

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 941 534 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

25.07.2001 Patentblatt 2001/30

(51) Int Cl.7: **G08G 1/0968**

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/DE97/02819

(21) Anmeldenummer: **97953607.5**

(22) Anmeldetag: **26.11.1997**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 98/24080 (04.06.1998 Gazette 1998/22)

(54) **VERFAHREN ZUR ERMITTLUNG VON FAHRTROUTENDATEN**

METHOD FOR DETERMINING ITINERARY DATA

PROCEDE DE DETERMINATION DE DONNEES D'ITINERAIRES

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT BE CH DE ES FR GB IT LI NL

(30) Priorität: **27.11.1996 DE 19650844**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

15.09.1999 Patentblatt 1999/37

(73) Patentinhaber: **MANNESMANN**

Aktiengesellschaft

40213 Düsseldorf (DE)

(72) Erfinder:

- **SCHULZ, Werner**
D-40670 Meerbusch (DE)
- **SIEVERS, Christel**
D-47804 Krefeld (DE)
- **ALBRECHT, Uwe**
D-80807 München (DE)
- **SCHLOTTBOM, Karlheinz**
D-40885 Ratingen (DE)

(74) Vertreter: **Meissner, Peter E., Dipl.-Ing.**

Meissner & Meissner,
Patentanwaltsbüro,
Hohenzollerndamm 89
14199 Berlin (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A- 0 293 724

EP-A- 0 752 692

WO-A-89/02142

WO-A-96/29688

US-A- 4 390 951

- **DANOWSKI K: "EIN BEITRAG ZUR WISSENSBASIERTEN MODELLIERUNG VON ENTSCHEIDUNGSPROZESSEN IN VERKEHRSLEIT- UND VERKEHRSINFORMATIONSSYSTEMEN A CONTRIBUTION TO KNOWLEDGE BASED MODELLING OF DECISION PROCESSES IN TRAFFIC CONTROL AND INFORMATION SYSTEMS" AUTOMATISIERUNGSTECHNISCHE PRAXIS - ATP, Bd. 35, Nr. 12, 1.Dezember 1993, Seiten 677-682, XP000414646**

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).

EP 0 941 534 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ermittlung von Fahrtroutendaten nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Verfahren zur Ermittlung von Fahrtroutendaten, insbesondere im Rahmen der Zielführung eines Fahrzeugs, sind grundsätzlich bekannt und beispielsweise in der WO 89/02142 ausführlich beschrieben. Im einzelnen werden dabei in einer zentralen Leitstelle Verkehrswege segmentweise in einer digitalen Karte, insbesondere einer digitalen Straßenkarte verwaltet, wobei jedes Segment einen Verkehrsweg zwischen zwei Knoten, die Kreuzungen, Einmündungen oder dergleichen sein können, darstellt und durch statische oder dynamische Parameter beschrieben wird. Die statischen Parameter umfassen dabei im wesentlichen bauliche Merkmale des Verkehrsweges, wie Straßentyp, Straßenzustand, Anzahl der Spuren, zulässige Geschwindigkeit und Attribute wie kurvenreich, starke Steigungen oder Gefälle. Darüber hinaus ist es bekannt, jedem Segment ortsfeste Sensoren zuzuordnen, mit denen dynamische Parameter, wie die Anzahl der ein Segment pro Zeiteinheit passierenden Fahrzeuge sowie deren Geschwindigkeit, erfaßt werden. Einfügung von 5.1a.

[0003] Die Schrift W096/29688 beschreibt ein Verfahren, das eine digitale Karte dynamisch anhand von durch "floating cars" gemessene aktuelle Verkehrsdaten ändert. Daneben existiert eine sogenannte "historische Datenbank", die Informationen von induktiven Schleifen erhält und mit der die Informationen verifiziert und abgeglichen werden.

[0004] Außerdem ist aus der DE 195 25 291 bekannt, durch mit entsprechenden Mitteln ausgestattete Probe-fahrzeuge dynamische Verkehrsdaten aufzunehmen und an eine zentrale Leitstelle zu übertragen.

[0005] Darüber hinaus sind die dynamischen Parameter um Wetterinformationen und temporäre Einschränkungen, wie Baustellen, ergänzbar.

[0006] Aus den in der Leitstelle gesammelten statischen und dynamischen Daten lassen sich in bekannter Weise über Fundamentaldiagramme Prognosen über die kommende Verkehrssituation in jedem Segment herleiten, die die Grundlage für die Zielführung von Fahrzeugen bilden.

[0007] Derartig gewonnenen Prognosen haftet jedoch der Mangel an, daß zwar durch eine ermittelte Zielführung entlang einer Mehrzahl von Segmenten anhand der in der Leitstelle verfügbaren tatsächlichen und prognostizierten Verkehrsdaten eine benötigte Reisezeit ermittelbar ist, jedoch bleibt das zielgeführte Fahrzeug an die vorgegebene Streckenführung auch bei unvorhersehbaren, behindernden Ereignissen gebunden.

[0008] Darüber hinaus bleibt jede Prognose auf der Basis von Fundamentaldaten ungenau, da prinzipbedingte aktuelle dynamische Parameter unberücksichtigt bleiben. Dieser Effekt wird dadurch verstärkt, daß analytisch geschlossene mathematische Zusammenhänge

zwischen den Fundamentaldaten sehr komplex und damit sehr aufwendig in der rechentechnischen Verarbeitung sind.

[0009] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der gattungsgemäßen Art anzugeben, das zeitaktuelle dynamische Parameter berücksichtigen kann und trotzdem mit einfachen rechentechnischen Mitteln beherrschbar ist. Es soll nicht nur zur Planung von Fahrtrouten und zur Zielführung von Fahrzeugen entlang geplanter Fahrtrouten geeignet sein, sondern auch für Prognosetätigkeiten etwa zur Verkehrswegeplanung oder zur Bewertung geplanter Fahrtrouten (Ermittlung der voraussichtlichen Fahrtzeit) eingesetzt werden können.

[0010] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe mit den Mitteln des Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Patentansprüche 2 bis 15 beschrieben.

[0011] Dabei werden zeitaktuelle dynamische Daten (insbesondere die in einem Streckenabschnitt aktuell mögliche oder durchschnittliche Geschwindigkeit) vorzugsweise durch Messungen gewonnen, die mittels in Fahrzeugen angeordneten Meßeinrichtungen aufgenommen werden, wobei die Fahrzeuge im Verkehr mitschwimmen (Floating Cars). Es können zusätzlich auch Daten von straßenseitig installierten Meßeinrichtungen verwendet werden.

[0012] Vorteilhafterweise wird dadurch eine hohe Aktualität der Verkehrsdaten erreicht, und die darauf aufbauende Zielführung von Fahrzeugen ist schneller den tatsächlichen Verkehrsdaten anpaßbar. Das heißt, die Reaktionszeit vom Eintreten eines verkehrsbeschränkenden Ereignisses über dessen Erkennung bis hin zur Verteilung von Zielführungsinformationen an Fahrzeuge, die sich auf die Verkehrsbeschränkungen zubewegen, wird minimal.

[0013] Darüber hinaus entfällt die Abarbeitung hochkomplexer mathematischer Simulationsrechnungen mit vorgebbaren Modellen auf der Basis der sogenannten Fundamentaldaten, die im wesentlichen auf Annahmen bezüglich baulicher, also statischer Parameter beruhen, die die Reaktionszeit nachhaltig verlängern. Vielmehr ist durch die bevorzugte Messung am fahrenden Objekt nicht nur der konkrete Ort des verkehrsbeschränkenden Ereignisses bekannt, sondern durch Mehrfachmessungen mit verschiedenen mit Meßeinrichtungen ausgestatteten Fahrzeugen ist innerhalb desselben Verkehrsweges auch eine naheliegende Ursache der Verkehrsbeschränkung ableitbar. Aus beiden Tatbeständen ist beispielsweise eine sofortige Reaktion auf das verkehrsbeschränkende Ereignis durch eine die Verkehrsbeschränkung berücksichtigende Zielführung von Fahrzeugen möglich. Es lassen sich realistische Bewertungen geplanter Fahrtrouten durchführen, also insbesondere relativ zuverlässige Aussagen über die zu erwartende Fahrtzeit machen, wobei anhand aktueller Verkehrsdaten extrapolierte Daten und/oder aus einer Erfahrungsdatenbank entnommene Daten als Eingangs-

daten eingesetzt werden können. Das erfindungsgemäße Verfahren läßt sich sehr gut im Sinne eines Simulationsmodells einsetzen, um beispielsweise Verkehrsprognosen zur Verkehrswegeplanung zu erstellen.

[0014] Die Erfindung wird nachstehend anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Die Erfindung geht dabei aus von einer in einer zentralen Leitstelle vorgehaltenen digitalen Karte, in der für die erfaßten Verkehrswege statische und dynamische Parameter hinterlegt werden. Dabei umfassen die statischen Parameter zumindest bauliche Merkmale der einzelnen Verkehrswege, wie Anzahl der Fahrspuren, Steigungen/Gefälle und Straßentyp. Kennzeichnend für die Erfindung ist es, daß die Fahrtroutendaten auf der Basis der relevanten dynamischen Parameter ermittelt werden, wobei die dynamischen Parameter einmalig zur Vorgabe von Startwerten aus den baulichen Merkmalen abgeleitet werden und fortan bei sicherer Verfügbarkeit dynamischer Daten unabhängig von statischen Parametern kontinuierlich an die realen Verhältnisse der jeweiligen Streckenabschnitte der Verkehrswege angepaßt werden.

[0015] Die dynamischen Parameter umfassen zumindest einen Leitwert und eine Lastfunktion des zugehörigen Verkehrsweges (d.h. des jeweils betrachteten spezifischen Straßenabschnitts). Der Leitwert repräsentiert ein Maß für die mögliche Geschwindigkeit in dem gewählten Verkehrsweg und wird vorzugsweise aus der mittleren Geschwindigkeit der Fahrzeuge im jeweiligen Streckenabschnitt gebildet. Alternative Darstellungsformen, wie mittlere gefahrene Zeit, Zeit pro km o. ä. liegen selbstverständlich im Rahmen der Offenbarung.

[0016] Die Last, beispielsweise die Zahl der Fahrzeuge, auf dem betrachteten Streckenabschnitt eines Verkehrsweges wird die mögliche Geschwindigkeit beeinflussen. Die Abhängigkeit des Leitwertes von der Last wird durch eine Lastfunktion dargestellt. In der Regel wird der Leitwert mit steigender Last abfallen. Sowohl der Leitwert als auch die Last haben Obergrenzen, die durch die maximal mögliche bzw. erlaubte Geschwindigkeit und durch die Kapazitätsobergrenze, die beispielsweise durch die Zahl der Fahrspuren begrenzt ist, bestimmt sind. Die Lastfunktion ist das wesentliche Klassifizierungsmerkmal eines Verkehrsweges beispielsweise im Rahmen der erfindungsgemäßen Zielführung von Fahrzeugen, da sie für einen bestimmten Verkehrsweg aus der aktuellen Last das entscheidungsrelevante Merkmal Leitwert ermittelt. Die Lastdaten können dabei sowohl aus aktuellen Informationen als auch aus extrapolierten oder simulierten Daten oder aus einer Erfahrungsdatenbank stammen, so daß insbesondere Prognosen über zukünftige Verkehrsentwicklungen möglich sind. Es lassen sich auch zukünftige Leitwerte ermitteln, um z.B. Reisezeiten für eine bestimmte geplante Fahrtroute zu prognostizieren. Im Gegensatz zu konventionellen Fahrtroutenermittlungsverfahren, in denen rein deskriptive Parameter zur Charakterisierung

von Streckenabschnitten eingesetzt werden, die innerhalb eines zeitlichen Aktualisierungsintervalls unverändert bleiben, erreicht man durch die Verwendung einer Lastfunktion eine stets dynamisch bleibende Beschreibung der verkehrlichen Eigenschaften.

[0017] In der praktischen Ausführung wird die Lastfunktion zweckmäßig als Näherungsfunktion beschrieben. Hierzu werden den Streckenabschnitten in der digitalen Karte in einem Rechner in der zentralen Leitstelle die Parameter der Näherungsfunktion zugeordnet. Zur Parametrisierung der Lastfunktion können alle einschlägigen Interpolationsverfahren wie Geraden- oder Polynomdarstellung, Spline-Verfahren u. a. verwendet werden.

[0018] Der wesentliche Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens liegt darin, daß die Lastfunktion nicht durch formale bauliche Merkmale wie z. B. das Merkmal "Autobahn" bestimmt ist. Die Lastfunktion zwar wird in einem ersten Ansatz einmal durch Standardvorgaben beispielsweise für Autobahnen, Landstraßen usw. definiert. Abhängig von der Verfügbarkeit von qualifizierten Informationen wird die Lastfunktion jedoch individuell verfeinert. Es erfolgt also eine Anpassung der dynamischen Parameter an die relevanten Verhältnisse des jeweiligen Streckenabschnitts. Neben weiteren formalen Informationen wie beispielsweise Geschwindigkeitsbeschränkungen, Gefälle Strecken o. ä. ist vor allem vorgesehen, die tatsächliche Lastfunktion vorzugsweise selbsttätig zu lernen. Jeder Verkehrsweg erhält also nach entsprechender Lernphase eine individuelle Lastfunktion "nach bester Erfahrung".

[0019] Dieses Erlernen der Lastfunktion erfolgt beispielsweise durch die mit Meßeinrichtungen ausgestatteten Fahrzeuge, die sich entlang des jeweiligen Verkehrsweges bewegen, Daten aufnehmen und an die zentrale Leitstelle zur Verarbeitung senden, sowie gegebenenfalls durch zusätzliche ortsfeste Meßeinrichtungen.

[0020] Der hohe Nutzen der Erfindung soll am Beispiel eines dreispurigen Autobahnabschnitts erläutert werden. Die Lastfunktion sei durch einen Satz Parameter eines einschlägigen Interpolationsverfahrens beschrieben. Aufgrund der baulichen Merkmale (dreispurig, keine Geschwindigkeitsbeschränkung) wird ein Standard-Parametersatz vorgegeben, der bereits eine gewisse Vordifferenzierung enthalten kann. Anhand von Meßdaten sowohl zur Anzahl der Fahrzeuge wie auch zur Geschwindigkeit wird ggf. nach hinreichender statischer Überprüfung eine Feinabstimmung dieser Parameter durchgeführt. Bei jeder Verkehrslage erlaubt die Lastfunktion anhand einiger weniger Meßdaten Rückschlüsse auf die Verkehrslage in diesem Streckenabschnitt.

[0021] Wird dieser Streckenabschnitt durch eine Baustelle auf eine zweispurige Fahrbahn mit Geschwindigkeitsbeschränkung reduziert, so stehen die Meßwerte sehr schnell in Widerspruch zu der unterstellten Lastfunktion. Ist die Baustelle in der Zentrale bekannt, so

können die Parameter der Lastfunktion entsprechend manuell umgesetzt werden. Die permanente Plausibilitätskontrolle mit den Meßwerten führt allerdings im Sinne eines selbstlernenden Systems bei hinreichend starken Abweichungen auch ohne manuelle Eingabe schnell zu einer Korrektur der Lastfunktion, so daß die aktuellen Eigenschaften des Straßenabschnitts korrekt wiedergegeben werden, ohne daß zusätzliche Attribute wie "Baustelle" o.ä. manuell gepflegt werden müßten, weil die Verträglichkeitsprüfung der aktuellen Verkehrsdaten mit den aktuellen dynamischen Parametern bei hinreichend starken Abweichungen zu entsprechenden Anpassungen führen würde.

[0022] Zur Zielführung von Fahrzeugen ist weiterhin vorgesehen, daß die Entscheidung oder Empfehlung, über welche Verkehrswege jedes Fahrzeug zum Ziel geführt wird, ausschließlich auf der Basis der aktuellen dynamischen Parameter getroffen wird.

[0023] Wenn beispielsweise auf einem Verkehrsweg, der ein Autobahnabschnitt ist, entgegen allen Erwartungen alle mit Meßeinrichtungen ausgestatteten Fahrzeuge in einem Abschnitt ohne Parkmöglichkeit in ihrer Geschwindigkeit deutlich reduziert werden, ist es wahrscheinlich, daß sich ein Stau gebildet hat oder in Bildung begriffen ist. Dies kann mit hoher Sicherheit vermutet werden, wenn darüber hinaus auch fest installierte Meßeinrichtungen im jeweiligen Streckenabschnitt eine sehr niedrige oder sogar Null betragende Durchschnittsgeschwindigkeit bestätigen. Nachfolgende zielgeführte Fahrzeuge, die noch nicht in diesen Verkehrsweg eingefahren sind, können auf dieses Ereignis hin bereits zum Umfahren dieses Abschnitts veranlaßt werden. Vorteilhafterweise liegt der Zeitpunkt der Wahrnehmung des Ereignisses synchron zum Eintreten des Ereignisses.

[0024] In Ausgestaltung der Erfindung ist es vorgesehen, daß die dynamischen Parameter in vorgebbaren geschlossenen geographischen Bereichen manuell oder auch automatisch skaliert werden.

[0025] Vorteilhafterweise wird damit erreicht, daß deutliche Veränderungen der Lastfunktion bereits vor Eintreten oder synchron zum Eintreten eines Ereignisses pauschal an zu erwartende Werte anpaßbar sind und somit bei der Zielführung von Fahrzeugen über die Gesamtstrecke berücksichtigt werden können, ohne daß der Lernprozeß abgewartet werden muß.

[0026] Diese Skalierung ist besonders vorteilhaft anwendbar bei vorzeitig bekannten Ereignissen wie etwa bei Errichtung von Baustellen auf einzelnen Verkehrswegen und bei hereinbrechenden verkehrsrelevanten Wetteränderungen für Bereiche von Verkehrswegen. Im übrigen kann die Skalierung z.B. nach Wochentag, Tageszeit und Witterung vordifferenziert sein.

[0027] Dabei kann es vorteilhaft sein, die während eines andauernden Ereignisses gelernten dynamischen Parameter als Szenario in einer ereignisbezogenen Datenbasis von Erfahrungsdaten in der zentralen Leitstelle zu speichern und beim Eintreten eines vergleichbaren

Ereignisses für dieselben betroffenen Verkehrswege als aktuelle dynamische Parameter (Standardvorgaben) zu laden. Als derartige Ereignisse gelten insbesondere Großveranstaltungen wie Messen, Beginn oder Ende der Schulferien oder regional typische Wettereinflüsse.

[0028] Darüber, hinaus ist dieses Merkmal der Erfindung vorteilhaft in der Verkehrssimulation und Verkehrsplanung anwendbar. So ist beispielsweise der Effekt der Erhöhung der Anzahl der Fahrspuren für einen vorgebbaren Verkehrsweg direkt simulierbar.

[0029] Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung ist es vorgesehen, generell oder zumindest bei wiederholt temporär beschränktem Verkehrsfluß auf einem Verkehrsweg alternative Verkehrswege zur Umgehung des jeweiligen Verkehrsweges zu ermitteln und in einen Alternativenparameter einzubeziehen, der dem jeweiligen, also insbesondere dem in seinem Verkehrsfluß beschränkten Verkehrsweg in der digitalen Karte zugeordnet wird. Dabei umfaßt der Alternativenparameter zweckmäßig im Sinne einer Parameterliste zumindest die Anzahl der alternativen Verkehrswege sowie deren Güte und Länge (ggf. Umweglänge).

[0030] Für die Zielführung von Fahrzeugen ist die Anzahl bzw. das Bestehen möglicher Alternativrouten ein vielfach entscheidendes Bewertungsmerkmal für einen Verkehrsweg.

[0031] Für viele Routen bestehen nur wenige sinnvolle Alternativen, die vielfach über immer die gleichen Verkehrswege führen. Diese neuralgischen Punkte können beispielsweise Flußbrücken oder Tunnels sein. Da beispielsweise der gesamte einen Fluß überquerende Verkehr einer betrachteten Region über nur wenige Brücken führt, ist die Verkehrssituation auf diesen Brücken entscheidend für die Bewertung sehr vieler Routen. Die Bewertung der möglichen und sinnvollen Alternativen zu einem Verkehrsweg wird durch den Alternativenparameter ausgedrückt. Die Bedeutung dieses Alternativenparameters soll an einem Ausführungsbeispiel erläutert werden.

[0032] In einer einfachen Anwendung wird der Alternativenparameter gleich dem für eine Alternative notwendigen Umweg gesetzt. Je weiter also der Umweg über eine Alternativroute ist, um so größer wird der Alternativenparameter. Dieses Maß kann durch weitere Einflußgrößen, wie Anzahl der Alternativrouten oder auch Kapazität der Alternativrouten weiter verfeinert werden. Der Alternativenparameter bewertet letztlich den Verkehrsweg danach, ob es sich lohnt, nach einer Alternativroute zu suchen. Je höher der Alternativenparameter, um so weniger lohnt der Aufwand für die Suche nach einer Alternative.

[0033] Der Alternativenparameter kann dabei einen Mittelwert über viele mögliche Routen darstellen. Diese können beispielsweise durch Erfahrung oder auch durch geeignete Simulationen erzeugt werden. Der Vorteil in der Nutzung dieses Klassifizierungsmerkmals liegt in der drastischen Reduzierung des notwendigen Rechenaufwandes zur Ermittlung von Alternativrouten.

[0034] Eine andere Möglichkeit der Generierung dieses Parameters bietet eine Auswertung der Topologie der zugrundeliegenden Verkehrsnetz Karte. Mit Hilfe einschlägiger Verfahren werden zusammenhängende, gut vernetzte Großräume identifiziert. Die Umrandung dieser Großräume wird nur durch wenige Verkehrsverbindungen durchquert. Diese Zufahrten bilden die neuralgischen Strecken, die sich durch einen hohen Alternativenparameter auszeichnen. Beispiele hierfür sind Großstädte, aber auch regionale Ballungsgebiete.

[0035] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist es vorgesehen, aufeinanderfolgende Verkehrswege einer Route mit geringem Verzweigungsgrad zu Verkehrswegkomplexen zusammenzufassen und zur Zielführung als einen einzigen Verkehrsweg zu berücksichtigen sowie in Abhängigkeit vom Verzweigungsgrad des Verkehrsflusses an Knotenpunkten aufeinanderfolgender Verkehrswege jedem der aufeinanderfolgenden Verkehrswege einen Komplexitätsparameter zuzuordnen.

[0036] So wird ein langes Autobahnstück über das "flache Land" mit wenigen, normalerweise wenig Verkehr führenden Auf- und Abfahrten beispielsweise durch einen niedrigen Komplexitätsparameter beschrieben. Streckenabschnitte mit gleichbleibend niedrigem Komplexitätsparameter können daher zu einem übergeordneten Streckenabschnitt zusammengefaßt werden: Es geht im wesentlichen "geradeaus", und fast alles, was an einem Ende hineinfährt, muß am anderen Ende wieder herauskommen.

[0037] Dieses Klassifizierungsmerkmal kann vorteilhaft insbesondere bei Steuerung des internen Rechenaufwandes, bei der Steuerung der Informationserhebung, insbesondere der Verkehrslageerfassung, aber auch bei der Darstellung der relevanten Information, eingesetzt werden.

[0038] Das erfindungsgemäße Verfahren wird vorteilhaft im Rahmen eines offboard-Zielführungssystems angewendet, bei dem von einer Zentrale eine Routenempfehlung als Fahrtroutendaten ermittelt wird, wobei die Entscheidung, über welche Verkehrswege das Fahrzeug im Rahmen der Routenempfehlung geführt werden soll, vorrangig oder ausschließlich auf der Basis der relevanten dynamischen Parameter getroffen wird. Die entsprechenden Zielführungsinformationen können beispielsweise mittels zellularem Mobilfunk an das Fahrzeug übermittelt werden. Das Verfahren kann aber auch vorteilhafte Verwendung bei einem onboard-Zielführungssystem finden, bei dem die Routenplanung und die Ausgabe der Zielführungsinformationen autark im Fahrzeug erfolgen. Bei einem solchen System kann es empfehlenswert sein, vor oder während einer Fahrt die geplante Route an die Zentrale zu übermitteln, nach den aktuell vorliegenden relevanten dynamischen Parametern bewerten und ggf. ändern zu lassen und das Ergebnis an das Fahrzeug zurückzuübertragen, um dann die Zielführung autark durchzuführen. Bei einer Routenplanung kann die Bewertung alternativer Routenvor-

schläge zweckmäßig anhand des Komplexitätsparameters und gegebenenfalls weiterer Kriterien, insbesondere Fahrzeit und Fahrtstrecke, erfolgen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Ermittlung von Fahrtroutendaten, insbesondere im Rahmen der Zielführung eines Fahrzeuges, unter Verwendung einer in einer zentralen Leitstelle vorgehaltenen digitalen Karte, in der für die erfaßten Verkehrswege streckenabschnittsweise statische und dynamische Parameter hinterlegt werden, wobei die statischen Parameter zumindest bauliche Merkmale des jeweiligen Verkehrsweges umfassen, dadurch gekennzeichnet,

daß die dynamischen Parameter zumindest einen Leitwert und eine Lastfunktion des jeweiligen Streckenabschnitts des Verkehrsweges umfassen, wobei der Leitwert ein Maß für die mögliche Geschwindigkeit in dem gewählten Verkehrsweg ist, und die Lastfunktion die Abhängigkeit des Leitwertes von der Last kennzeichnet,

daß die dynamischen Parameter einmalig zur Vorgabe von Startwerten aus den baulichen Merkmalen abgeleitet werden und fortan bei sicherer Verfügbarkeit dynamischer Daten unabhängig von statischen Parametern kontinuierlich an die realen Verhältnisse der jeweiligen Streckenabschnitte der Verkehrswege angepaßt werden und

daß die Fahrtroutendaten auf der Basis der relevanten dynamischen Parameter ermittelt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Leitwert aus der mittleren Geschwindigkeit der Fahrzeuge im jeweiligen Streckenabschnitt der Verkehrswege gebildet wird und daß die Lastfunktion die Abhängigkeit des Leitwertes von der Anzahl der Fahrzeuge auf den jeweiligen Streckenabschnitt beschreibt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Lastfunktion als Näherungsfunktion, insbesondere in Polynominaldarstellung, beschrieben wird und jedem Streckenabschnitt die Parameter der Näherungsfunktion zugeordnet werden.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet,

daß die ermittelten Fahrtroutendaten eine Rou-

tenempfehlung beinhalten und daß die Entscheidung, über welche Verkehrswege das Fahrzeug im Rahmen der Routenempfehlung zum Ziel geführt wird, vorrangig oder ausschließlich auf der Basis der relevanten dynamischen Parameter getroffen wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß als relevante dynamische Parameter die jeweils aktuellen dynamischen Parameter herangezogen werden. 5 10
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die dynamischen Parameter in vorgebbaren geschlossenen geographischen Bereichen ereignisbezogen manuell oder automatisch skaliert werden. 15
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Skalierung, die insbesondere nach Wochentag, Tageszeit und/oder Witterung vordiffenziert sein kann, bei verkehrsrelevanten Wetteränderungen und vorzeitig bekannten Ereignissen, insbesondere bei Ferienbeginn, bei Einrichtung von Baustellen und bei Großveranstaltungen, anhand von Standardvorgaben aus einer Erfahrungsdatenbank erfolgt. 20 25 30
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß alternative Verkehrswege zur Umgehung des jeweiligen Verkehrsweges ermittelt werden und Eingang in einen Alternativenparameter finden, der dem jeweiligen Verkehrsweg in der digitalen Karte zugeordnet wird. 35
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Alternativenparameter im Sinne einer Parameterliste zumindest die Anzahl der alternativen Verkehrswege sowie deren Güte und Länge umfaßt. 40 45
10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Alternativenparameter zumindest für Verkehrswege ermittelt wird, deren Verkehrsfluß wiederholt temporären Beschränkungen unterlegen hat. 50
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß aufeinanderfolgende Verkehrswege mit geringem Verzweigungsgrad zu Verkehrsweg-

komplexen zusammengefaßt und zur Zielführung als ein Verkehrsweg berücksichtigt werden und daß in Abhängigkeit vom Verkehrsweg und vom Verzweigungsgrad des Verkehrsflusses an Knotenpunkten aufeinanderfolgender Verkehrswege jedem der aufeinanderfolgenden Verkehrswege ein Komplexitätsparameter zugeordnet wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Routenplanung alternative Routenvorschläge anhand des Komplexitätsparameters und gegebenenfalls weiterer Kriterien, insbesondere Fahrzeit und Fahrtstrecke, bewertet werden.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Anpassung der dynamischen Parameter im Sinne eines selbstlernenden Systems erfolgt, wobei aktuelle Verkehrsdaten erhoben werden, die Verträglichkeit dieser Daten mit den aktuellen dynamischen Parametern überprüft wird und bei hinreichend starken Abweichungen die dynamischen Parameter angepaßt werden.
14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Erhebung zumindest eines Teils der Verkehrsdaten, insbesondere der in einem Streckenabschnitt aktuellen Durchschnittsgeschwindigkeit, durch im Verkehrsstrom mitschwimmende Fahrzeuge erfolgt.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß anhand der dynamischen Parameter Verkehrsprognosen zur Verkehrswegeplanung abgeleitet oder Fahrzeiten für geplante Fahrtrouten prognostiziert werden, wobei aus Lastdaten, die extrapoliert sind oder aus einer Erfahrungsdatenbank entnommen werden, über die jeweilige Lastfunktion zukünftige Leitwerte ermittelt werden.

Claims

1. Method of determining itinerary data, in particular in the context of the destination guidance of a vehicle, using a digital map which is kept in a central control centre and in which statistical and dynamic parameters are stored in sections for the detected traffic routes, the statistical parameters comprising at least structural features of the respective traffic route, characterised in that the dynamic parameters comprise at least one conductivity and a load function of the respective section of the traffic route, the

conductivity characterising a measurement of the possible speed in the selected traffic route and the load function characterising the dependency of the conductivity on the load, in that the dynamic parameters are derived in one go in order to specify start values from the structural features, and from then on if there is reliable availability of dynamic data, independently of statistical parameters, are continuously adapted to the real conditions of the respective sections of the traffic routes, and in that the itinerary data are determined on the basis of the relevant dynamic parameters.

2. Method according to claim 1, characterised in that the conductivity is formed from the average speed of the vehicles in the respective section of the traffic route and in that the load function describes the dependency of the conductivity on the number of vehicles on the respective section.

3. Method according to claim 1 or 2, characterised in that the load function is described as an approximation function, in particular in polynomial representation, and the parameters of the approximation function are allocated to each section.

4. Method according to one of claims 1 to 3, characterised in that the detected itinerary data contain a route recommendation and in that the decision as to along which traffic routes the vehicle is guided to its destination in the context of the route recommendation is made according to priority or solely on the basis of the relevant dynamic parameters.

5. Method according to one of claims 1 to 4, characterised in that as relevant dynamic parameters, the respectively current dynamic parameters are applied.

6. Method according to one of claims 1 to 5, characterised in that the dynamic parameters are scaled manually or automatically relating to events in specifiable, closed geographical regions.

7. Method according to claim 6, characterised in that the scaling, which may be pre-differentiated according to the day of the week, time of day and/or weather conditions may, in the case of traffic-relevant weather changes and events known in advance, in particular at the start of public holidays or in the setting up of building sites and large institutions, is effected with the aid of standard stipulations from an experience database.

8. Method according to one of claims 4 to 7, characterised in that alternative traffic routes are determined in order to bypass the respective traffic route and find entry into an alternative parameter which

is allocated to the respective traffic route in the digital map.

9. Method according to claim 8, characterised in that the alternative parameter comprises according to a parameter list at least the number of alternative traffic routes as well as their quality and length.

10. Method according to claim 8 or 9, characterised in that the alternative parameter is determined at least for traffic routes whose traffic flow has repeatedly been subject to temporary restrictions.

11. Method according to one of claims 4 to 10, characterised in that consecutive traffic routes with a low degree of branching are grouped into traffic route complexes and are taken into account for destination guidance as one traffic route and in that, depending on the traffic route and the degree of branching of the traffic flow at junctions of consecutive traffic routes, a complexity parameter is allocated to each of the consecutive traffic routes.

12. Method according to claim 11, characterised in that in route planning alternative route suggestions are evaluated by means of the complexity parameter and optionally further criteria, in particular travel time and travel distance.

13. Method according to one of claims 1 to 12, characterised in that the adaptation of dynamic parameters is effected according to a self-learning system, actual traffic data being surveyed, the compatibility of these data with the actual dynamic parameters being tested, and in the case of sufficiently strong deviations the dynamic parameters being adapted.

14. Method according to claim 13, characterised in that the surveying of at least some of the traffic data, in particular of the current average speed in a section, is effected by vehicles going with the traffic flow.

15. Method according to one of claims 1 to 14, characterised in that by means of the dynamic parameters, traffic prognoses are derived for traffic route planning or travel times for planned itineraries are prognosticated, and from load data which are extrapolated or taken from an experience database, future conductivity values are determined via the respective load function.

Revendications

1. Procédé pour déterminer des données d'itinéraire, en particulier dans le cadre du guidage d'un véhicule, en utilisant une carte numérique conservée dans un endroit de guidage central, où sont stockés

- des paramètres dynamiques et statiques, par section, pour les voies routières concernées, les paramètres statiques comportant au moins des caractéristiques constructives de la voie routière respective,
- caractérisé en ce que les paramètres dynamiques comportent au moins une valeur de guidage et une fonction de charge de la section respective de la voie routière, la valeur de guidage étant une mesure de la vitesse possible sur la voie routière choisie, et la fonction de charge caractérisant la dépendance de la valeur de guidage de la charge, en ce que les paramètres dynamiques sont dérivés, de façon unique, pour l'allocation de valeurs de départ à partir des caractéristiques constructives et, dès lors, pour une disponibilité sûre de données dynamiques de façon indépendante de paramètres statiques, sont adaptés de façon continue aux conditions réelles des sections respectives des voies routières, et en ce que les données d'itinéraire sont déterminées sur la base des paramètres dynamiques pertinents.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la valeur de guidage est formée à partir de la vitesse moyenne des véhicules dans la section respective des voies routières, et en ce que la fonction de charge décrit la dépendance de la valeur de guidage du nombre des véhicules sur la section respective.
 3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la fonction de charge est décrite comme fonction d'approximation, en particulier en représentation polynomiale, et les paramètres de la fonction d'approximation sont associés à chaque section.
 4. Procédé selon une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les données d'itinéraire déterminées comportent un itinéraire recommandé, et en ce que la décision, concernant le fait de savoir sur quelles voies routières le véhicule est guidé vers la destination dans le cadre de l'itinéraire recommandé, est prise, de façon prioritaire ou exclusive, sur la base des paramètres dynamiques pertinents.
 5. Procédé selon une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les paramètres dynamiques à chaque fois actuels sont utilisés comme paramètres dynamiques pertinents.
 6. Procédé selon une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que les paramètres dynamiques sont cadrés, manuellement ou automatiquement, de façon liée aux événements, dans des zones géographiques fermées pouvant être prédéfinies.
 7. Procédé selon la revendication 6,
- caractérisé en ce que le cadrage, qui peut être prédifférencié en particulier suivant le jour de la semaine, le moment du jour et/ou les conditions atmosphériques, est effectué à partir d'une banque de données empiriques en référence à des normes standards pour des modification du temps pertinentes pour le trafic et des événements connus au préalable, en particulier le début des vacances, l'installation de chantiers et de grandes manifestations.
8. Procédé selon une des revendications 4 à 7, caractérisé en ce que des voies routières alternatives, pour contourner la voie routière respective, sont déterminées et entrent dans un paramètre alternatif qui est associé à la voie routière respective sur la carte numérique.
 9. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que le paramètre alternatif comporte, dans le sens d'une liste de paramètres, au moins le nombre des voies routières alternatives, ainsi que leur qualité et leur longueur.
 10. Procédé selon la revendication 8 ou 9, caractérisé en ce que le paramètre alternatif est déterminé au moins pour des voies routières dont le flux de circulation a subi, de façon répétée, des limitations temporaires.
 11. Procédé selon une des revendications 4 à 10, caractérisé en ce que des voies routières successives ayant un faible degré de bifurcation sont rassemblées en complexes de voies routières et, pour le guidage, sont prises en compte comme une voie routière, et en ce que, de façon dépendant de la voie routière et du degré de bifurcation du flux de circulation en des points nodaux de voies routières successives, un paramètre de complexité est associé à chacune des voies routières successives.
 12. Procédé selon la revendication 11, caractérisé en ce que, pour la planification d'itinéraire, d'autres propositions d'itinéraire sont évaluées en référence au paramètre de complexité et, le cas échéant, à d'autres critères, en particulier la durée de parcours et l'étendue de parcours.
 13. Procédé selon une des revendications 1 à 12, caractérisé en ce que l'adaptation des paramètres dynamiques est effectuée dans le sens d'un système auto-adaptatif, des données de trafic actuelles étant établies, la cohérence de ces données avec les paramètres dynamiques actuels étant surveillée, et les paramètres dynamiques étant adaptés pour des écarts suffisamment importants.
 14. Procédé selon la revendication 13,

caractérisé en ce que l'établissement d'au moins une partie des données de trafic, en particulier de la vitesse moyenne actuelle sur une section, est effectué par des véhicules circulant dans le flux de trafic.

5

15. Procédé selon une des revendications 1 à 14, caractérisé en ce que, en référence aux paramètres dynamiques, des pronostics de trafic pour la planification des voies routières sont dérivés ou des temps de parcours pour des itinéraires planifiés sont pronostiqués, des valeurs de guidage futures étant déterminées par la fonction de charge respective à partir de données de charge qui sont extrapolées ou sont prélevées d'une banque de données empiriques.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55