



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 602 05 756 T2** 2006.06.14

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 413 895 B1**

(51) Int Cl.⁸: **G01S 5/14** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **602 05 756.6**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **02 023 819.2**

(96) Europäischer Anmeldetag: **23.10.2002**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **28.04.2004**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **24.08.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **14.06.2006**

(73) Patentinhaber:

Siemens AG, 80333 München, DE

(72) Erfinder:

**Schradi, Stefan, 78048 Villingen-Schwenningen,
DE**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zur Erzeugung eines GPS Simulationsszenarios**

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).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine entsprechende Vorrichtung zum Erzeugen eines GPS-Simulationsszenarios zur Simulation eines Realitäts-Fahrexperiments entlang einer im Voraus spezifizierten Reiseroute damit.

[0002] GPS-Technologie wurde bereits zur Positionsbestimmung von Kraftfahrzeugen verwendet, um einem Fahrer dabei zu helfen, auf dieser Position basierend Richtlinien zu optimieren, eine Route von einem tatsächlichen Standort zu einem beabsichtigten Standort zu planen und für verschiedene andere Zwecke. Die tatsächliche Leistungsfähigkeit solcher GPS-Technologie im realen Leben hängt von den Einrichtungen ab, die in dem Kraftfahrzeug vorhanden sind, und auch von den Orientierungswinkeln in bezug auf die Erdoberfläche und Empfangssignalsstärken der verschiedenen Satelliten, die tatsächlich für die Positionsbestimmung verwendet werden. Ferner wird die Empfangsqualität der Satellitensignale häufig stark von stationären Hindernissen beeinflusst, wie zum Beispiel Tunneln, Bergen, Wäldern, Gebäuden und dergleichen. Ein Brute-Force-Ansatz wäre eine Prüfung im realen Leben durch tatsächliches Fahren entlang verschiedener Routen und Bewerten der tatsächlichen Leistungsfähigkeit des GPS-Systems. Dies wäre zwar machbar, aber im Hinblick auf die sich wiederholenden Modifikationen an solchen komplexen GPS-Systemen zu kostspielig.

[0003] Außerdem enthalten derzeitige GPS-Simulatoren Vorrichtungen und Verfahren, die bei der Simulation der Signale von GPS-Satelliten helfen. Nach der Eingabe der Uhrzeit und Standortdaten erzeugt der Simulator entsprechende Signale von den Satelliten, die zu der spezifizierten Zeit und an dem spezifizierten Ort über dem Horizont sichtbar wären. Verschiedene relativ kostspielige High-End-Mehrkanalsimulatoren ermöglichen eine tatsächliche Erzeugung dynamischer GPS-Empfangsszenarios. Dazu sollte der Benutzer unter Wechselwirkung mit einer sogenannten Scrip-Sprache manuell eine Startzeit eingeben, sowie für jeden Bestimmungsknoten der zu befolgenden Route die zugeordneten Positionskoordinaten, die Reiserichtung und -geschwindigkeit sowie die Umgebungsparameter, die simuliert werden sollen. Zu den letzteren Parametern würden eine teilweise oder vollständige Verdeckung verschiedener Satelliten und weiterhin Reflexion, Dämpfung und Empfangsintensität der GPS-Signale gehören. Es ist offensichtlich, daß eine solche Prozedur immense Bemühungen erfordern würde, so daß nur relativ kurze solche Szenarios in der Praxis konstruiert worden sind. Diese würden verschiedene Empfangsprofile repräsentieren, wären im allgemeinen aber nicht repräsentativ für reale Fahrprüfungen. Da es nahezu unmöglich ist, Fahrsimulationsszenarios der realen Welt zu erzeugen, die alle GPS-Empfang-

aspekte entlang einer spezifischen Reiseroute berücksichtigen, können derzeitige GPS-Simulatoren nicht für die Prüfung vollständiger Systeme auf der Basis von GPS-Positionsbestimmung verwendet werden und sind im allgemeinen auf die Entwicklung und Herstellung von Prüfungen für GPS-Empfänger mit Bezug auf einen einzigen Standort beschränkt.

[0004] Es wird also offensichtlich und immer mehr ein automatisches oder halbautomatisches Verfahren zum Prüfen und Validieren vollständiger Navigationseinheiten und möglicherweise anderer Vorrichtungen benötigt, die die GPS-Position als Eingangsdaten für ihre internen Prozesse verwenden würden. Solche weiteren Anwendungen sind zum Beispiel Straßengebührenberechnungseinrichtungen, Flottenverwaltung, Reisekostenverwaltung und vieles mehr. Neben der Anwendung der Erfindung auf Standard-Kraftfahrzeuge, die hauptsächlich nur eine begrenzte Menge verzeichneter Straßen verwenden, ist ein weiteres nützliches Anwendungsgebiet die Simulation in bezug auf Geländefahrzeuge, wie zum Beispiel zur Verwendung in der Forst- und Landwirtschaft, bei der Landvermessung, für polizeiliche und militärische Anwendungen und anderes. Insbesondere auf letzteren Gebieten wäre das Spezifizieren der verschiedenen Fahrzeugpositionen nur schwer machbar.

[0005] Der Erfinder hat nun erkannt, daß, obwohl die Qualität der tatsächlichen Fahrzeugpositionsbestimmung von der GPS-Leistungsfähigkeit abhängt und letztere der Gegenstand der Leistungsbestimmung ist, es ein vorteilhaftes Prinzip wäre, die Operationsequenz umzukehren, und zwar insofern, als zuerst die grobe Fahrzeugposition bestimmt wird, mit der dann später die notwendigen Daten zur Berechnung der GPS-Leistungsfähigkeit extrahiert werden.

[0006] Folglich ist es unter anderem eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, verfügbare Karten-Daten für eine zumindest teilweise Berechnung der Positionen und Zeiten bezüglich der Fahrzeugpräsenz zu verwenden und auf ihrer Basis das tatsächliche GPS-Leistungsszenario zu berechnen.

[0007] Gemäß einem ihrer Aspekte ist die Erfindung nun deshalb durch die folgenden Schritte gekennzeichnet:

- Bereitstellen eines digitalisierten Kartendatensatzes, der eine die Reiseroute betreffende geographische Region umfaßt, und wobei der Datensatz Daten bezüglich statischer Umgebungsmerkmale enthält, die entlang der Reiseroute vorhanden sind;
- Bereitstellen dynamischer und/oder statischer Positions- und Übertragungsdaten bezüglich GPS-Satelliten, die potentiell für eine GPS-gestützte Positionsbestimmung entlang der Reiseroute relevant sind;

- Spezifizieren eines Startzeitpunkts und einer geographischen Start- und Zielposition der Reiseroute und Berechnen verschiedener Fahrzeugrouten auf der Basis des digitalisierten Kartendatensatzes und Bestimmen verschiedener Sätze von Fahrzeugknotenpositionen und zugeordneter Zeitpunkte entlang der Reiseroute aus den berechneten Routen;
- Berechnen verschiedener momentaner GPS-Qualitätsmetriken aus den dynamischen und/oder statischen Positions- und Übertragungsdaten bezüglich GPS-Satelliten und den entlang der Reiseroute vorhandenen statischen Umgebungsmerkmalen;
- und auf der Basis der verschiedenen GPS-Qualitätsmetriken und zugeordneten Zeitpunkte, Berechnen einer Gesamt-GPS-Leistungsfähigkeitsdatengröße, die die Reiseroute betrifft.

[0008] Auf diese Weise wird es möglich, die GPS-Simulationsszenarios, die reale Fahrprüfungen ersetzen würden, automatisch zu realisieren, sofern im wesentlichen alle Umgebungsbedingungen bezüglich realer GPS-Konfigurationen simuliert werden können. Dies erlaubt einerseits eine wesentlich breitere Anwendung der kostspieligen GPS-Simulatoren, da sie für das Prüfen und Validieren vollständiger Systeme und nicht nur der Positionsbestimmung selbst verwendet werden könnten. Andererseits könnten viele Prüfungen durch wesentlich simplere Konfigurationen bewirkt werden.

[0009] Gemäß der Erfindung erfordert die Simulation einer Lastwagenreise von Hamburg nach München zur Einrichtung eines Szenarios nur die Eingabe einer Startzeit und eines Startorts und eines Zielorts und ferner einiger weniger Parameterwerte, wie zum Beispiel Geschwindigkeit und gegebenenfalls Auswahl zwischen mehreren möglichen Routen. Letzteres würde natürlich erfordern, alle relevanten Reiserouten zu erzeugen. Die verfügbare digitale Karte würde dann alle notwendigen Fahrerinformativen produzieren. Das GPS-Fahrerszenario kann danach nach seiner Erzeugung wieder abgespielt werden, wie zum Beispiel zur Funktionsprüfung eines vollständigen Straßengebührensystems auf Lastwagenbasis aus dem GPS-Antennenempfang bis zu der letztendlichen Straßengebührenberechnung. Dadurch wird es möglich, daß Navigations- und navigationsgestützte Systeme eine vollständige Prüfung aller relevanten auf Parametern basierenden Operationen im Labor erhalten können, ohne daß reale Fahrprüfungen notwendig sind. Insbesondere ermöglicht der schnelle Softwarefortschritt eine Implementierung von Simulatoren gemäß der Erfindung fast ohne jeden direkten Einfluß auf Hardware. Außerdem ermöglicht die vorliegende Erfindung eine Abdeckung einer mehrdimensionalen erschöpfenden Parameterauswahl fast ohne jegliche zusätzliche Hardwarebemühungen.

[0010] Bei der Berechnung verschiedener Fahrzeugrouten auf der Basis des digitalisierten Kartendatensatzes gemäß der Erfindung ist nicht nur die optimale Fahrzeugroute von Interesse. Vom Standpunkt der (System-)Prüfung ist auch die schlechteste Fahrzeugroute wichtig, um die Gesamt-Systemleistungsfähigkeit unter ungünstigsten GPS-Empfangsbedingungen zu prüfen. In bestimmten Fällen wäre es sogar von Interesse, alle alternativen (verzeichneten) Routen zu prüfen. Die Erfindung ermöglicht die Ausführung von Prüfungen des ungünstigsten Falls durch Auswahl einer ungünstigen aber realistischen Prüfumgebung. Dies erlaubt u.a. eine Lokalisierung des Systemverhaltens in bezug auf seine schwachen Stellen sowohl in der Vorrichtung selbst als auch in dem Umgebungsgebiet. So könnte zum Beispiel eine schwache System-Leistungsfähigkeit hervorgehoben werden, so daß zum Beispiel eine zusätzliche Behelfseinrichtung für ein Straßengebührensystm eingeführt werden könnte.

[0011] Deshalb ist ein Verfahren gemäß der Erfindung vorzugsweise dadurch gekennzeichnet, daß ein benutzergesteuertes Abändern der berechneten Zeitpunkte und/oder Fahrzeugknotenpositionen entlang der Reiseroute ermöglicht wird.

[0012] Ein weiteres Verfahren gemäß der Erfindung ist vorzugsweise dadurch gekennzeichnet, daß die Reiseroute in Abschnitte unterteilt wird, während auf der Basis jedes beliebigen einzelnen dieser Abschnitte die GPS-Qualitätsmetriken berechnet werden.

[0013] Dieses bevorzugte Verfahren kann weiterhin dadurch gekennzeichnet werden, daß jeder Abschnitt einen im wesentlichen gleichförmigen Wert für seine Qualitätsmetrik aufweist.

[0014] Ein weiteres Verfahren gemäß der Erfindung ist vorzugsweise dadurch gekennzeichnet, daß seine Anwendung bezüglich Geländefahrzeugen ermöglicht wird, dadurch, daß u.a. Abschnitte außerhalb von Straßen zugelassen werden.

[0015] Ein alternatives bevorzugtes Verfahren gemäß der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß die Gesamt-GPS-Leistungsdatenengröße in ein weiteres Benutzersystem eingespeist wird, um einen Benutzerleistungsgrad des Benutzersystems zu prüfen. Dies ermöglicht ein normales Abspielen des GPS-Simulationsszenarios durch einen GPS-Simulator, der die Satelliten-HF-Signale erzeugt.

[0016] Ein weiteres alternatives bevorzugtes Verfahren gemäß der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß durch Anwenden von Variationen auf eine Prüfumgebung eine Anwendung zur Annäherung an einen ungünstigsten Fall erreicht wird.

[0017] Die Erfindung betrifft außerdem eine Vorrichtung, die so angeordnet ist, daß sie ein Verfahren nach Anspruch 1 implementiert. Insbesondere erlaubt dies die Optimierung der Vorrichtung durch Verändern verschiedener ihrer Betriebsparameter, wobei diese erfindungsgemäße Vorrichtung durch Erzeugungsmittel zur Erzeugung eines GPS-Simulationsszenarios gekennzeichnet ist, um damit ein Realitäts-Fahrexperiment entlang einer im Voraus spezifizierten Reiseroute zu simulieren, und die insbesondere folgendes umfaßt:

- Kartendatenspeichermittel, die einen digitalisierten Kartendatensatz bereitstellen, der eine die Reiseroute betreffende geographische Region umfaßt, und wobei der Datensatz Daten bezüglich statischer Umgebungsmerkmale enthält, die entlang der Reiseroute vorhanden sind;
- Satellitendatenspeichermittel zur Bereitstellung dynamischer und/oder statischer Positions- und Übertragungsdaten bezüglich GPS-Satelliten, die potentiell für eine GPS-gestützte Positionsbestimmung entlang der Reiseroute relevant sind;
- erste Berechnungsmittel;
- Benutzereingabemittel, die die Spezifikation eines Startzeitpunkts und einer geographischen Start- und Zielposition der Reiseroute in die ersten Berechnungsmittel, die außerdem durch die Kartendatenspeichermittel gespeist werden, ermöglichen, wobei die ersten Berechnungsmittel verschiedene Fahrzeugrouten auf der Basis des digitalisierten Kartendatensatzes berechnen und aus den berechneten Routen verschiedene Sätze von Fahrzeugknotenpositionen und zugeordneten Zeitpunkten entlang der Reiseroute bestimmen;
- durch die ersten Berechnungsmittel und durch die Satellitendatenspeichermittel gespeiste zweite Berechnungsmittel, die aus den dynamischen und/oder statischen Positions- und Übertragungsdaten bezüglich GPS-Satelliten, den entlang der Reiseroute vorhandenen statischen Umgebungsmerkmalen und den verschiedenen Fahrzeugrouten verschiedene momentane GPS-Qualitätsmetriken berechnen,
- und auf der Basis der verschiedenen GPS-Qualitätsmetriken und zugeordneten Zeitpunkte eine Gesamt-GPS-Leistungsfähigkeitsdatengröße bezüglich der Reiseroute berechnen.

[0018] Diese und weitere Aspekte und Vorteile der Erfindung werden im Folgenden ausführlicher mit Bezug auf die Offenlegung bevorzugter Ausführungsformen besprochen, und insbesondere mit Bezug auf die beigefügten Figuren. Es zeigen:

[0019] **Fig. 1** eine fahrzeuggestützte GPS-Einrichtung;

[0020] **Fig. 2** eine beispielhafte geometrische Konfiguration für GPS-Satelliteneinrichtungen;

[0021] **Fig. 3** die Konfiguration von **Fig. 2** in stereometrischer Projektion;

[0022] **Fig. 4** eine beispielhafte geographische Situation, so wie sie von einem Satelliten aus gesehen wird;

[0023] **Fig. 5** einen Datenplan zur Verwendung für die Eingabe von Szenario-Daten;

[0024] **Fig. 6** ein Flußdiagramm bezüglich der Erzeugung eines tatsächlichen GPS-Simulationsszenarios.

[0025] **Fig. 1** zeigt eine fahrzeuggestützte GPS-Einrichtung. Der Kürze halber wurden alle das Fahrzeug selbst betreffenden Elemente weggelassen. Wie gezeigt, sendet der Satellit **20** nun ein Rundsendesignalmuster, das sich für die Verwendung in einem GPS-Positionsbestimmungssystem eignet. Die fahrzeuggestützte Antenne **22** empfängt das Signal, das dann in der Empfangseinrichtung **24** entsprechend verstärkt und gefiltert wird. Die so von mehreren, zum Beispiel vier, Satelliten empfangenen Signale werden in der Positionsbestimmungseinrichtung **26** zur Berechnung der tatsächlichen Position des Fahrzeugs verwendet. Der Klarheit halber erhält ein getrennter Prozessor **28** Benutzereingaben von der Einrichtung **30**, führt der Einrichtung **32** Benutzerausgaben zu und greift auf einen Datenspeicher **34** zu, der Kartendaten und weitere Daten enthalten kann, die für das Anwendungsgebiet geeignet wären. Die Einrichtung **26** kann auf einen Zentralprozessor **28** abgebildet werden. Mit einem solchen System könnte ein Benutzer anfordern, verschiedene Routen zu berechnen, und insbesondere eine optimale Route von einem Startpunkt zu einem Ziel, möglicherweise bei gegebenen verschiedenen zusätzlichen Anforderungen, wie zum Beispiel einer schnellsten oder malerischsten Route usw. Wenn eine berechnete Position gegeben ist, die sich nicht genau auf einer verzeichneten Straße befindet, wird das System in der Praxis häufig in der Lage sein, eine Korrektur auf diese Position anzuwenden, falls das Fahrzeug auf das Fahren auf einer Straße beschränkt wäre, wie zum Beispiel durch Berechnen der nächsten Position auf einer ordnungsgemäßen Straße. Falls diese Beschränkung nicht gilt, wie zum Beispiel für Geländefahrzeuge, wären die Anforderungen an die Genauigkeit der Berechnung höher, weil die obige Korrektur nicht durchführbar wäre.

[0026] **Fig. 2** zeigt eine beispielhafte geometrische Konfiguration von GPS-Satelliteneinrichtungen. Das Fahrzeug bei **48** sollte seine Position auf der Basis der Signale von vier Satelliten **40–46** berechnen, die sich an verschiedenen Winkelpositionen befinden. Die Satelliten **42** und **46** befinden sich nun an einer Winkelposition, an der keine Signalverschlechterung aufgrund terrestrischer Objekte auftritt. Für den Sa-

telliten **44** ist der kürzeste Weg durch eine Stadt **52** mit verschiedenen Hochhäusern. Dadurch könnten eine Dämpfung des Signals sowie verschiedene Reflexionsmuster entstehen, wodurch der anscheinende Abstand und die anscheinende Winkelposition, so wie sie von dem Fahrzeug „gesehen“ wird, von der Realität abweichen könnte. Die resultierende Berechnung der Fahrzeugposition könnte deshalb auch fehlerhaft sein. Ähnlich wird das Signal von dem Satelliten **40** durch den Berg **50** beeinflusst, und eine ähnliche Situation gilt im Fall des Satelliten **44**. Es werden nun verschiedene Algorithmen berücksichtigt, die die obigen negativen Einflüsse lindern würden, wie zum Beispiel Tiefpaßfilterung, wenn das Fahrzeug an der Stadt **52** vorbeifährt, ihre Effektivität ist aber nicht garantiert. Ein anderer Algorithmus würde auf der Auswahl zwischen redundanten Satelliten basieren. In Spezialfällen, wie zum Beispiel in einem Tunnel, würden die Signale von allen Satelliten blockiert. In diesem Fall könnte ein weniger perfektes Positionsbestimmungssystem verwendet werden, das zum Beispiel auf Kilometerzähler und Kompaß basiert. Bei Verlassen des Tunnels würde dies jedoch wieder eine sanfte Übernahme durch das Satelliten-system erfordern.

[0027] [Fig. 3](#) zeigt die Konfiguration von [Fig. 2](#) in stereometrischer Projektion. Hierbei sind horizontal die Kompaßrichtungen von 0° (linke Seite oder Westen in [Fig. 2](#)) im Uhrzeigersinn bis 360° gezeigt. Vertikal ist der Höhenwinkel von 0° (Erdboden) bis 90° (Vertikale) gezeigt. Wie gezeigt, weisen die Satelliten **40** und **44** eine relativ niedrige Höhe auf, wodurch sich die mit Bezug auf [Fig. 2](#) besprochenen Probleme potentiell verstärken würden. Die Satelliten **42** und **46** sind höher.

[0028] [Fig. 4](#) zeigt eine beispielhafte geographische Situation von einem Satelliten aus gesehen. Es ist ersichtlich, daß sich auf einem etwas hügeligen Terrain verschiedene Gebäude mit größerer oder kleinerer Höhe befinden. Straßen wurden durch gepunktete Linien angegeben. Die Situation wird als Veranschaulichung für die Möglichkeit zur Maskierung von Straßen sowie von außerhalb von Straßen gelegenen Regionen genommen. Das Problem wäre größer im Fall von Satelliten mit niedrigem Höhenwinkel und im Fall höherer und dichter beabstandeter Gebäude.

[0029] [Fig. 5](#) zeigt einen Datenplan zur Verwendung für die Eingabe von Szenariodaten. In dem Plan würde ein Benutzer Startort und Zeit (erste zwei Spalten (obere Zeile) und das Ziel (untere Zeile)) eingeben. Das System würde dann eine Sequenz von Zwischenorten und zugeordneten Zeitpunkten (einfach schraffiert) berechnen. Ferner würde das System Namen von Orten, zugeordnete Geschwindigkeit, geographische Einzelheiten, Satellitenempfangsparameter und geeignete Kommentare nachschlagen. Außerdem wird die Zielzeit berechnet. Mit den so prä-

sentierten Daten kann ein Benutzer sich dafür entscheiden, abzuändern, wie zum Beispiel durch Verlangsamung oder Befehlen eines Umwegs. Nach dem Beenden der Routenfindung wird der Rest der Berechnung wie nachfolgend besprochen bewirkt. Die Standorte könnten in Form von Straßen positionen angegeben werden, wie zum Beispiel „Fourth Avenue/42nd Street“ oder „Times Square“ oder auch in Form von Koordinatenwerten.

[0030] [Fig. 6](#) zeigt ein Flußdiagramm bezüglich der Erzeugung eines tatsächlichen GPS-Simulationsszenarios. Hier wird die Berechnung im allgemeinen in einer nicht-fahrzeuggestützten Einrichtung bewirkt. Relativ zu der Anordnung von [Fig. 1](#) ist die Verarbeitung im wesentlichen entsprechend, aber die Satellitensignale werden nicht gemessen, sondern intern von dem System abgeleitet.

[0031] Im Block **60** wird die Prozedur begonnen und die notwendige Hardware und Software wird zugewiesen. Im Block **62** wird der Bediener zur Eingabe der Standorte START und ZIEL und gegebenenfalls ZWISCHENSTANDORTE, STRASSENTYP und TYP des Fahrzeugs und/oder GESCHWINDIGKEIT aufgefordert. Als nächstes gibt der Benutzer im Block **64** die STARTZEIT ein. Als nächstes BERECHNET das System im Block **66** die ROUTE und liest zugeordnete Daten aus der digitalen Karte, die verfügbar ist. Als nächstes BERECHNET das System im Block **68** einen KORRIDOR auf jeder Seite der berechneten Straße oder Reiseroute. Die Breite b wird gemäß $b = b + \text{delta}$ berechnet, so daß also die Breite schrittweise durch Verwendung inkrementeller Schritte delta berechnet wird. Als nächstes liest das System im Block **70** GEO graphische DATEN aus der digitalen Karte, die der berechneten Route und dem Korridor zugeordnet sind.

[0032] Als nächstes wird im Block **72** die Route IN ABSCHNITTE UNTERTEILT, abhängig von den Parametern, die den GPS-Signalempfang beeinflussen würden, wie zum Beispiel Tunnel, bewaldete oder kahle Berge und Hügel, Hochhäuser, geräuschabsorbierende Wälle entlang der fraglichen Straße, Brücken usw. Im Block **74** findet jeder solche Abschnitt ein berechnetes GPS-Empfangsprofil bzw. eine Metrik. Jeder solche Abschnitt hätte jedoch ein gleichförmiges Ergebnis. Die Profile können aus einer Nachschlagetabelle gelesen oder online auf der Basis eines Satzes von Standardgleichungen berechnet werden. Zum Beispiel wird einem Tunnel eine Nullempfangsmetrik zugewiesen. In einer Standardstadt mit vierstöckigen Gebäuden werden Satelliten unterhalb einer bestimmten Höhe heruntergestuft, während andere nicht beeinflusst werden. In der Nähe eines steilen Berges werden Satelliten unterhalb der Berghöhe nur in der zugeordneten Richtung heruntergestuft. Abhängig von ihrer Position relativ zu Gebäuden kann außerdem eine Mehrwegeausbreitung auftre-

ten. Solche Mehrwegesituationen und andere Reflexionseffekte werden auch berücksichtigt werden.

[0033] Im Block **76** prüft das System, ob ALLE ABSCHNITTE behandelt worden sind. Wenn nicht, kehrt die Prozedur in einer Schleife zum Block **74** zurück. Andernfalls werden im Block **78** die Metriken für alle Abschnitte gewichtet, wie zum Beispiel proportional zu der Reisezeit für den fraglichen Abschnitt, und für alle Abschnitte werden die METRIKEN KOMBINIERT. Im Block **80** erkennt das System, ob die MAXIMALE BREITE des Korridors erreicht wurde. Wenn nicht, kehrt das System in einer Schleife zum Block **68** zurück. Dies würde heißen, daß, wenn ein schmaler Korridor bereits einen guten Empfang erlaubt, keine weitere Erweiterung des lokalen Korridors notwendig ist. Wenn dagegen ein schmaler Korridor einen Nullempfang ergeben würde, wie zum Beispiel im Fall eines Tunnels, wäre auch keine Erweiterung des Korridors nützlich. Tatsächlich würde eine Erweiterung des Korridors bewirken, daß Reflexionsquellen relevant werden oder stattdessen irrelevant bleiben, so daß die Metrik auf die bestmögliche Weise berechnet werden könnte. In bestimmten Fällen ist es möglich, daß es Hindernisse außerhalb der ersten, aber innerhalb der maximalen Korridorbreite gibt. In solchen Fällen können die inkrementellen Schritte delta vergrößert werden und die Suchrichtlinie kann verändert werden, um das Suchen in dem Korridor zu beschleunigen. Wenn der Korridor seinen Maximalwert erreicht hat, führt das System im Block **82** FINALISIERUNG AUF GESAMT-SIMULATIONS DATENbank durch, zur Präsentation für einen Benutzer in Form unverarbeiteter oder gesammelter Simulationsdaten. Als letztes wird im Block **84** die Konstruktion/Berechnung des GPS-Simulationsszenarios beendet und die zugewiesenen Einrichtungen werden gegebenenfalls freigegeben.

[0034] Wenn das Simulationsergebnis als eine Zwischeninformation für ein weiteres umfassendes Benutzersystem fungiert, würde einem solchen weiteren Benutzersystem **86** das Simulationsergebnis aus Block **82** zugeführt, um als Basis daraufhin eine nachfolgende Simulation auszuführen.

[0035] Die vorliegende Erfindung wurde mit Bezug auf bevorzugte Ausführungsformen offengelegt, die nicht als einschränkend, sondern als veranschaulichend betrachtet werden sollen, da für Fachleute zahlreiche Abänderungen erkennbar sind, die in den Schutzzumfang der angefügten Ansprüche fallen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erzeugung eines GPS-Simulationsszenarios zur Simulation eines Realitäts-Fahrexperiments entlang einer im Voraus spezifizierten Reiseroute damit, wobei das Verfahren durch die folgenden Schritte gekennzeichnet ist:

- Bereitstellen eines digitalisierten Kartendatensatzes, der eine die Reiseroute betreffende geographische Region umfaßt, und wobei der Datensatz Daten bezüglich statischer Umgebungsmerkmale enthält, die entlang der Reiseroute vorhanden sind;
- Bereitstellen dynamischer und/oder statischer Positions- und Übertragungsdaten bezüglich GPS-Satelliten, die potentiell für die GPS-gestützte Positionsbestimmung entlang der Reiseroute relevant sind;
- Spezifizieren eines Startzeitpunkts und einer geographischen Start- und Zielposition der Reiseroute und Berechnen verschiedener Fahrzeugrouten auf der Basis des digitalisierten Kartendatensatzes, und Bestimmen verschiedener Mengen von Fahrzeugknotenpositionen und zugeordneten Zeitpunkten entlang der Reiseroute aus den berechneten Routen;
- Berechnen verschiedener momentaner GPS-Qualitätsmetriken aus den dynamischen und/oder statischen Positions- und Übertragungsdaten bezüglich GPS-Satelliten und den entlang der Reiseroute vorhandenen statischen Umgebungsmerkmalen;
- und auf der Basis der verschiedenen GPS-Qualitätsmetriken und der zugeordneten Zeitpunkte, Berechnen einer Gesamt-GPS-Leistungsfähigkeitsdatengröße, die die Reiseroute betrifft.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine benutzergesteuerte Veränderung der berechneten Zeitpunkte und/oder Fahrzeugknotenpositionen entlang der Reiseroute ermöglicht wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Reiseroute in Abschnitte unterteilt wird, während die GPS-Qualitätsmetriken auf der Basis eines beliebigen einzelnen der Abschnitte berechnet werden.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Abschnitt einen im wesentlichen gleichförmigen Wert für seine Qualitätsmetrik aufweist.

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß seine Anwendung bezüglich Geländefahrzeugen ermöglicht wird, indem u.a. Abschnitte außerhalb von Straßen zugelassen werden.

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Gesamt-GPS-Leistungsfähigkeitsdatengröße in ein weiteres Benutzersystem eingespeist wird, um einen Benutzerleistungsfähigkeitsgrad des Benutzersystems zu prüfen.

7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß durch Anwenden von Variationen auf eine Testumgebung eine Anwendung zur Annäherung an einen ungünstigsten Fall erreicht wird.

8. Vorrichtung, die so angeordnet ist, daß sie ein

Verfahren nach Anspruch 1 implementiert, gekennzeichnet durch Erzeugungsmittel zur Erzeugung eines GPS-Simulationsszenarios zum Simulieren eines Realitäts-Fahrexperiments entlang einer im Voraus spezifizierten Reiseroute damit, und insbesondere umfassend:

- Kartendatenspeichermittel, die einen digitalisierten Kartendatensatz bereitstellen, der eine die Reiseroute betreffende geographische Region umfaßt, und wobei der Datensatz Daten bezüglich statischer Umgebungsmerkmale enthält, die entlang der Reiseroute vorhanden sind;
- Satellitendatenspeichermittel, die dynamische und/oder statische Positions- und Übertragungsdaten bezüglich GPS-Satelliten bereitstellen, die potentiell für die GPS-gestützte Positionsbestimmung entlang der Reiseroute relevant sind;
- erste Berechnungsmittel;
- Benutzereingabemittel, die die Spezifikation eines Startzeitpunkts und einer geographischen Start- und Zielposition der Reiseroute in die ersten Berechnungsmittel, die außerdem durch die Kartendatenspeichermittel gespeist werden, ermöglichen, wobei die ersten Berechnungsmittel verschiedene Fahrzeugrouten auf der Basis des digitalisierten Kartendatensatzes berechnen und aus den berechneten Routen verschiedene Sätze von Fahrzeugknotenpositionen und zugeordneten Zeitpunkten entlang der Reiseroute bestimmen;
- durch die ersten Berechnungsmittel und durch die Satellitendatenspeichermittel gespeiste zweite Berechnungsmittel, die aus den dynamischen und/oder statischen Positions- und Übertragungsdaten bezüglich GPS-Satelliten, den entlang der Reiseroute vorhandenen statischen Umgebungsmerkmalen und den verschiedenen Fahrzeugrouten verschiedene momentane GPS-Qualitätsmetriken berechnen,
- und auf der Basis der verschiedenen GPS-Qualitätsmetriken und zugeordneten Zeitpunkte eine Gesamt-GPS-Leistungsfähigkeitsdatengröße bezüglich der Reiseroute berechnen.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1

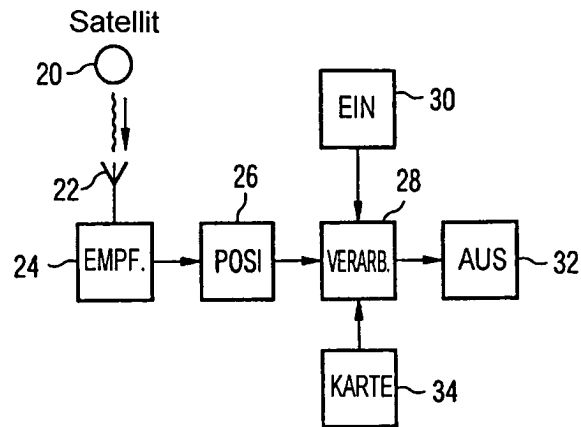


FIG 2

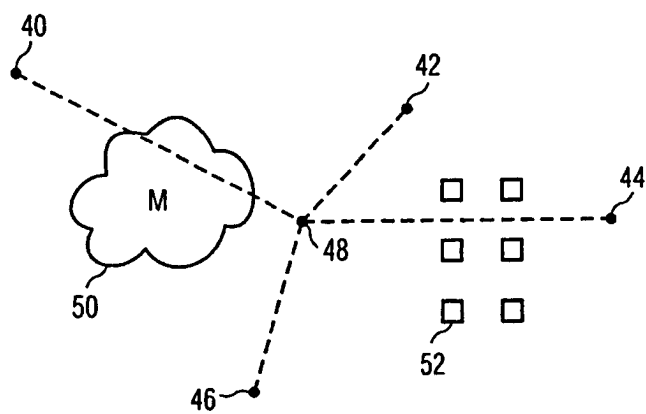


FIG 3

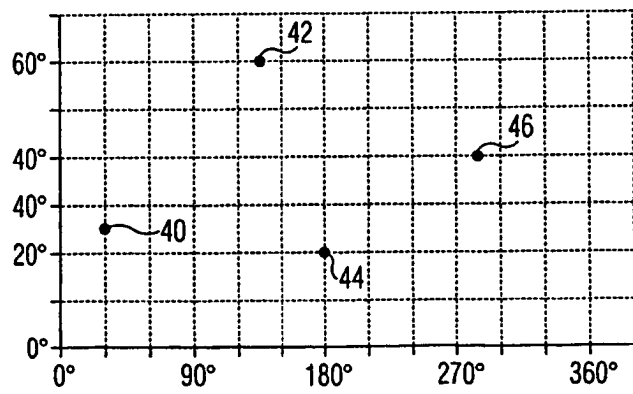


FIG 4

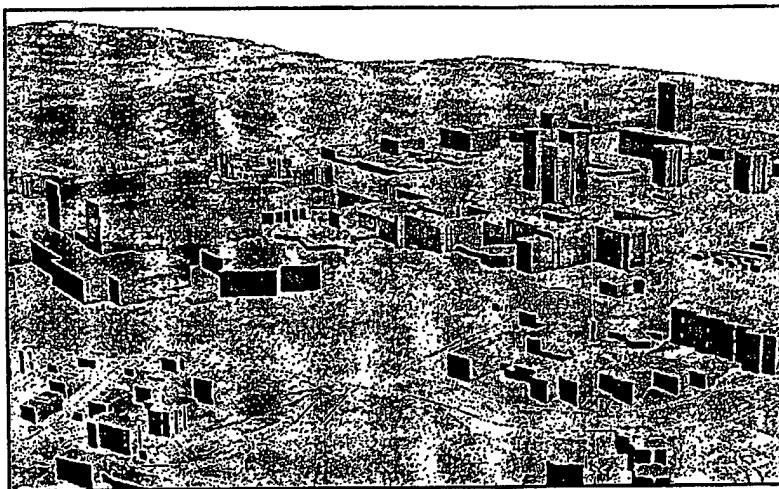


FIG 5

START	ZEIT	NAME	GEOGR	PARAM	GESCHWINDIG- KEIT	KOMMENTARE
ZIEL	ZEIT					

FIG 6

