

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 326 222 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

09.07.2003 Patentblatt 2003/28

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

(21) Anmeldenummer: **02090192.2**

(22) Anmeldetag: **28.05.2002**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: **03.01.2002 DE 10200492**

(71) Anmelder: **DDG Gesellschaft für Verkehrsdaten
mbH**

40547 Düsseldorf (DE)

(72) Erfinder: **Fastenrath, Ulrich Dr.
41462 Neuss (DE)**

(74) Vertreter: **Meissner, Peter E., Dipl.-Ing. et al
Meissner & Meissner,
Patentanwaltsbüro,
Hohenzollerndamm 89
14199 Berlin (DE)**

(54) **Verfahren zur selbstkonsistenten Schätzung von prädiktiven Reisezeiten bei Verwendung von mobilen oder stationären Detektoren zur Messung erfahrener Reisezeiten**

(57) Die Reisezeit auf den gerichteten Kanten eines Strassennetzes ist von herausragender Bedeutung zur Unterstützung verkehrstelematischer Dienste, insbesondere dynamischer Navigationsdienste.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Umrech-

nung von gemessenen ("erfahrenen") Reisezeiten in voraussichtliche ("prädiktive") Reisezeiten vor deren Verwendung zur Beschreibung der aktuellen Verkehrslage in Telematikdiensten.

EP 1 326 222 A1

Beschreibung

[0001] Eine Grösse von herausragender Bedeutung zur Unterstützung verkehrstelematischer Dienste, insbesondere dynamischer Navigationsdienste, ist die Reisezeit auf den gerichteten Kanten eines Strassennetzes. Erste Versuche, diese Grösse zu messen, basierten auf Messungen der Geschwindigkeit von Fahrzeugen durch stationäre Sensorik und verschiedensten Verfahren zur Schätzung der Reisezeit auf einer definierten Strecke aus den Messungen der Geschwindigkeit an bestimmten Punkten. Aufgrund der damit verbundenen Schwierigkeiten und Qualitätsprobleme wurden diverse Anstrengungen unternommen, Reisezeiten ohne Umwege über Schätzverfahren direkt zu messen. Mindestens die folgenden Verfahren sind dabei zur Anwendung oder testweisen Anwendung gekommen:

1. Floating Car Data:

Die Reisezeit auf einem durch zwei Wegpunkte definierten Streckenstück lässt sich etwa messen durch Übertragung der Zeitpunkte, zu denen ein Floating Car jene Wegpunkte erreicht.

2. Fahrzeugidentifikation, z. B. durch Kameras:

Die Reisezeit auf einem durch zwei Messpunkte definierten Streckenstück kann gemessen werden, wenn die verwendete Sensorik in der Lage ist, Fahrzeuge nach Durchfahren des Streckenstücks wiederzuerkennen. Dies kann etwa durch Bildverarbeitungsmethoden (z. B. Wiedererkennen von Nummernschilden) oder durch Korrelation von Fahrzeuggruppen realisiert werden.

3. Zellortung von Mobiltelefonen:

Durch statistische Analyse der Bewegung einer grossen Anzahl von mobilen Telefonen durch die Zellen eines Funknetzes und Bestimmung der zugehörigen Geschwindigkeiten kann der Anteil der Geräte isoliert werden, der wahrscheinlich in Fahrzeugen transportiert wird, und können die entsprechenden Reisezeiten den Kanten eines Verkehrsnetzes zugeordnet werden.

4. Luftbeobachtungen:

Durch zyklische Auswertung von Satelliten- oder Luftbildern in einem Spektralbereich, der die Erkennung und Wiedererkennung im Folgezyklus von Einzelfahrzeugen oder zumindest Fahrzeuggruppen erlaubt, lassen sich Reisezeiten auf Streckenabschnitten messen,

die durch die Reisegeschwindigkeit und den Erfassungszyklus definiert sind.

[0002] Alle diese Techniken haben als Messergebnis die "erfahrene Reisezeit", also diejenige Reisezeit, die eines oder mehrere Fahrzeuge tatsächlich benötigt haben, um einen bestimmten Streckenabschnitt zu durchfahren. Von Interesse für einen verkehrstelematischen Dienst ist jedoch die "prädiktive Reisezeit", also diejenige Reisezeit, die Fahrzeuge, welche sich gerade am Beginn eines Streckenabschnittes befinden, voraussichtlich benötigen werden, um diesen Abschnitt zu durchfahren.

[0003] Das Problem besteht nun darin, dass die erfahrene Reisezeit sich gerade in den interessantesten Situationen, nämlich genau dann, wenn sich Verkehrsstörungen auf- oder abbauen, von der prädiktiven Reisezeit stark (um einen Faktor 2 oder mehr, abhängig von der Verkehrssituation und der Länge des betrachteten Streckenabschnitts) unterscheiden kann. Damit sind alle oben genannten Verfahren zur Messung der Reisezeit nutzlos, wenn nicht eine den Unterschied zwischen erfahrener und prädiktiver Reisezeit berücksichtigende Korrektur durchgeführt wird.

[0004] Der Erfindung lag deshalb die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur selbstkonsistenten Schätzung von prädiktiven Reisezeiten zu finden, bei dem diese Korrektur Berücksichtigung findet.

Das Verfahren besteht aus den folgenden Schritten:

1. Selektion oder Konstruktion einer Funktion $TT(s)$, welche die erfahrene Reisezeit als Funktion der Tageszeit beschreibt.

Selektion: Sofern eine historische Datenbasis vorhanden ist, kann daraus eine Funktion $TT(s)$ unter Verwendung von Merkmalen wie dem Wochentag, dem bekannten Verlauf der erfahrenen Reisezeit seit Tagesbeginn, dem Verkehrsfluss an Messorten auf dem oder in der Nähe des betrachteten Streckenabschnitts selektiert werden. Zum Aufbau der Datenbasis und zur Selektion kann dabei z. B. ein in der Patentanmeldung 197 53 034.6 beschriebenes Verfahren verwendet werden.

Konstruktion: Ersatzweise, d. h. bei Abwesenheit einer historischen Datenbasis, kann eine Funktion $TT(s)$ konstruiert werden. Im einfachsten Fall ist diese Funktion abschnittsweise konstant oder linear (Fig. 1), wobei das untere (obere) Niveau der Reisezeit $TT^<$ ($TT^>$) mit der freien Geschwindigkeit (der Restgeschwindigkeit im Stau) v_f (v_s) und der Länge des betrachteten Streckenabschnitts L zusammenhängt über $TT^< = \frac{L}{v_f}$ ($TT^> = \frac{L}{v_s}$). Die dimensionslose Steilheit der Flanken ergibt sich durch $\sigma = \pm \frac{1}{L}(TT^> - TT^<)V_s$, wobei V_s die Geschwindigkeit einer Staufront ist, aus der sich ableiten lässt, wie schnell ausgehend vom unteren Reisezeitniveau auf einem Link $TT^<$ das obere Niveau $TT^>$ erreicht wird oder umgekehrt.

Gemischte Verfahren: In vielen Fällen, in denen eine selektierte Funktion $TT(s)$ von aktuellen Messwerten abweicht oder Gründe bekannt sind, die zu Abweichungen führen werden, kann eine selektierte Funktion verändert werden. Auch dazu sind geeignete Verfahren bekannt (z.B. aus Patentanmeldung 199 35 769.2).

2. Nachdem ein Messwert $ETT(t)$ für die erfahrene Reisezeit zur Zeit t , ermittelt z. B. durch eines der oben beschriebenen Verfahren, und eine Funktion $TT(s)$ vorliegen, ist nun ein Zeitpunkt s_0 zu finden derart, dass $TT(s_0) = ETT(t)$ ist.

Selbst für ausreichend geglättete Funktionen $TT(s)$ wird es i. A. mehrere Lösungen für s_0 geben. Typischerweise wird es zwei Lösungen geben, eine für die ansteigende und eine für die abfallende Flanke der Reisezeit (Fig. 2). Falls die linksseitige Ableitung der vorzugsweise geglätteten Funktion ETT , ermittelt aus den vorangegangenen Werten mit $ETT(t)$ als letztem, positiv ist, so ist die Lösung auf der ansteigenden Flanke der Funktion $TT(s)$ zu wählen, ansonsten die Lösung auf der abfallenden Flanke.

3. Im dritten Schritt schließlich ist die prädiktive Reisezeit zur Zeit t , $PTT(t)$, zumindest näherungsweise selbstkonsistent zu ermitteln (Fig. 3). Dabei erfüllt die exakte selbstkonsistente Lösung die Gleichung $PTT(t) = TT(s_0 + PTT(t))$, die allerdings ein numerisches Lösungsverfahren erfordert. Eine einfache Näherung, die in der Praxis bereits eine deutliche Verbesserung gegenüber den vorbekannten Verfahren darstellt, ist aber bereits gegeben durch die Gleichung $PTT(t) = TT(s_0 + TT(s_0))$, welche eine direkte Berechnung erlaubt. Weitere Näherungsverfahren für Lösungen von Fixpunktgleichungen sind aus der Mathematik bekannt.

[0005] Die so bestimmte prädiktive Reisezeit $PTT(t)$ kann nun Eingang finden in verkehrstelematische Dienst anstelle der gemessenen Grösse $ETT(t)$.

Patentansprüche

1. Verfahren zur selbstkonsistenten Schätzung von prädiktiven Reisezeiten bei Verwendung von mobilen oder stationären Detektoren zur Messung erfahrener Reisezeiten, **gekennzeichnet durch** die folgenden Verfahrensschritte:

- Definition einer Funktion $TT(s)$, welche die erfahrene Reisezeit als Funktion der Tageszeit beschreibt,
- Ermittlung eines Zeitpunktes s_0 derart, dass gilt

$$TT(s_0) = ETT(t),$$

wobei $ETT(t)$ der ermittelte Messwert für die Reisezeit zur Zeit t ist, .

- zumindest näherungsweise selbstkonsistente Ermittlung der prädiktiven Reisezeit $PTT(t)$ zur Zeit t (Fig. 3), wobei die exakte selbstkonsistente Lösung die Gleichung $PTT(t) = TT(s_0 + PTT(t))$ erfüllt, die ein numerisches Lösungsverfahren erfordert.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- die Funktion $TT(s)$ unter Verwendung von Merkmalen wie dem Wochentag, dem bekannten Verlauf der erfahrenen Reisezeit seit Tagesbeginn, dem Verkehrsfluss an Messorten auf dem oder in der Nähe des betrachteten Streckenabschnitts aus einer vorhandenen historischen Datenbasis selektiert wird,
- falls die linksseitige Ableitung der vorzugsweise geglätteten Funktion ETT , ermittelt aus den vorangegangenen Werten mit $ETT(t)$ als letztem, positiv ist, die Lösung auf der ansteigenden Flanke der Funktion $TT(s)$ (Fig. 2) zu wählen ist, ansonsten die Lösung auf der abfallenden Flanke.

3. Verfahren nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet, dass**

- die Funktion $TT(s)$ konstruiert wird, wobei diese im einfachsten Fall abschnittsweise konstant oder linear ist (Fig. 1), wobei das untere (obere) Niveau der Reisezeit $TT^<(TT^>)$ mit der freien Geschwindigkeit (der Restgeschwindigkeit im Stau) $v_f (v_s)$ und der Länge des betrachteten Streckenabschnitts L zusammenhängt über $TT^< = \frac{L}{v_f}$ ($TT^> = \frac{L}{v_s}$) wobei sich die dimensionslose Steilheit der Flanken durch $\sigma = \pm \frac{1}{L} (TT^> - TT^<) V_s$ ergibt, und wobei V_s die Geschwindigkeit einer Staufront ist, aus der sich ableiten lässt, wie schnell ausgehend vom unteren Reisezeitniveau auf einem Link $TT^<$ das obere Niveau $TT^>$ erreicht wird oder umgekehrt,
- falls die linksseitige Ableitung der vorzugsweise geglätteten Funktion ETT , ermittelt aus den vorangegangenen Werten mit $ETT(t)$ als letztem, positiv ist, die Lösung auf der ansteigenden Flanke der Funktion $TT(s)$ (Fig. 2) zu wählen ist, ansonsten die Lösung auf der abfallenden Flanke.

4. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass eine einfache Näherung durch die Gleichung

$$PTT(t) = TT(s_o + TT(s_o))$$

5

gegeben ist, welche eine direkte Berechnung erlaubt.

10

15

20

25

30

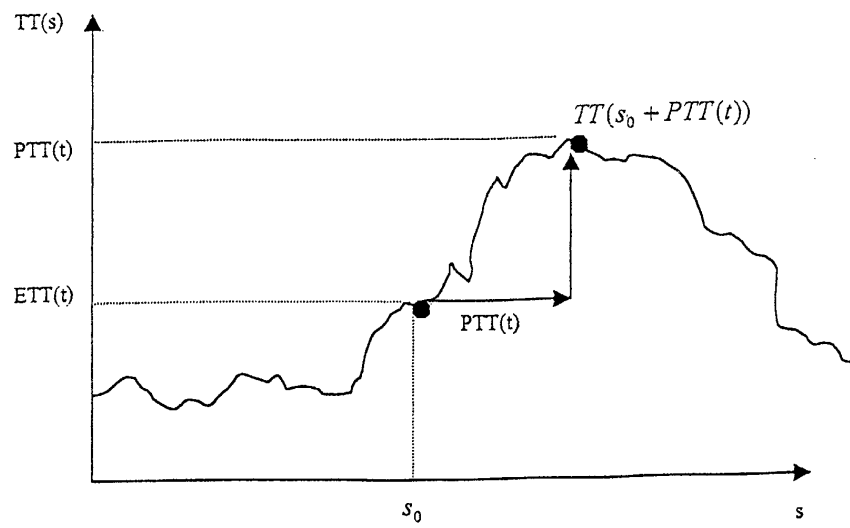
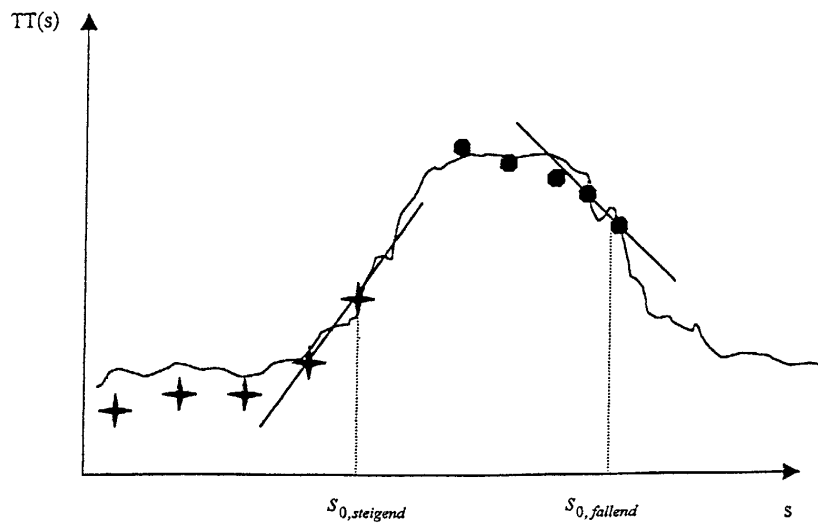
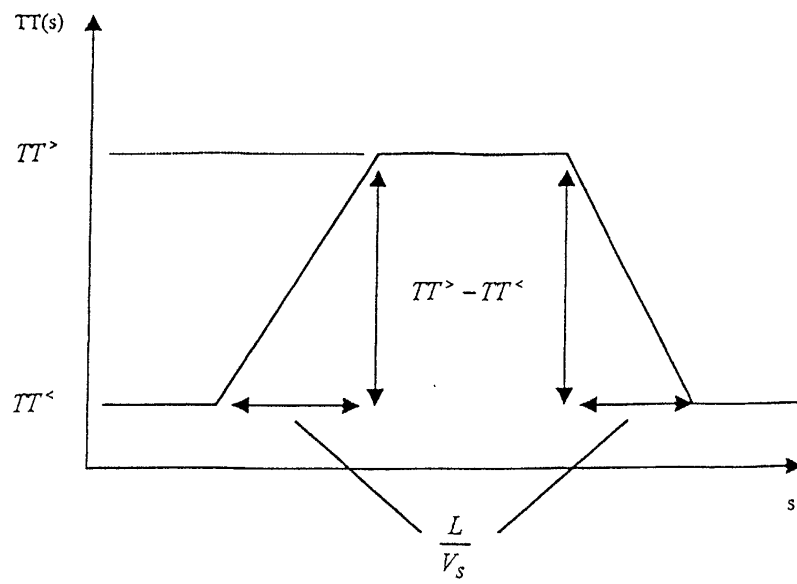
35

40

45

50

55





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER TEILRECHERCHENBERICHT

der nach Regel 45 des Europäischen Patent-
übereinkommens für das weitere Verfahren als
europäischer Recherchenbericht gilt

Nummer der Anmeldung

EP 02 09 0192

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
D, A	DE 199 35 769 A (DDG GES FUER VERKEHRSDATEN MBH) 1. Februar 2001 (2001-02-01) * Zusammenfassung *	1-4	G08G1/01
A	EP 0 884 708 A (MANNESMANN AG) 16. Dezember 1998 (1998-12-16) * Zusammenfassung * * Seite 7, Zeile 31 - Zeile 33; Abbildung 5 *	1-4	
E	WO 02 059807 A (NAUCK DETLEF DANIEL ;AZVINE BENHAM (GB); BRITISH TELECOMM (GB)) 1. August 2002 (2002-08-01) * Zusammenfassung * * Seite 10, Zeile 2 - Zeile 8; Abbildung 5 *	1-4	
E	WO 02 059808 A (HO COLIN KOK MENG ;NAUCK DETLEF DANIEL (GB); AZVINE BEHNAM (GB); B) 1. August 2002 (2002-08-01) * Zusammenfassung * * Seite 12, Zeile 7 - Zeile 13; Abbildung 5 *	1-4	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			G08G
UNVOLLSTÄNDIGE RECHERCHE			
Die Recherchenabteilung ist der Auffassung, daß ein oder mehrere Ansprüche, den Vorschriften des EPÜ in einem solchen Umfang nicht entspricht bzw. entsprechen, daß sinnvolle Ermittlungen über den Stand der Technik für diese Ansprüche nicht, bzw. nur teilweise, möglich sind. Vollständig recherchierte Patentansprüche: Unvollständig recherchierte Patentansprüche: Nicht recherchierte Patentansprüche: Grund für die Beschränkung der Recherche: Siehe Ergänzungsblatt C			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	
MÜNCHEN		27. Februar 2003	
		Prüfer	
		Heß, D	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 03.82 (P04/C09)



Europäisches
Patentamt

**UNVOLLSTÄNDIGE RECHERCHE
ERGÄNZUNGSBLATT C**

Nummer der Anmeldung
EP 02 09 0192

Unvollständig recherchierte Ansprüche:

1-4

Grund für die Beschränkung der Recherche (nicht patentfähige Erfindung(en)):

Artikel 52 (2) a) EPÜ - Mathematische Methode: Der beanspruchte Gegenstand betrifft eine mathematische Methode im Sinne des Artikels 52 (2) a) EPÜ. Da sich die vorliegende Anmeldung auf den genannten Gegenstand als solches bezieht, ist auch Artikel 52 (3) EPÜ erfüllt. Damit wird der Anmeldungsgegenstand nicht als Erfindung im Sinne des Artikels 52 (1) EPÜ angesehen.

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 02 09 0192

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

27-02-2003

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19935769	A	01-02-2001	DE 19935769 A1	01-02-2001
			EP 1071057 A1	24-01-2001

EP 0884708	A	16-12-1998	DE 19725556 A1	24-12-1998
			EP 0884708 A2	16-12-1998

WO 02059807	A	01-08-2002	EP 1221666 A1	10-07-2002
			WO 02059807 A2	01-08-2002
			WO 02059808 A1	01-08-2002

WO 02059808	A	01-08-2002	EP 1221666 A1	10-07-2002
			WO 02059807 A2	01-08-2002
			WO 02059808 A1	01-08-2002

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82