



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 061 491 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
10.08.2005 Patentblatt 2005/32

(51) Int Cl.7: **G08G 1/01**

(21) Anmeldenummer: **00250164.1**

(22) Anmeldetag: **26.05.2000**

(54) **Filterungsverfahren von Verkehrsdaten zur Bestimmung der Reisegeschwindigkeiten auf Strassen**

Method for filtering of traffic data to determine travel speeds on roads

Procédé de filtrage de données du trafic pour déterminer la vitesse sur les routes

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**

(30) Priorität: **11.06.1999 DE 19928082**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
20.12.2000 Patentblatt 2000/51

(73) Patentinhaber: **DDG Gesellschaft für
Verkehrsdaten mbH
40547 Düsseldorf (DE)**

(72) Erfinder: **Schnörr, Claudius, Dr.-Ing.
68219 Mannheim (DE)**

(74) Vertreter: **Deuschel, Wilhelm
Deutsche Telekom AG
Patentabteilung
Am Kavalleriesand 3
64295 Darmstadt (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A- 0 884 708 EP-A- 0 902 405
EP-A- 0 908 861 DE-A- 19 737 440**

EP 1 061 491 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Verkehrslageerfassungszentrale zur Bestimmung der mittleren Reisegeschwindigkeit oder Reisezeit auf mindestens einer Straße oder einem Straßenabschnitt eines Straßenverkehrsnetzes.

[0002] Im Straßenverkehr können sich Verkehrszustände sehr schnell ändern. Aufgrund eines hohen Verkehrsaufkommens in Verbindung mit dem individuellen Fahrverhalten der Verkehrsteilnehmer entstehen statistische Schwankungen im Verkehrsfluß, die bereits zu starken Verkehrsbeeinträchtigungen führen können. Hinzu kommen noch sowohl statische als auch dynamisch wechselnde Randbedingungen in Form von Geschwindigkeitsbegrenzungen, Änderungen in der Anzahl der Fahrspuren, Wetteränderungen, Steigungen, Baustellen usw., die zu Veränderungen in der Verkehrsdynamik in schwer vorhersehbarer Weise beitragen.

[0003] Hieraus resultierende Verkehrsstörungen bewirken eine Reduktion der erreichbaren Reisegeschwindigkeit. Die Verkehrsteilnehmer müssen dadurch beim Durchfahren gestörter Streckenabschnitte ein Anwachsen der benötigten Reisezeit hinnehmen. Im Falle von Staudomänen (das sind Streckenabschnitte oder Ausschnitte des Straßenverkehrsnetzes, in denen der Verkehr gestaut ist) kann dies zu unangenehmen und - wirtschaftlich gesehen - teuren Wartezeiten sowie Überschreitungen von Terminvorgaben führen.

[0004] Den Verkehrsteilnehmern werden solche Verkehrsbeeinträchtigungen in Form von Verkehrsmeldungen über unterschiedliche Informationskanäle zur Kenntnis gebracht. So erfahren sie den Verkehrszustand sowie den Ort und die Länge einer Störung und können entsprechend über die Wahl einer anderen Fahrstrecke oder eines anderen Abfahrzeitpunktes versuchen, möglichst zeitsparend ans Ziel zu gelangen.

[0005] Um den Autofahrern die komplexe Beurteilung der Verkehrslage in Kombination mit den möglichen Routen zwischen dem gewünschten Start- und Zielort abzunehmen, müssen Routenplanungssysteme die Verkehrslage in Form von aktuellen Verkehrsinformationen berücksichtigen. Dafür kommen sowohl Verkehrsmeldungen als auch ermittelte Reisegeschwindigkeiten bzw. Reisezeiten für Straßenabschnitte in Frage. Für eine gegebene Strecke kann aus der Kenntnis der herrschenden Reisegeschwindigkeit auch die zu erwartende Reisezeit für diese Strecke berechnet werden, weshalb diese beiden Größen die gleiche Information enthalten und austauschbar sind. Statische Zielführungssysteme, die keine aktuellen Informationen einbeziehen, arbeiten unbefriedigend.

[0006] Eine wesentliche Eigenschaft der Verkehrsdomänen (z.B. Staudomänen) ist es, daß sie sich dynamisch verändern. Sie breiten sich aus, sie wachsen, teilen sich auf, wandern, verschmelzen, bis sie sich auflösen und wieder freie Fahrt besteht. Sollen daher Meldungen über Verkehrsdomänen einheitlichen Verkehrszustandes als Basis für Routenplanungen dienen, so dürfen die Reisegeschwindigkeiten bzw. -zeiten nicht nur zwischen fest vorgegebenen Streckenabschnitten ermittelt werden, sondern müssen auch für diese dynamisch wandernden Domänen bestimmt werden. Diese "Domänenrestgeschwindigkeiten" von Verkehrsdomänen können auch einem Diensteanbieter als Filterkriterium dafür dienen, welche Verkehrsmeldungen er noch an die Verkehrsteilnehmer übermitteln will oder nicht.

[0007] Bei der Realisierung dieser Zielsetzungen bestehen folgende Probleme:

[0008] Aus einzelnen Geschwindigkeitsmeßwerten ist die Reisegeschwindigkeit entlang einer Strecke nicht erkennbar. Dazu müssen die Werte über eine Mindest-Zeit- und Ortsausdehnung betrachtet werden. Außerdem sind die Meßwerte sowohl örtlich als auch zeitlich lückenhaft. Lücken können auch dadurch entstehen, daß an einem Ort keine oder zu wenige Meßwerte vorhanden sind. Zudem liegen auch zwischen den Meßpunkten keine Werte vor, da im Straßenverkehrsnetz aus Kostengründen nicht beliebig viele Sensoren angebracht werden können.

[0009] Es ist ferner notwendig, Geschwindigkeitsmeßwerte von unterschiedlichen Sensoren zu verarbeiten, die ortsfest oder mobil sein können, synchrone, asynchrone oder ereignisinduzierte Meßwerte liefern, und deren Meßwerte auch lückenhaft und sehr verrauscht sein können.

[0010] Es ist außerdem wünschenswert, daß das Verfahren nicht an eine vorgegebene Streckeneinteilung gebunden ist, also streckenunabhängig arbeitet, insbesondere bei der Ermittlung von Restgeschwindigkeiten von dynamischen Verkehrsdomänen.

[0011] Das erfindungsgemäße Verfahren löst diese Probleme, insbesondere auch das Konsistenzproblem zwischen gemeldeten veränderlichen Verkehrsdomänen einerseits und Reisezeiten und -geschwindigkeiten andererseits und ist die Basis für sowohl meldungsbasierte als auch reisezeitbasierte dynamische Routenplanungssysteme.

[0012] Das Verfahren ist auf allen Autobahnen, Schnell- und Landstraßen zur Planung sowohl der optimalen Routenführung, des Reisezeitverlustes als auch des spätestmöglichen Abfahrtszeitpunktes zum termingerechten Erreichen des Ziels einsetzbar. Es ist auch geeignet zur Erstellung von Reisezeitprognosen und Umleitungsempfehlungen sowie zur direkten Fahrzeugbeeinflussung und Verkehrslenkung sowie für zahlreiche andere Dienste.

[0013] Aus der US 3,598, 306 ist es bekannt, eine Reisezeit auf Basis der Geschwindigkeit und der geplanten Fahrroute eines Fahrzeuges zu berechnen. Diese Reisezeitberechnung stützt sich allerdings lediglich auf eine lokale Sicht an dem Ort, an welchem sich das Fahrzeug gerade befindet. Aktuelle Verkehrsinformationen insbesondere von der noch zurückzulegenden Route bis zum Ziel können nicht berücksichtigt werden. Das Verfahren ist sogar einem Autofahrer, der Verkehrsmeldungen im Radio abhört und darauf basierend die verbleibende Fahrdauer abschätzt, unter-

legen.

[0014] Vorstellbar ist es, eine lineare Interpolation der Geschwindigkeitsmeßwerte zwischen Orten, die entlang einer Strecke aufeinanderfolgen und für die aktuelle Meßwerte vorliegen, vorzunehmen und diese als Schätzwerte für die Reisegeschwindigkeit entlang der Strecke zu nehmen. Dieses Verfahren hat aber den Nachteil, daß die Interpolationsweite an den "Rändern" der Kette der Meßwertorte, also an den Orten, auf die keine Orte mit verfügbaren Meßdaten mehr auf einer größeren Strecke folgen, lokal eingeschränkt werden muß. Hierfür ist eine separate Behandlung erforderlich. Bei fehlenden Meßwerten an den Rändern einer Meßwerte-Kette kommt es zu falschen Ergebnissen bei der Reisezeit-Berechnung.

[0015] Es ist ferner kein Verfahren bekannt, das fahrzeuggebundene, an variablen Meßorten erfaßte Geschwindigkeitsmeßwerte konsistent verarbeiten kann. Eine Einbeziehung dieser Geschwindigkeitsmeßwerte bei der linearen Interpolation würde auch zu Inkonsistenzen führen bei der notwendigen Begrenzung der Interpolationsweite.

[0016] Andere Verfahren berechnen auf der Basis eines digitalen Streckennetzes in Verbindung mit Verkehrsmeldungsdaten geeignete Routen für die Autofahrer. Dabei wird für die verschiedenen gemeldeten Verkehrszustände eine Annahme über die im Meldungsabschnitt herrschenden Geschwindigkeitswerte getroffen. Es werden also je Verkehrszustand feste vorgegebene Geschwindigkeitswerte zugrundegelegt. Diese wurden jedoch nicht wirklich gemessen.

[0017] Die bekannten Verfahren weisen folgende Probleme auf:

- Nur synchrone Geschwindigkeitswerte von stationären Sensoren können verarbeitet werden.
- Die Verfahren sind alle streckengebunden.
- Einige Verfahren schließen lediglich über den Verkehrszustand ungefähr auf die zugrundeliegende Geschwindigkeit.
- Kein Verfahren ist in der Lage, zu dynamisch veränderlichen Verkehrsdomänen die zugehörigen Domänenrestgeschwindigkeiten konsistent zu ermitteln.

[0018] Aufgabe der Erfindung ist die Ermöglichung einer effizienten, qualitativ hochwertigen Bestimmung der mittleren Reisegeschwindigkeit oder Reisezeit auf mindestens einer Straße oder einem Straßenabschnitt eines Straßenverkehrsnetzes bei ortsweise lückenhaft vorliegenden Verkehrs- Meßwerten, insbesondere Geschwindigkeits-Meßwerten. Die Aufgabe wird durch die Gegenstände der unabhängigen Ansprüche gelöst.

[0019] Besonders vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels anhand der Zeichnung. Dabei zeigt als einzige Figur

Fig. 1 den Ablauf einer dynamischen Berechnung von Reisezeiten bzw. -geschwindigkeiten sowie Domänenrestgeschwindigkeiten.

[0020] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Erstellung von Reisezeit- bzw. Reisegeschwindigkeitsinformationen, welche die Verkehrslage eines Straßenverkehrsnetzes repräsentieren, geht von Geschwindigkeitsmeßwerten entlang einer Straße aus. Diese können dabei sowohl synchron (=zu gleichen Zeitpunkten gemessen) als auch asynchron (=zu unterschiedlichen Zeitpunkten gemessen) vorliegen. Die Taktrate der Meßwerterfassung ist also ohne Bedeutung. Meßwerte können von stationär entlang der Straße installierten Sensoren und / oder von mobilen, fahrzeuggebundenen Sensoren (sogenannten "Floating Cars (FCD)"), gemessen werden. Die Geschwindigkeitsmeßwerte können zuvor auch gefiltert worden sein, zum Beispiel zur Rauschunterdrückung oder Fehlerkorrektur. Ebenso können Werte aus anderen Quellen, z.B. mit anderen Verfahren ermittelte Reisegeschwindigkeiten, an dieser Stelle zusammen mit den Geschwindigkeitsmeßwerten verarbeitet werden.

[0021] Das Verfahren ist in Fig. 1 schematisch dargestellt. Zunächst werden die Geschwindigkeitswerte $v(x)$ in ein feines Raster über den Ort eingetragen, das die betrachtete Straße in kleine Intervalle von z.B. 100m bis 1000m, insbesondere etwa 200m einteilt. Die Werte werden dann über den Ort x fortgesetzt, und zwar bis zur Intervallmitte zum nächsten verfügbaren Wert. Es werden also für die lückenhaften Orte x ohne Meßwerte bis zur Intervallmitte dort die Werte als identisch mit den nächsten vorliegenden Werten definiert und gespeichert. Damit liegen an allen Orten x nun Geschwindigkeitswerte $v_{\text{ergänzt}}(x)$ vor; die Lücken ohne Werte sind also überbrückt.

[0022] Daneben werden die Orte, an denen Geschwindigkeitswerte zum Auswertzeitpunkt verfügbar sind, mit 1 gewichtet. Diese Stützstellen werden dann mit z.B. einem lokalen Gaußfilter über den Ort extrapoliert (Filterung bzw. Faltung mit einer Gaußkurve), woraus sich eine ortsabhängige Gewichtungsfunktion $g(x)$ ergibt, welche die Nähe zu einem tatsächlich vorliegenden Geschwindigkeitswert quantifiziert. Eine der Gaußkurve ähnliche Glockenkurve ist ebenfalls verwendbar, z.B. $f(x) = 1/(1+x^{2n})$, mit n = eine natürliche Zahl.

[0023] Hierauf wird ein Geschwindigkeitsprofil über den Ort durch Multiplikation der fortgesetzten Geschwindigkeits-

werte mit dieser Gewichtungsfunktion erzeugt:

$$v_{\text{profil}}(x) = v_{\text{ergänzt}}(x) * g(x).$$

[0024] Die mittlere Reisegeschwindigkeit für eine gegebene Strecke ergibt sich daraus als das Ortsintegral über $v_{\text{profil}}(x)$ geteilt durch das Ortsintegral der Gewichtungsfunktion $g(x)$ über die betrachtete Strecke.

[0025] Um die Stabilität (z.B. Vermeidung zeitlich kurzfristiger Schwankungen) der streckenbezogen bestimmten Reisegeschwindigkeiten zu sichern, wird zusätzlich je betrachteter Strecke eine Mittelung der aktuell ermittelten Werte jeweils mit den Werten des vorhergehenden Aktualisierungslaufes durchgeführt. Eine solche gleitende Glättung ist eine Ausprägung eines autoregressiven Filters (AR) (und bekannt z.B. aus Papoulis, A.: "Probability, Random Variables, and Stochastic Processes", McGraw-Hill Series, in: Systems Science, McGraw-Hill 1991).

[0026] Um diese gleitende zeitliche Glättung zusätzlich näherungsweise unabhängig von den gewählten Zeitintervallen zwischen den Aktualisierungen der einzelnen betrachteten Strecken zu halten, wird ein Filterparameter a_{tstep} auf ein festes Intervall von z.B. 10 Minuten bezogen:

$$v = a_{\text{tstep}} v_{\text{neu}} + (1 - a_{\text{tstep}}) v_{\text{alt}} \quad \text{mit } a_{\text{tstep}} = 1 - (1 - a_{\text{t10min}})^{t_{\text{step}} / t_{10\text{min}}}$$

[0027] Dabei stehen v_{neu} bzw. v_{alt} für die neu ermittelten bzw. in einem vorhergehenden Berechnungszyklus ermittelten Reisegeschwindigkeiten einer Strecke, und t_{step} und $t_{10\text{min}}$ stehen für das gewählte Zeitintervall in Sekunden zwischen 2 Aktualisierungsläufen der betreffenden Strecke und für 600 Sekunden respektive. Die so berechnete Geschwindigkeit v wird dann im nächsten Aktualisierungslauf für diese Strecke zu v_{alt} .

[0028] Ebenso können gleitende Verläufe sowie Mittelwerte für variable Strecken für andere physikalische Größen berechnet werden, z.B. für den Verkehrsfluß (Fahrzeuge/Zeit) oder die Verkehrsdichte (Fahrzeuge/Strecke).

[0029] Das Verfahren kann auf beliebige Teilstrecken einer Straße angewandt werden. Als Strecke kann z.B. die Strecke zwischen je zwei Anschlußstellen einer Straße, aber auch die gesamte Straße auf einmal betrachtet werden.

[0030] Insbesondere ist das Verfahren dadurch auch in der Lage, zu dynamischen Verkehrsdomänen (als Domäne wird auf einer Straße z.B. eine Zone mit innerhalb eines Werte-Bereiches liegenden Verkehrswerten definiert, z.B. ein Stau mit $0 < v < 10$ km/h) mit frei veränderlichen Enden auf einer Straße deren mittlere Domänenrestgeschwindigkeiten zu bestimmen. Von meldungsbasierten dynamischen Routenplanungssystemen können durch diese Zusatzinformation Verkehrsmeldungen, welche die Verkehrsdomänen ausweisen, zu wesentlich genaueren Routenempfehlungen weiterverarbeitet werden. Für Diensteanbieter ist diese Information aber auch als Auswahlkriterium verwendbar, welches bestimmt, bis zu welcher Domänenrestgeschwindigkeit Verkehrsmeldungen noch an Verkehrsteilnehmer übermittelt werden sollen.

[0031] Durch die erfindungsgemäße Bestimmung der stützstellenabhängigen (= auf vorliegende Meßwerte bezogenen) Gewichtungsfunktion mit einem lokalen Filter ist die örtliche Begrenzung der "Interpolationsweite" automatisch gegeben. Eine Sonderbehandlung von mobil erfaßten FCD-Meßwerten oder eine künstliche Begrenzung des Verfahrens an Anfängen von Strecken, die nicht mit Sensoren bestückt sind, ist nicht notwendig.

[0032] Das Verfahren wird zyklisch für alle Verkehrsdomänen bzw. für alle zu betrachtenden Strecken zur Aktualisierung der ermittelten Informationen angewendet. Ein Prototyp des Verfahrens wurde realisiert und erprobt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung der mittleren Reisegeschwindigkeit oder Reisezeit auf mindestens einer Straße oder einem Straßenabschnitt eines Straßenverkehrsnetzes durch Bearbeitung von erfaßten Verkehrs- Meßwerten (Fig. 1, $v(x)$) betreffend Orte (x) auf der Straße des Straßenverkehrsnetzes

dadurch gekennzeichnet, daß

- die Verkehrs- Meßwerte ($v(x)$) in ein entlang der Straße hinsichtlich des Ortes (x) diskretisiertes Raster eingetragen werden,
- zur Ermittlung des Gewichtsverlaufes ($g(x)$) entlang des Rasters der Straße für einen Verkehrs- Meßwert jeweils je Ort des Rasters der Straße ein die Bedeutung dieses Verkehrs- Meßwertes für die Reisezeit und oder Reisegeschwindigkeit an diesem Ort repräsentierendes Gewicht definiert wird, wobei das Gewicht eines Verkehrs-Meßwertes als am Meß- Ort am höchsten und als mit zunehmender Entfernung vom Meßort abneh-

mend definiert wird,

- der Verkehrsverlauf entlang des Rasters der Straße mittels der vorhandenen Verkehrs- Meßwerte an den Orten des Rasters für Orte ohne vorliegende Verkehrs-Meßwerte durch Gleichsetzen der Verkehrs-Meßwerte mit den nächst- benachbarten vorliegenden VerkehrsMeßwerten und anschließende Multiplikation mit dem Gewichtsverlauf über den Ort bestimmt wird,
- die mittlere Reisegeschwindigkeit oder Reisezeit für die Straße oder einen Abschnitt der Straße durch das Integral oder die Summe der Werte des Verkehrsverlaufes entlang der Orte des Rasters der betrachteten Straße geteilt durch das Integral oder die Summe der Werte des Gewichtsverlaufes entlang der Orte des Rasters der betrachteten Straße bestimmt wird.

2. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche

dadurch gekennzeichnet, daß

das Verfahren wiederholt in zeitlichen Abständen zur Aktualisierung der Reisezeitinformationen über das Straßenverkehrsnetz angewandt wird.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche

dadurch gekennzeichnet, daß Verkehrs- Meßwerte die Geschwindigkeit jeweils eines oder mehrerer Fahrzeuge an einem Ort (x) auf einer Straße oder Fahrbahn des Straßenverkehrsnetzes repräsentieren und daß der Verkehrsverlauf der Geschwindigkeitsverlauf ist.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche

dadurch gekennzeichnet, daß Verkehrs- Meßwerte

den Verkehrsfluß jeweils an einem Ort (x) auf einer Straße oder Fahrbahn des Straßenverkehrsnetzes repräsentieren und daß der Verkehrsverlauf der Verkehrsflußverlauf ist.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche

dadurch gekennzeichnet, daß Verkehrs- Meßwerte

die Verkehrsdichte jeweils an einem Ort (x) auf einer Straße oder Fahrbahn des Straßenverkehrsnetzes repräsentieren und daß der Verkehrsverlauf der Verkehrsdichteverlauf ist.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche

dadurch gekennzeichnet, daß

neben Geschwindigkeitsmeßwerten auch vorverarbeitete Geschwindigkeitsmeßwerte und auch aus anderen Quellen stammende Geschwindigkeitswerte, insbesondere berechnete Reisegeschwindigkeiten, verwertet werden.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche

dadurch gekennzeichnet, daß

die Verkehrsmeßwerte zur Verkehrslage des Straßenverkehrsnetzes durch stationär an Straßen des Verkehrsnetzes angeordnete Sensoren erfaßt werden,

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche

dadurch gekennzeichnet, daß

die Verkehrsmeßwerte durch mobile Sensoren in im Straßenverkehrsnetz fahrenden Fahrzeugen gemessen werden.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche

dadurch gekennzeichnet, daß

die Verkehrsmeßwerte von zumindest einigen Sensoren zueinander zeitlich synchron in regulären Zeitintervallen gemessen werden.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche

dadurch gekennzeichnet, daß

Verkehrsmeßwerte zumindest von einigen Sensoren ereignisinduziert nur bei Eintritt vorgegebener Ereignisse gemessen oder zur Verfügung gestellt werden.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche
dadurch gekennzeichnet, daß
zeitlich asynchrone Verkehrsmeßwerte von zumindest einigen Sensoren vorliegen.
- 5 12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche
dadurch gekennzeichnet, daß
der Verkehrsverlauf durch eine Filterung oder Faltung bestimmt wird.
- 10 13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche
dadurch gekennzeichnet, daß
die Filterung durch einen Gaußfilter (Faltung mit einer Gaußkurve) erfolgt,
14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche
dadurch gekennzeichnet, daß
15 die Filterung durch eine einer Gaußkurve ähnliche Glockenkurve erfolgt.
15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche
dadurch gekennzeichnet, daß
die Auflösung und die Interpolationsweite des Verfahrens durch die Filterparameter der Filterung eingestellt wer-
20 den.
16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche
dadurch gekennzeichnet, daß
je betrachteter Strecke eine zeitliche Glättung der aktuell ermittelten Reisegeschwindigkeit mit der im vorange-
25 gangenen Aktualisierungsschritt für diesen Streckenabschnitt ermittelten Reisegeschwindigkeit vorgenommen
wird.
17. Verfahren nach Anspruch 16,
dadurch gekennzeichnet, daß
30 für diese Glättung ein Autoregressives Filter (AR) eingesetzt wird.
18. Verfahren nach Anspruch 17
dadurch gekennzeichnet, daß
35 der Filterparameter des AR-Filters so gewählt wird, daß die Filterung unabhängig von den gewählten Aktualisie-
rungsintervallen ist.
19. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche
dadurch gekennzeichnet, daß
40 die Sensitivität des Verfahrens hinsichtlich der Berücksichtigung schneller Änderungen bei der Erstellung von
Reisezeitinformationen sowohl über die Filterparameter des Gaußfilters als auch des Autoregressiven Filters ein-
stellbar ist.
20. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche
dadurch gekennzeichnet, daß
45 Lücken in der Beschreibung des Straßenverkehrsnetzes durch Reisezeitinformationen aufgrund von an einigen
Orten fehlenden Verkehrswerten oder Geschwindigkeitswerten durch eine Filterung oder Faltung über die vorhan-
denen Verkehrswerte oder Geschwindigkeitswerte überbrückt werden.
21. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche
dadurch gekennzeichnet, daß
50 die mittleren Reisegeschwindigkeiten für Strecken mit frei definierbaren Enden ermittelt werden.
22. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche
dadurch gekennzeichnet, daß
55 die für Straßenabschnitte in Form von dynamischen Verkehrsdomänen, deren Ausdehnung auf der Straße einem
ständigen dynamischen Wandel unterworfen ist, die mittlere Reisegeschwindigkeit oder Reisezeit ermittelt wird.
23. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche

dadurch gekennzeichnet, daß

die Reisegeschwindigkeiten oder Reisezeiten von Verkehrsdomänen als Zusatzinformation zu Verkehrsmeldungen an Verkehrsteilnehmer im Straßenverkehrsnetz betreffend die aktuelle Reisegeschwindigkeit und/oder eine prognostizierte Reisegeschwindigkeit und/oder Navigationsanweisungen unter Berücksichtigung der aktuellen und/oder prognostizierten Reisegeschwindigkeit und/oder Geschwindigkeitsanweisungen verwendet werden.

24. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche

dadurch gekennzeichnet, daß

die ermittelten Reisegeschwindigkeiten und/oder Verkehrsmeldungen mit dem Zusatz der Domänen- Reisegeschwindigkeiten oder Domänen- Reisezeiten in einer ohne weitere Verarbeitung tauglichen Form erstellt werden zur indirekten Verkehrsbeeinflussung und/oder zur direkten Verkehrslenkung.

25. Verkehrslageerfassungszentrale, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit

- einer Eingabeeinrichtung zur Eingabe von Verkehrsmeßwerten in die Verkehrslageerfassungszentrale,
- einem Speicher für eingegebene Verkehrsmeßwerte,
- einer Ausgabereinrichtung zur Ausgabe von Verkehrsinformationen an Verkehrsteilnehmer,
- einer Verkehrsmeßdaten-Bearbeitungs-Vorrichtung, die so ausgebildet ist, daß sie nach einem der Ansprüche 0-24 arbeitet.

26. Verkehrslageerfassungszentrale nach Anspruch 25

dadurch gekennzeichnet, daß

die Eingabeeinrichtung ein Empfänger oder Zugang zu einem Empfänger zum Empfang von von den Sensoren gesendeten Geschwindigkeitsmeßwerten ist.

27. Verkehrslageerfassungszentrale nach Anspruch 25 oder 26

dadurch gekennzeichnet, daß

die Ausgabereinrichtung ein Sender oder ein Zugang zu einem Sender zum Aussenden von Verkehrsinformationen an Verkehrsteilnehmer oder einen Serviceprovider ist.

Claims

1. Method for determining the average journey speed or journey time on at least one road or road section of a road traffic network through the processing of measured traffic values (Fig. 1, $v(x)$) relating to locations (x) on the road of the road traffic network

characterized in that

- the measured traffic values ($v(x)$) are entered in a grid discretized along the road with respect to the location (x);
- in order to calculate the weight distribution ($g(x)$) along the grid of the road for a measured traffic value for each location of the grid of the road, a weight is defined which represents the importance of that measured traffic value for the journey time and / or journey speed at that location, the weight of a measured traffic value being defined as being at its highest at the measuring location and as decreasing with increasing distance from the measuring location;
- the traffic distribution along the grid of the road is determined by means of the existing measured traffic values at the locations of the grid for locations without existing measured traffic values by equating the measured traffic values with the nearest adjacent existing measured traffic values and through subsequent multiplication by the weight distribution for the location;
- the average journey speed or journey time for the road or road section is determined by the integral or sum of the values of the traffic distribution along the locations of the grid of the considered road divided by the integral or sum of the values of the weight distribution along the locations of the grid of the considered road.

2. Method according to any one of the preceding claims,
characterized in that
the method is repeatedly used at time intervals in order to update the journey time information on the road traffic network.
3. Method according to any one of the preceding claims,
characterized in that measured traffic values each represent the speed of one or more vehicles at a location (x) on a road or carriageway of the road traffic network and **in that** the traffic distribution is the speed distribution.
4. Method according to any one of the preceding claims,
characterized in that measured traffic values each represent the traffic flow at a location (x) on a road or carriageway of the road traffic network
and **in that** the traffic distribution is the traffic flow distribution.
5. Method according to any one of the preceding claims,
characterized in that measured traffic values each represent the traffic density at a location (x) on a road or carriageway of the road traffic network
and **in that** the traffic distribution is the traffic density distribution.
6. Method according to any one of the preceding claims,
characterized in that
in addition to measured speed values, there is also use of preprocessed measured speed values and also of speed values originating from other sources, more particularly computed journey speeds.
7. Method according to any one of the preceding claims,
characterized in that
the measured traffic values on the traffic situation of the road traffic network are measured by sensors disposed in fixed manner on roads of the traffic network.
8. Method according to any one of the preceding claims,
characterized in that
the measured traffic values are measured by mobile sensors in vehicles driving in the road traffic network.
9. Method according to any one of the preceding claims,
characterized in that
the measured traffic values are measured at regular time intervals by at least some sensors in timed synchronism with each other.
10. Method according to any one of the preceding claims,
characterized in that
measured traffic values are measured or made available at least by some sensors in event-induced manner only upon the occurrence of specified events.
11. Method according to any one of the preceding claims,
characterized in that
time-asynchronous measured traffic values are available from at least some sensors.
12. Method according to any one of the preceding claims,
characterized in that
the traffic distribution is determined by filtering or convolution.
13. Method according to any one of the preceding claims,
characterized in that
filtering is accomplished through a Gaussian filter (convolution with a Gaussian curve).
14. Method according to any one of the preceding claims,
characterized in that
filtering is accomplished through a bell-shaped curve similar to a Gaussian curve.

15. Method according to any one of the preceding claims,
characterized in that
the resolution and interpolation width of the method are adjusted by the filter parameters of the filtering.
- 5 16. Method according to any one of the preceding claims,
characterized in that
for each considered section, there is a smoothing with respect to time of the currently calculated journey speed with the journey speed calculated in the preceding updating step for that road section.
- 10 17. Method according to claim 16,
characterized in that
an Autoregressive Filter (AR) is used for such smoothing.
- 15 18. Method according to claim 17,
characterized in that
the filter parameter of the AR filter is selected such that the filtering is independent of the selected update intervals.
- 20 19. Method according to any one of the preceding claims,
characterized in that
the sensitivity of the method with regard to the consideration of fast changes during the production of journey time information is adjustable by means of the filter parameters both of the Gaussian filter and also of the Autoregressive Filter.
- 25 20. Method according to any one of the preceding claims,
characterized in that
gaps in the description of the road traffic network through journey time information because of the absence of traffic values or speed values at some locations are bridged by filtering or convolution with respect to the existing traffic values or speed values.
- 30 21. Method according to any one of the preceding claims,
characterized in that
the average journey speeds are calculated for sections with freely definable ends.
- 35 22. Method according to any one of the preceding claims,
characterized in that
the average journey speed or journey time is calculated for road sections in the form of dynamic traffic domains whose dimensions on the road are subject to ongoing dynamic change.
- 40 23. Method according to any one of the preceding claims,
characterized in that
the journey speeds or journey times of traffic domains are used as additional information for traffic announcements to road users in the road traffic network in relation to the current journey speed and/or a predicted journey speed and/or navigation instructions in consideration of the current and/or predicted journey speed and/or speed instructions.
- 45 24. Method according to any one of the preceding claims,
characterized in that
the calculated journey speeds and/or traffic announcements are produced with the addition of the domain journey speeds or domain journey times in a form usable without further processing for indirect traffic influencing and/or direct traffic control.
- 50 25. Traffic situation measuring centre, more particularly for implementing the method according to any one of the preceding claims, with
 - 55 - an inputting means for inputting measured traffic values into the traffic situation measuring centre;
 - a storage means for inputted measured traffic values;

- an outputting means for outputting traffic information to road users;
- a measured traffic data processing device, said device being of such design as to operate according to any one of claims 0-24.

26. Traffic situation measuring centre according to claim 25,

characterized in that

the inputting means is a receiver or access to a receiver for receiving measured speed values transmitted from the sensors.

27. Traffic situation measuring centre according to claim 25 or 26,

characterized in that

the outputting means is a transmitter or access to a transmitter for sending out traffic information to road users or to a service provider.

Revendications

1. Procédé servant à déterminer la vitesse de croisière ou le temps de conduite moyens sur au moins une rue/route ou un tronçon d'une rue/route d'un réseau routier par le traitement de valeurs mesurées de la circulation routière (Fig.1, $v(x)$) concernant des lieux (x) sur la rue/route du réseau routier,

caractérisé en ce que

- les valeurs mesurées de la circulation routière ($v(x)$) sont saisies dans un quadrillage discrétisé le long de la rue/route par rapport au lieu (x),
- pour la détection de l'évolution du poids ($g(x)$) le long du quadrillage de la rue/route pour une valeur mesurée de la circulation routière en fonction du lieu du quadrillage de la rue/route, est défini un poids représentant l'importance de la valeur mesurée de la circulation routière pour le temps de conduite et/ou la vitesse de croisière sur ce lieu, le poids d'une valeur mesurée de la circulation routière étant défini comme étant à son maximum sur le lieu de mesure et régressant au fur et à mesure de l'éloignement du lieu de mesure,
- l'évolution de la circulation routière le long du quadrillage de la rue/route est définie par les valeurs mesurées existantes de la circulation routière aux lieux du quadrillage pour les lieux sans valeurs mesurées existantes de la circulation routière en assimilant les valeurs mesurées de la circulation routière aux valeurs mesurées de la circulation routière voisines les plus proches et en les multipliant avec l'évolution du poids concernant ce lieu,
- la vitesse de croisière ou le temps de conduite moyens pour la rue/route ou le tronçon d'une rue/route sont déterminés par l'intégrale ou la somme des valeurs de l'évolution de la circulation routière le long des lieux du quadrillage de la rue/route observée, divisée par l'intégrale ou la somme des valeurs de l'évolution du poids le long des lieux du quadrillage de la rue/route observée.

2. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le procédé est appliqué à répétition et à des intervalles temporaires servant à actualiser les informations du temps de conduite du réseau routier.

3. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** des valeurs mesurées de la circulation routière représentent la vitesse d'un ou de plusieurs véhicules sur un lieu (x) et sur une rue/route ou sur une chaussée du réseau routier et que l'évolution de la circulation routière est l'évolution de la vitesse.

4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** des valeurs mesurées de la circulation routière représentent le flux de la circulation sur un lieu (x) sur la rue/route ou la chaussée du réseau routier et que l'évolution de la circulation est l'évolution du flux de la circulation.

5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** des valeurs mesurées de la circulation routière représentent la densité de la circulation sur un lieu (x) et sur une rue/route ou chaussée du réseau routier et que l'évolution de la circulation est l'évolution de la densité de la circulation.

6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**à côté des valeurs mesurées de vitesse sont aussi exploitées des valeurs mesurées de vitesse déjà établies et aussi des valeurs de vitesse provenant d'autres sources, notamment des vitesses de croisière calculées.
- 5 7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les valeurs mesurées de la circulation concernant l'état de la circulation du réseau routier sont saisies par des détecteurs stationnaires disposés le long des rues/routes du réseau routier.
- 10 8. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les valeurs mesurées de la circulation sont mesurées par des détecteurs mobiles dans des véhicules circulant sur le réseau routier.
9. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les valeurs mesurées de la circulation sont mesurées au moins par quelques détecteurs synchronisés dans le temps à des intervalles de temps réguliers.
- 15 10. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les valeurs mesurées de la circulation sont mesurées ou mises à disposition au moins par quelques détecteurs de manière induite uniquement lors d'événements prédéfinis.
- 20 11. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** des valeurs mesurées asynchrones dans le temps au moins de quelques détecteurs sont disponibles.
12. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'évolution de la circulation est déterminée par un filtrage ou une convolution.
- 25 13. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le filtrage a lieu avec un filtre gaussien (convolution avec une courbe de Gauss).
14. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le filtrage a lieu avec une courbe en cloche similaire à une courbe de Gauss.
- 30 15. Procédé selon l'une des revendications suivantes, **caractérisé en ce que** la résolution et la largeur d'interpolation du procédé sont fixées par les paramètres de filtre du filtrage.
- 35 16. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** par trajet observé a lieu un lissage temporel de la vitesse de croisière actuellement déterminée avec la vitesse de croisière déterminée pour ce tronçon de trajet lors de l'étape d'actualisation précédente.
17. Procédé selon la revendication 16, **caractérisé en ce que** pour ce lissage est employé un filtre autorégressif (AR).
- 40 18. Procédé selon la revendication 17, **caractérisé en ce que** le paramètre de filtre du filtre AR est choisi de telle manière que le filtrage est indépendant des intervalles d'actualisation choisis.
19. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la sensibilité du procédé par rapport à la prise en compte de rapides changements lors de l'élaboration d'informations sur la vitesse de croisière est réglable non seulement par les paramètres de filtre du filtre gaussien mais aussi par le filtre autorégressif.
- 45 20. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** des lacunes dans la description du réseau routier au moyen d'informations de vitesse de croisière dues au manque de valeurs de circulation ou de vitesse sur certains lieux peuvent être comblés par un filtrage ou une convolution par des valeurs de circulation ou de vitesse existantes.
- 50 21. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les vitesses de croisières moyennes sont déterminées pour des trajets avec des départs et arrivées librement définissables.
- 55 22. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la vitesse de croisière ou le temps de conduite moyens sont définis pour des tronçons de rue/route sous forme de domaines de circulation dynamiques dont l'étendue sur la rue/route est soumis à un changement dynamique permanent.

23. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les vitesses de croisière ou les temps de conduites des domaines de circulation sont utilisés en tant qu'informations supplémentaires par rapport aux informations de circulation pour les usagers de la voie publique dans le réseau routier concernant la vitesse de croisière actuelle et/ou une vitesse de croisière pronostiquée et/ou des indications de navigation en respectant la vitesse de croisière actuelle et/ou pronostiquée et/ou les indications de vitesse.

24. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les vitesses de croisière et/ou les informations de circulation déterminées sont établies avec en outre des vitesses de croisière des domaines ou des temps de conduite des domaines sous une forme ne nécessitant plus de traitement afin d'influencer indirectement la circulation et/ou la diriger directement.

25. Centre de détection de la situation de la circulation, notamment pour l'application du procédé selon l'une des revendications précédentes, avec

- une installation d'entrée des données pour l'introduction des valeurs mesurées de la circulation dans le centre de détection de l'état de la circulation,
- une mémoire pour les valeurs mesurées entrées,
- un équipement de sortie pour la sortie des informations de circulation aux usagers de la voie publique,
- un dispositif de traitement des valeurs mesurées de la circulation, développée de telle manière qu'elle travaille selon l'une des revendications 0 à 24.

26. Un centre de détection de la situation de la circulation selon la revendication 25, **caractérisée en ce que** l'équipement d'entrée est un récepteur ou un accès à un récepteur pour la réception des valeurs de vitesse mesurées et envoyées par les détecteurs.

27. Une centrale de détection de la situation de la circulation selon les revendications 25 ou 26, **caractérisée en ce que** l'équipement de sortie est un émetteur ou un accès à un émetteur pour l'émission d'informations de la circulation aux usagers de la voie publique ou à un fournisseur de services.

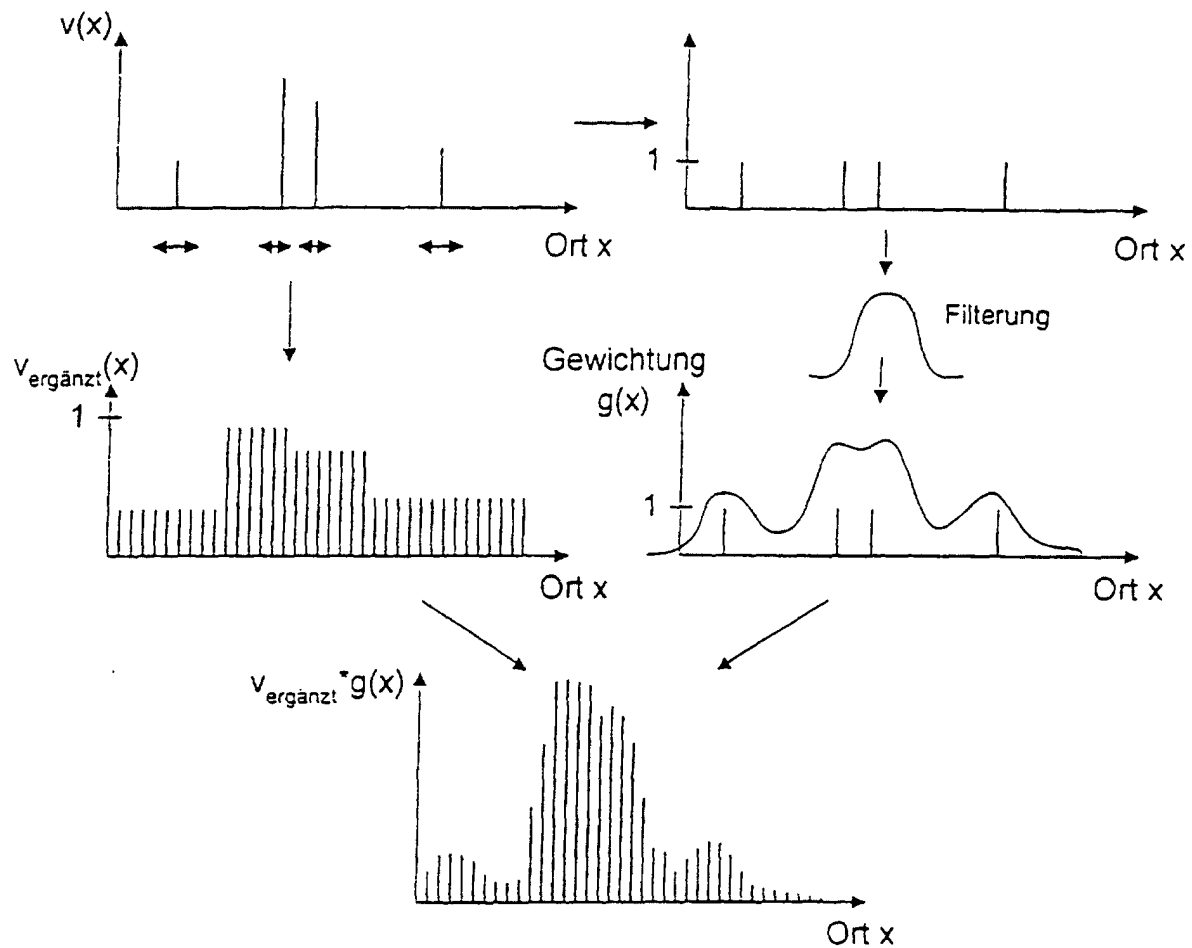


Fig. 1: Darstellung des Verfahrens zur dynamischen Berechnung von Reisezeiten bzw. -geschwindigkeiten sowie Domänenrestgeschwindigkeiten

Das Symbol v steht für gemessene oder auch weiterverarbeitete Geschwindigkeitswerte.