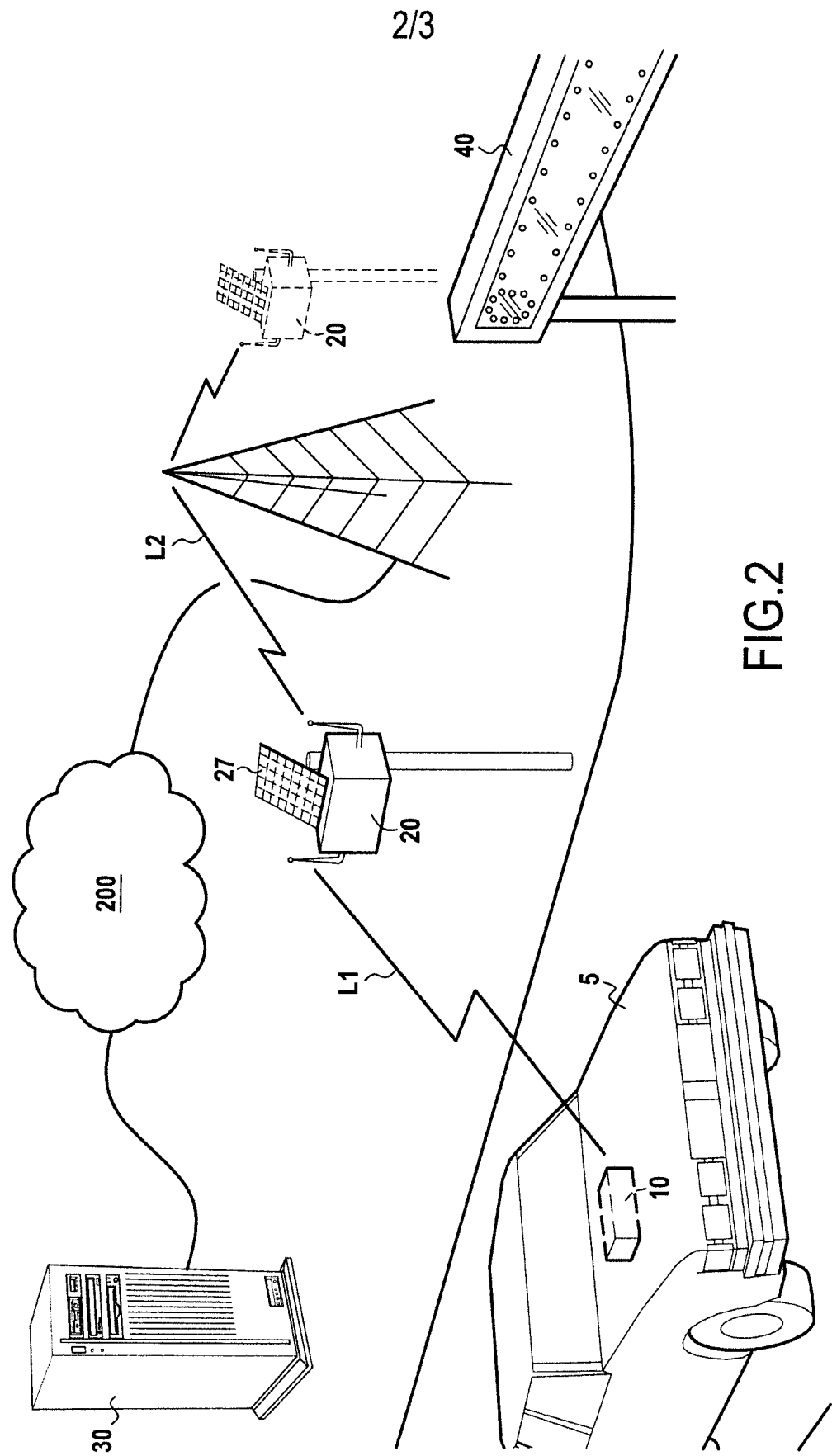
- 25
- une étape (E10) d'obtention d'au moins une durée réelle (DR_{AB}) d'un trajet parcouru par au moins un véhicule (5) entre deux points (A, B) dudit réseau, à partir d'informations transmises par un dispositif (10) embarqué dans ledit véhicule (5) ; et
 - une étape (E20) de calcul statistique de ladite durée estimée (DE_{AB}), à partir desdites durées réelles (DR_{AB}).

30 11. Programme d'ordinateur comportant des instructions pour exécution des étapes du procédé d'information selon la revendication 10 lorsque ledit programme est exécuté par un ordinateur (30).

35 12. Support d'enregistrement (33) lisible par un ordinateur (30) sur lequel est enregistré un programme d'ordinateur comprenant des

instructions pour l'exécution des étapes du procédé d'information selon la revendication 10.





2/3

FIG.2

3/3

