

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
14. Mai 2009 (14.05.2009)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2009/059574 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
G01C 21/34 (2006.01) **G06Q 10/00** (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2008/001625
- (22) Internationales Anmeldedatum:
8. Oktober 2008 (08.10.2008)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2007 053 582.3
7. November 2007 (07.11.2007) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **NAVIGON AG** [DE/DE]; Schottmüllerstr. 20A, 20251 Hamburg (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **WEIS, Manfred** [DE/DE]; Am Festplatz 1d, 76316 Malsch (DE).
- (74) Anwalt: **BÖCK, Bernhard**; Advotec. Patent- und Rechtsanwälte, Beethovenstrasse 5, 97080 Würzburg (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR THE OPERATION OF A NAVIGATION SYSTEM

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM BETRIEB EINES NAVIGATIONSSYSTEMS

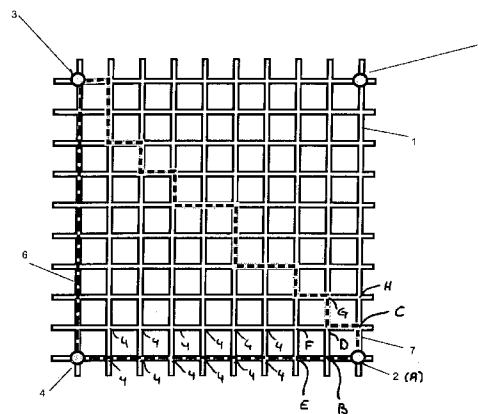


Fig. 1

(57) **Abstract:** The invention relates to a method for operating a navigation system in order to calculate a route (6) from a point of departure (2) to a destination (3). Said route (6) is composed of a succession of route segments (1) and intersections (4) between the route segments (1) and is selected from a database by means of a route calculation process, a geographical region being described in said database by a network of intersections (4) and route segments (1) that connect the intersections (4). Each route segment (1) between two intersections (4) is characterized by a distance cost value. When the route is calculated, a previous intersection, a distance cost attribute, and an equivalent route counter can be stored for each analyzed intersection. Furthermore, after initializing the intersections during the route calculation, calculations are made for the intersections in an iteration starting from the point of departure until all route segments (1) leading to the destination (3) have been covered at least once during the analysis.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb eines Navigationssystems zur Berechnung einer Route (6) von einem Startpunkt (2) zu einem Zielpunkt (3), wobei die Route (6) aus einer Folge von Streckensegmenten (1) und Knotenpunkten (4) zwischen den Streckensegmenten (1) besteht, die mit einem Routenberechnungsverfahren aus einer

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2009/059574 A1



TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- *mit internationalem Recherchenbericht*
- *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen*

Datenbank, in der ein geographisches Gebiet durch ein Netz von Knotenpunkten (4) und die Knotenpunkte verbindenden Streckensegmenten (1) beschrieben ist, selektiert wird, wobei jedes Streckensegment (1) zwischen zwei Knotenpunkten (4) durch einen Wegkostenwert charakterisiert ist, und wobei während der Routenberechnung zu jedem analysierten Knotenpunkt ein Vorgänger-Knotenpunkt, ein Wegkostenattribut und ein Gleichroutenzähler gespeichert werden können; und wobei während der Routenberechnung nach Initialisierung der Knotenpunkte in einer Iteration beginnend vom Startpunkt Berechnungen für die Knotenpunkte durchgeführt werden, bis alle Streckensegmente (1), die zum Zielpunkt (3) führen, bei der Analyse jeweils zumindest einmal durchlaufen worden sind.

Verfahren zum Betrieb eines Navigationssystems

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb eines Navigationssystems nach der Lehre des Anspruchs 1.

Kernfunktion bekannter Navigationssysteme ist die Berechnung von Routen von einem Startpunkt zu einem Zielpunkt. Grundlage dieser Berechnung sind dabei Datenbanken, in denen ein geographisches Gebiet durch ein Netz von Knotenpunkten und die Knotenpunkte verbindenden Streckensegmenten beschrieben ist. Bei diesem Netz kann es sich beispielsweise um das Straßennetz in einem bestimmten Gebiet, beispielsweise Deutschland, handeln.

Bekannte Routenberechnungsverfahren beruhen auf einer wellenförmigen Iteration ausgehend vom Startpunkt. Grundlage dieser Iteration ist es, dass zu jedem analysierten Knotenpunkt ein Vorgänger-Knotenpunkt und ein Wegkostenattribut gespeichert werden können. Der gespeicherte Vorgänger-Knotenpunkt verweist dabei auf den Knotenpunkt, der auf der Route jeweils vor dem analysierten Knotenpunkt liegt. Das Wegkostenattribut enthält Informationen über die charakteristische Größe, in deren Hinblick die Route optimiert werden soll. Als Wegkostenattribut werden

üblicherweise entweder die Streckenlänge einer Route oder die voraussichtliche Fahrtzeit einer Route verwendet. Als Wegkostenattribut kommen also alle Kriterien infrage, die eine sinnvolle Optimierung der Route während des Routenberechnungsverfahrens erlauben.

- 5 Die bekannten Iterationsverfahren zur Berechnung der Route können am Start- oder Zielpunkt begonnen werden, es werden entsprechend entweder Vorgänger des Zielpunktes oder Nachfolger des Startpunktes gewählt. Für das erfinderische Verfahren ist die Suchrichtung unerheblich. Begrifflich wird der erste Punkt der Suche als Startpunkt bezeichnet,
10 unabhängig davon, ob es sich um den Ausgangsort oder das Ziel des Benutzers handelt.

- Zunächst wird dann für den jeweils zu analysierenden Knotenpunkt, der im Folgenden als aktueller Vorgänger-Knotenpunkt bezeichnet wird, festgestellt, welche Knotenpunkte mit dem aktuell analysierten Knotenpunkt über Streckensegmente verbunden sind. Diese mit dem Vorgänger-Knotenpunkt verbundenen Knotenpunkte sollen nachfolgend als Nachfolger-Knotenpunkte bezeichnet werden. Die mit dem aktuellen Vorgänger-Knotenpunkt verbundenen Knotenpunkte werden als aktuelle Nachfolger-Knotenpunkte bezeichnet. Nachdem für den aktuell zu analysierenden
15 Vorgänger-Knotenpunkt alle aktuellen Nachfolger-Knotenpunkte, die über ein Streckensegment mit dem aktuellen Vorgänger-Knotenpunkt verbunden sind, festgestellt wurden, werden die einzelnen Nachfolger-Knotenpunkte iterativ analysiert.

- Sind alle Nachfolger-Knotenpunkte, die mit dem Startpunkt über Streckensegmente verbunden sind, vollständig analysiert, wird zu diesen
25 Knotenpunkten im nächsten Iterationsschritt übergegangen. Das heißt die Nachfolger-Knotenpunkte des ersten Iterationsschritts werden die Vorgänger-Knotenpunkte des zweiten Iterationsschritts. Auch zu diesen neuen Vorgänger-Knotenpunkten werden dann alle Nachfolger-Knotenpunkte, die jeweils über Streckensegmente mit den Vorgänger-Knotenpunkten verbunden sind, festgestellt und nacheinander analysiert. Diese
30

Iterationsschritte werden fortgesetzt, bis die Iterationsfront, die sich wellenförmig in alle Richtungen ausbreitet, den Zielpunkt erreicht hat. Sobald der Zielpunkt erreicht ist, wird die Iteration abgebrochen. Nach Abbruch der Iteration ergibt sich die im Hinblick auf das Wegkostenkriterium optimierte Route zwischen Startpunkt und Zielpunkt als Folge von Streckensegmenten, die ausgehend vom Zielpunkt jeweils von einem Knotenpunkt zu dem in diesem Knotenpunkt gespeicherten Vorgänger-Knotenpunkt führen. Das bedeutet mit anderen Worten, zur Selektion der die Route bildenden Streckensegmente werden als erstes der im Zielpunkt gespeicherte Vorgänger-Knotenpunkt und das der Verbindung zwischen Zielpunkt und gespeichertem Vorgänger-Knotenpunkt zugeordnete Streckensegment selektiert. Anschließend wird im ersten Vorgänger-Knotenpunkt der gespeicherte zweite Vorgänger-Knotenpunkt festgestellt und das dieser Verbindung zugeordnete Streckensegment selektiert. Diese Kette wird fortgesetzt, bis der Startpunkt erreicht ist. Die dabei selektierte Gesamtheit von Streckensegmenten ergibt die im Hinblick auf die Wegkosten optimierte Route.

Ein Problem der bekannten Routenberechnungsiteration ergibt sich bei Mehrdeutigkeiten im Hinblick auf das ausgewertete Wegkostenkriterium. Wird als Wegkostenkriterium beispielsweise die Streckenlänge ausgewertet und ergeben sich für mehrere Routenalternativen gleiche bzw. nahezu gleiche Streckenlängen, so kann der Routenberechnungsalgorithmus diese Mehrdeutigkeit nicht auflösen. Im Rahmen der Knotenpunktiteration bedeutet dies, dass bei Gleichheit der Summe aus dem Wegkostenattribut des aktuellen Vorgänger-Knotenpunkts und dem Wegkostenwert des Streckensegments zwischen dem aktuellen Vorgänger-Knotenpunkt und dem aktuellen Nachfolger-Knotenpunkt einerseits und dem zum aktuellen Nachfolger-Knotenpunkt bereits gespeicherten Wegkostenattribut eine Änderung des im Nachfolger-Knotenpunkt gespeicherten Vorgänger-Knotenpunkts nicht vorgenommen wird. Im Ergebnis muss also eine bei der Analyse auftretende neue Wegalternative immer besser sein, um als neue Wegalternative gespeichert zu werden. Ist die neue

betrachtete Routenalternative dagegen nur ungefähr gleich gut, bleibt die bisher gespeicherte Wegalternative gespeichert.

- Da also Mehrdeutigkeit im Hinblick auf das betrachtete Wegkostenkriterium durch die bekannten Routenberechnungsverfahren nicht aufgelöst wird, wird dem Benutzer im Falle von im Hinblick auf das ausgewertete Wegkostenkriterium mehreren gleichwertigen Routenalternativen eine Routenalternative angeboten, deren Auswahl letztendlich zufällig ist und davon abhängt, welche von den mehreren gleichwertigen Routenalternativen bei der Routenberechnungsiteration als erstes aufgefunden wurde.
- 10 Im Ergebnis können die bekannten Routenberechnungsverfahren also Mehrdeutigkeiten der bezüglich des betrachteten Wegkostenmaßes optimalen Routen durch alleinige Auswertung des Routinggraphen nicht auflösen. Dies ist insbesondere von Nachteil, wenn das analysierte Straßennetz eine ausgeprägte Gitterstruktur aufweist. Dies ist insbeson-
- 15 dere in nordamerikanischen Städten mit weitgehend rechtwinkligem Straßennetz und zwischen dem Straßennetz angeordneten Häuserblöcken der Fall. Bei solchen rechtwinkligen Straßennetzen ergibt sich zwischen zwei Punkten des Straßennetzes eine Vielzahl von im Hinblick auf das Wegkostenmaß, insbesondere im Hinblick auf die Streckenlänge, weitge-
- 20 hend identischen Routenalternativen. Diese im Hinblick auf das Wegkostenmaß gleichwertigen Routenalternativen sind jedoch im Blickwinkel des Benutzers nicht gleichwertig. Denn der Benutzer wünscht sich bei Routenalternativen mit jeweils identischer Streckenlänge nach Möglichkeit eine solche Route, die möglichst wenig Abbiegemanöver enthält. Um
- 25 aus den im Hinblick auf das Wegkostenmaß gleichwertigen Routenalternativen die Route auszuwählen, die möglichst wenig Abbiegemanöver enthält, wäre eine Geometrieanalyse des Routengraphen der verschiedenen Routenalternativen denkbar. Eine derartige Geometrieanalyse zur Feststellung der Abbiegewinkel in der Summe beim Durchfahren des
- 30 Routengraphen ist jedoch außerordentlich rechenzeitaufwendig und bedingt außerdem die Speicherung von entsprechenden Geometriedaten

in der Datenbank zur Beschreibung des geographischen Gebiets. Eine solche geometrische Analyse der verschiedenen im Hinblick auf das Wegkostenmaß im Wesentlichen gleichwertigen Routenalternativen ist somit aus praktischen Erwägungen nicht möglich.

5 Ausgehend von diesem Stand der Technik ist es deshalb Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein neues Verfahren zum Betrieb eines Navigationssystems vorzuschlagen, mit dem Mehrdeutigkeiten im Hinblick auf das betrachtete Wegkostenmaß sinnvoll und mit einfachen Mitteln aufgelöst werden können.

10 Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren nach der Lehre der beiden Hauptansprüche gelöst.

Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Das erfindungsgemäße Verfahren beruht auf der Grundprämisse, dass zu
15 jedem analysierten Knotenpunkt nicht nur jeweils ein Vorgänger-Knotenpunkt und ein Wegkostenattribut gespeichert werden kann, sondern auch noch ein Gleichroutenzähler eingeführt wird. Dieser Gleichroutenzähler dient erfindungsgemäß dazu, bei der Analyse der einzelnen Knotenpunkte jeweils festhalten zu können, wie viele im Hinblick auf
20 das Wegkostenmaß gleichwertige Routen vom Startpunkt zu dem jeweils analysierten Punkt führen. Die Gleichwertigkeit zweier Routen kann beispielsweise darin liegen, dass die Wegstrecke vom Startpunkt zu dem jeweils analysierten Punkt oder die erforderliche Fahrtzeit vom Startpunkt zu dem jeweils analysierten Punkt im Wesentlichen für beide
25 Routen gleich groß ist. Im Gleichroutenzähler wird also die Information festgehalten, wie viele gleichwertige Routen, also beispielsweise gleich lange oder gleich schnelle Routen, die vom Startpunkt zu dem jeweils analysierten Punkt führen, bei der Routenanalyse bereits aufgefunden worden sind.

Es kann bewiesen werden, dass die Anzahl von gleichwertigen Routenalternativen signifikant mit der Anzahl von notwendigen Abbiegemanövern zum Erreichen dieses Punktes korreliert. Somit kann diese Anzahl dazu genutzt werden, bei Mehrdeutigkeiten im Hinblick auf das primär zu betrachtende Wegkostenmaß eine zielgerichtete Entscheidung zwischen den gleichwertigen Routenalternativen zu treffen. In welche Richtung die Entscheidung dabei ausfällt, hängt von der Präferenz des Benutzers ab.

Wünscht der Benutzer eine Optimierung der Route bei Mehrdeutigkeiten im Hinblick auf das primär betrachtete Wegkostenmaß im Hinblick auf eine Vermeidung von Abbiegemanövern, so wird während der Routenberechnung die Route ausgewählt, bei der der Gleichroutenzähler minimiert wird. Im Ergebnis heißt das, dass für im Hinblick auf das primäre Wegkostenmaß gleichwertige Routenalternativen die Route bevorzugt wird, die möglichst wenig Abbiegemanöver enthält. Dies ist insbesondere beim Befahren von Städten mit einem Straßennetz mit ausgeprägter Gitterstruktur von Vorteil, da die dabei auftretenden Mehrdeutigkeiten im Hinblick auf das häufig verwendete Wegkostenmaß der Wegstreckenlänge durch den erfindungsgemäßen Gleichroutenzähler dadurch aufgelöst werden, dass eine Route mit möglichst wenig Abbiegemanövern selektiert wird.

Auch der umgekehrte Fall der Maximierung des Gleichroutenzählers bei der iterativen Auswahl der Routenalternativen ist denkbar und sinnvoll. Wird beispielsweise eine Route mit möglichst vielen Abbiegemanövern gesucht, beispielsweise eine kurvenreiche Strecke für Motorräder, kann dieses Verfahren vorteilhaft angewandt werden.

Bei der erfindungsgemäßen Iteration werden die Iterationsschritte dahingehend erweitert, dass bei jeder Analyse eines aktuellen Nachfolger-Knotenpunkts zusätzlich darüber entschieden werden muss, ob ein Gleichpunkt vorliegt.

Für den Fall, dass bei der Analyse des Nachfolger-Knotenpunkts festgestellt wird, dass ein Gleichpunkt vorliegt, also die neu analysierte Routenalternative gleichwertig zu der bisher gespeicherten Routenalternative ist, wird der im Nachfolger-Knotenpunkt gespeicherte Vorgänger-Knotenpunkt abhängig vom Vergleich der Gleichroutenzähler umgespeichert oder nicht. Der Vergleich der Gleichroutenzähler erfolgt dabei jeweils zwischen dem Gleichroutenzähler des aktuellen Vorgänger-Knotenpunkts und dem Gleichroutenzähler des zu dem Gleichpunkt bereits gespeicherten alten Vorgänger-Knotenpunkts. Dabei gibt es zwei
10 Verfahrensvarianten.

Wird eine Route mit möglichst wenigen Abbiegemanövern gesucht, so wird der gespeicherte Vorgänger-Knotenpunkt nur dann umgespeichert, wenn der Gleichroutenzähler des aktuellen Vorgänger-Knotenpunkts kleiner ist als der zum alten Vorgänger-Knotenpunkt bereits gespeicherte
15 Gleichroutenzähler. Dem liegt die Überlegung zugrunde, dass ein kleinerer Gleichroutenzähler auf eine Routenalternative mit weniger Abbiegemanövern hinweist. Wird dagegen festgestellt, dass der Gleichroutenzähler des aktuellen Vorgänger-Knotenpunkts größer ist als der Gleichroutenzähler des alten Vorgänger-Knotenpunkts, so wird keine Änderung an
20 der Speicherung des im Nachfolger-Knotenpunkts gespeicherten Vorgänger-Knotenpunkts vorgenommen, da dies auf eine Routenalternative mit einer höheren Anzahl von Abbiegemanövern hinweist.

Wird dagegen eine Strecke mit möglichst vielen Kurven gesucht, erfolgt die Umspeicherung des am Nachfolger-Knotenpunkt gespeicherten
25 Vorgänger-Knotenpunkts nach umgekehrten Kriterien. Das heißt eine Umspeicherung erfolgt in diesem Falle gerade nur dann, wenn der Gleichroutenzähler des aktuellen Vorgänger-Knotenpunkts größer ist als der Gleichroutenzähler des alten Vorgänger-Knotenpunkts, da nur dies auf eine Strecke mit mehr Abbiegemanövern hinweist.

30 Unabhängig davon, ob eine Umspeicherung des am Nachfolger-Knotenpunkt gespeicherten Vorgänger-Knotenpunkts erfolgt, wird bei Feststel-

lung der Gleichwertigkeit der Streckenalternativen im Hinblick auf das Wegkostenattribut jeweils der Gleichroutenzähler des aktuellen Nachfolge-Knotenpunkts umgespeichert. Der neu zu speichernde Gleichroutenzähler des Nachfolger-Knotenpunkts ergibt sich dabei aus der Summe des
5 Gleichroutenzählers des aktuellen Vorgänger-Knotenpunkts und des bisher im Nachfolge-Knotenpunkt gespeicherten Gleichroutenzählers. Dem liegt die Überlegung zugrunde, dass die festgestellten Routenalternativen alle gleichwertig sind im Hinblick auf das Wegkostenkriterium.

Wird bei der Analyse festgestellt, dass es sich nicht um Gleichpunkte
10 handelt, sind entsprechend andere Umspeicherungen erforderlich, die nachfolgend als bevorzugte Verfahrensvarianten erläutert werden.

Ist bei dem aktuellen Nachfolger-Knotenpunkt noch kein Vorgänger-Knotenpunkt gespeichert, so wurde dieser Nachfolger-Knotenpunkt im Rahmen der Routenberechnungsiteration noch nicht analysiert. Ein
15 solcher neuer Nachfolger-Knotenpunkt (Neupunkt) taucht also in der Analyse erstmals auf. In diesem Falle wird zu dem Neupunkt der aktuelle Vorgänger-Knotenpunkt als Vorgänger-Knotenpunkt in der Analysedatenbank gespeichert. Als Wegkostenattribut des Neupunkts wird die Summe aus dem Wegkostenattribut des aktuellen Vorgänger-Knotenpunkts und dem Wegkostenwert des Streckensegments zwischen dem
20 aktuellen Vorgänger-Knotenpunkt und dem aktuell noch Nachfolger-Knotenpunkt gespeichert. Wird bei der Routenberechnung beispielsweise auf die kürzeste Strecke zwischen Startpunkt und Zielpunkt hin optimiert, so bedeutet dies, dass als Wegkostenattribut die Streckenlänge zum Erreichen des Vorgänger-Knotenpunkts mit der Streckenlänge des
25 Streckensegments zwischen Vorgänger-Knotenpunkt und Nachfolger-Knotenpunkt aufaddiert und dann für den aktuellen Nachfolger-Knotenpunkt gespeichert wird.

Im Falle der Neuanalyse eines Nachfolger-Knotenpunkts (Neupunkt)
30 wird also der Gleichroutenzähler des aktuellen Vorgänger-Knotenpunkts der auch als Vorgänger-Knotenpunkt des aktuellen Nachfolger-Knoten-

punkts gespeichert wird, übernommen. Dem liegt die Überlegung zugrunde, dass der Neupunkt noch nicht analysiert wurde, so dass die Anzahl von gleichwertigen Streckenalternativen zu diesem Neupunkt letztendlich der Anzahl von Streckenalternativen im Erreichen des
5 Vorgängerknotenpunkts entspricht.

Außerdem können alle aktuellen Nachfolger-Knotenpunkte, die nicht Gleichpunkte sind, selektiert werden, bei denen bereits ein Vorgänger-Knotenpunkt gespeichert ist, was bedeutet, dass diese Knotenpunkte während der Routenberechnungsiteration bereits zumindest einmal
10 analysiert worden sind. Für diesen Fall sind zwei Unterfälle zu unterscheiden.

Wurde ein Knotenpunkt in der Routenberechnungsiteration bereits analysiert und ist ein Vorgänger-Knotenpunkt bereits gespeichert, so wird der Wert des am aktuellen Nachfolger-Knotenpunkt gespeicherten
15 Wegkostenattributs mit der Summe aus dem Wegkostenattribut des aktuellen Vorgänger-Knotenpunkts und dem Wegkostenwert des Streckensegments zwischen dem aktuellen Vorgänger-Knotenpunkt und dem aktuellen Nachfolger-Knotenpunkt verglichen. Ist die Summe aus dem Wegkostenattribut des aktuellen Vorgänger-Knotenpunkts und dem
20 Wegkostenwert des Streckensegments zwischen dem aktuellen Vorgänger-Knotenpunkt und dem aktuellen Nachfolger-Knotenpunkt größer als das zum aktuellen Nachfolger-Knotenpunkt bereits gespeicherte Wegkostenattribut, so bedeutet dies, dass die aktuell analysierte Routenalternative höhere Wegkosten, also beispielsweise eine längere Wegstrecke
25 bzw. eine längere Wegdauer, verursachen würde. In diesem Falle wird diese Routenalternative verworfen und am aktuellen Nachfolger-Knotenpunkt (Schlechterpunkt) keine Änderung des gespeicherten Vorgänger-Knotenpunkts und keine Änderung des gespeicherten Wegkostenattributs vorgenommen.

30 Handelt es sich bei dem Nachfolger-Knotenpunkt um einen Schlechterpunkt, d.h. um einen Knotenpunkt, der im Hinblick auf das Wegkosten-

attribut keine Vorteile bietet, so wird diese Wegalternative von vorne-
herein verworfen, und eine Änderung des Gleichroutenzählers des aktuel-
len Nachfolger-Knotenpunkts wird nicht vorgenommen.

Wird bei der Analyse des aktuellen Nachfolger-Knotenpunkts dagegen
5 festgestellt, dass die Summe aus dem Wegkostenattribut des aktuellen
Vorgänger-Knotenpunkts und dem Wegkostenwert des Streckensegments
zwischen aktuellem Vorgänger-Knotenpunkt und dem aktuellen Nachfol-
ger-Knotenpunkt kleiner ist als das zum aktuellen Nachfolger-Knoten-
punkt bereits gespeicherte Wegkostenattribut, so bedeutet dies, dass eine
10 im Hinblick auf das betrachtete Wegkostenkriterium vorteilhaftere
Routenalternative gefunden ist. In diesem Falle wird zu dem aktuellen
Nachfolger-Knotenpunkt (Besserpunkt) der aktuelle Vorgänger-Knoten-
punkt als Vorgänger-Knotenpunkt gespeichert. Weiter wird die Summe
aus dem Wegkostenattribut des aktuellen Vorgänger-Knotenpunkts und
15 dem Wegkostenwert des Streckensegments zwischen dem aktuellen
Vorgänger-Knotenpunkt und dem aktuellen Nachfolger-Knotenpunkt als
neues Wegkostenattribut des aktuellen Nachfolger-Knotenpunkts gespei-
chert.

Wird also bei der Analyse des aktuellen Nachfolger-Knotenpunkts
20 festgestellt, dass sich eine bessere Routenalternative aus der Verbindung
zwischen dem aktuellen Vorgänger-Knotenpunkt und dem aktuellen
Nachfolger-Knotenpunkt ergibt (Besserpunkt), so wird der bisher gespei-
cherte Gleichroutenzähler verworfen und der Gleichroutenzähler des
aktuellen Vorgänger-Knotenpunkts als neuer Gleichroutenzähler des
25 aktuellen Nachfolger-Knotenpunkts übernommen. Dem liegt die Überle-
gung zugrunde, dass bei diesem Fall die neue Routenalternative über den
aktuellen Vorgänger-Knotenpunkt zu bevorzugen ist und deshalb der alte
Gleichroutenzähler verworfen und der Gleichroutenzähler des aktuellen
Vorgänger-Knotenpunkts als neuer Gleichroutenzähler gespeichert wird.

30 Sobald die Iteration den Zielpunkt erreicht, wird dann wiederum die
Route aus den Streckensegmenten zusammengestellt, die sich aus den in

den Knotenpunkten jeweils gespeicherten Vorgänger-Knotenpunkten ergeben.

- Während der Routenberechnungsiteration wird ein Vergleich der Wegkostenattribute durchgeführt, um entscheiden zu können, ob eine neue
- 5 Routenalternative im Hinblick auf das Wegkostenkriterium Vorteile bzw. Nachteile bringt oder gleichwertig ist. Es handelt sich dabei um einen quantitativen Vergleich. Um dabei zu verhindern, dass im Wesentlichen gleich große Wegkostenattribute als ungleich bewertet werden, kann ein Wegkostentoleranzwert eingeführt und vorgegeben werden. Wird die
- 10 Summe aus dem Wegkostenattribut des aktuellen Vorgänger-Knotenpunkts und dem Wegkostenwert des Streckensegments zwischen dem aktuellen Vorgänger-Knotenpunkt und dem aktuellen Nachfolger-Knotenpunkt (Wegkostenattributwert 1) einerseits und dem zum aktuellen Nachfolger-Knotenpunkt gespeicherten Wegkostenattribut (Wegkostenattribut Wert 2) andererseits miteinander verglichen, so wird mit
- 15 dieser Verfahrensvariante die Gleichheit von Wegkostenwert 1 und Wegkostenwert 2 festgestellt, wenn die Differenz zwischen Wegkostenwert 1 und Wegkostenwert 2 innerhalb des Wegkostentoleranzwerts liegt. Im Ergebnis bedeutet die Wegkostentoleranz also eine Unschärfe, bei der
- 20 die Gleichheit der zu vergleichenden Wegkostenwerte festgestellt wird, wenn sie innerhalb des Unschärfebereichs liegt. Dadurch können insbesondere infinitesimale Unterschiede, die ansonsten bereits zur Feststellung der Ungleichheit der zu vergleichenden Werte führen würden, ausgefiltert und als Gleichwerte festgestellt werden.
- 25 Auch für den durchzuführenden Vergleich der Gleichroutenzähler kann ein Toleranzwert eingeführt werden. Dadurch wird innerhalb des durch den Gleichroutenzähler-Toleranzwert definierten Unschärfebereichs jeweils die Gleichheit der zu vergleichenden Gleichroutenzähler festgestellt.
- 30 Vor der Durchführung des erfindungsgemäßen Iterationsverfahrens müssen die zu analysierenden Knotenpunkte in definierter Weise initiali-

siert werden. Die Initialisierung des Startpunkts sollte dabei bevorzugt in der Weise geschehen, dass als Vorgänger-Knotenpunkt der Startpunkt selbst, als Wegkostenattribut der Wert 0 und als Gleichroutenzähler der Wert 1 gespeichert wird.

- 5 Für alle anderen Knotenpunkte kann die Initialisierung in der Weise erfolgen, dass als Vorgänger-Knotenpunkt eine leere Zelle gespeichert wird, als Wegkostenattribut eine leere Zelle oder ein großer Anfangswert (INF), der jedenfalls größer ist als der maximal zu erwartende Wegkostenwert, gespeichert wird, und als Gleichroutenzähler der Wert 0 gespeichert wird.
- 10

Die Datenbanken zur Beschreibung eines geographischen Gebiets durch ein Netz von Knotenpunkten und die Knotenpunkte verbindenden Streckensegmenten sind vielfach sehr hierarchisch aufgebaut, d.h. es gibt Strecken höherer Hierarchieebene und solche niedrigerer Hierarchieebene.

15 ne. Die Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens unter Einbezug des Gleichroutenzählers ist dabei vielfach nicht auf allen Hierarchieebenen gleich sinnvoll. Nach einer bevorzugten Verfahrensvariante ist deshalb vorgesehen, dass abhängig von der Hierarchieebene die Auswertung der Gleichroutenzähler wahlweise durchgeführt wird oder unter-

20 bleibt. Bevorzugt sollte die Auswertung der Gleichroutenzähler auf Straßennetzen der unteren Hierarchieebenen durchgeführt werden, da Gitterstrukturen mit der Gefahr unschöner Zickzack-Routen überwiegend in kleinteiligen Siedlungsgebieten anzutreffen sind.

Gemäß der erfindungsgemäßen Grundvariante des Navigationsverfahrens wird der Gleichroutenzähler eines alten Vorgänger-Knotenpunkts dahingehend ausgewertet, ob er größer oder kleiner dem Gleichroutenzähler des aktuellen Vorgänger-Knotenpunkts ist. Allerdings kann es auch bei diesem Vergleich zu Mehrdeutigkeiten in dem Sinne kommen, dass die beiden zu vergleichenden Werte gleich groß sind. Diese Fälle der

25

30 Gleichwertigkeiten zweier Routenalternativen auch im Hinblick auf den Gleichroutenzähler sollten festgestellt werden, um dadurch weitere

Analysen zu ermöglichen. Knotenpunkte, bei denen sich eine solche Gleichheit sowohl im Hinblick auf das primäre Wegkostenkriterium, also auch im Hinblick auf den Gleichroutenzähler, ergibt, werden nachfolgend als Doppeltgleichpunkte bezeichnet.

- 5 Wird ein Doppeltgleichpunkt festgestellt, stehen unterschiedliche Strategien zur Umspeicherung der Werte für den Vorgänger-Knotenpunkt, des Wegkostenattributs und des Gleichroutenzählers zur Verfügung. Nach der einfachsten Verfahrensvariante wird bei Feststellung eines Doppeltgleichpunkts keine Änderung am Vorgänger-Knotenpunkt vorgenommen.
- 10 Alternativ dazu kann auch eine Umspeicherung des Vorgänger-Knotenpunkts vorgenommen werden und der aktuelle Vorgänger-Knotenpunkt als neuer Vorgänger-Knotenpunkt des aktuellen Nachfolger-Knotenpunkts gespeichert werden. Hinsichtlich des Wegkostenattributs des aktuellen Nachfolger-Knotenpunkts wird keine Änderung vorgenommen.
- 15 Der Gleichroutenzähler des aktuellen Nachfolger-Knotenpunkts ergibt sich immer aus der Summe des Gleichroutenzählers des aktuellen Vorgänger-Knotenpunkts und des bisher gespeicherten Gleichroutenzählers.

- Wird gemäß der einfachsten Verfahrensvariante bei Feststellung eines Doppeltgleichpunkts keine Änderung des zum Nachfolger-Knotenpunkts
- 20 gespeicherten Vorgänger-Knotenpunkts gespeichert bzw. einfach der aktuelle Vorgänger-Knotenpunkt als neuer Vorgänger-Knotenpunkt gespeichert, so wird die Mehrdeutigkeit der Doppeltgleichpunkte letztendlich zufällig aufgelöst. Dies bedeutet mit anderen Worten, dass in diesem Fall eine der beiden Routen ausgewählt wird, ohne dass es dafür
 - 25 eine inhaltliche Begründung gibt. Um den Fahrkomfort des Benutzers bei Benutzung der durch die Routenberechnung ermittelten Route noch weiter zu erhöhen, kann aber auch ein anderer Weg beschritten werden. So kann bei Feststellung eines aktuellen Nachfolger-Knotenpunkts, der die Bedingungen für einen Doppeltgleichpunkt erfüllt, eine topographi-
 - 30 sche Analyse der zumindest zwei Routentopographien, die vom Startpunkt zum aktuellen Nachfolger-Knotenpunkt führen, durchgeführt

- werden. Durch diese topographische Analyse kann beispielsweise festgestellt werden, ob die zu vergleichenden Routentopographien sich hinsichtlich der Anzahl von Rechtsabbiegemanövern und Linksabbiegemanövern unterscheiden. Denn in Ländern mit Rechtsverkehr werden
- 5 regelmäßig Rechtsabbiegemanöver gegenüber Linksabbiegemanövern bevorzugt. In Ländern mit Linksverkehr gilt gerade das Umgekehrte. Durch eine entsprechende topographische Analyse der Routentopographien können diese Unterschiede ermittelt und bei der Entscheidung für eine der beiden Routen berücksichtigt werden.
- 10 Eine topographische Analyse von Routentopographien ist allerdings durchaus rechenzeitaufwendig und erfordert vielfach entsprechendes Datenmaterial. Um bei Feststellung von Doppeltgleichpunkten auch in einfacher Weise ein weiteres Entscheidungskriterium zur Verfügung zu stellen, wird nach einer weiteren bevorzugten Verfahrensvariante vorgeschlagen,
- 15 dass bei Feststellung von Doppeltgleichpunkten der Startpunkt, der der Analyse zugrunde liegt, auf einen neuen Startpunkt verschoben wird. Die Verschiebung des neuen Startpunkts erfolgt dabei abhängig von der Fahrtrichtung am Startpunkt. Das heißt mit anderen Worten, der neue Startpunkt wird in Richtung der Fahrtrichtung bzw. entgegen der
- 20 Fahrtrichtung am ursprünglichen Startpunkt verschoben. Anschließend wird die Analyse zum Doppeltgleichpunkt unter Annahme des neuen, in oder entgegen der Fahrtrichtung verschobenen Startpunkts wiederholt. Dieser Verfahrensvariante liegt die Überlegung zugrunde, dass eine infinitesimal kleine Verschiebung des Startpunkts in Fahrtrichtung bzw.
- 25 entgegen der Fahrtrichtung für den Benutzer eines Fahrzeugs keinerlei Probleme darstellen würde, wohingegen eine Verschiebung quer zur Fahrtrichtung bereits ein Abbiegemanöver notwendig macht. Durch die infinitesimal kleine Verschiebung des Startpunkts in Richtung des neuen Startpunkts kann also festgestellt werden, ob bereits diese kleine Änderung
- 30 des Startpunkts anschließend zu einem eindeutigen Ergebnis für die Routenwahl führt.

Für den Abbruch der Iteration zu Routenberechnung können unterschiedliche Kriterien definiert werden. Bevorzugt wird die Iteration immer dann abgebrochen, wenn alle Streckensegmente, die zum Zielpunkt führen, bei der Analyse jeweils zumindest einmal durchlaufen worden
5 sind.

Verschiedene Aspekte der Erfindung sind in den Zeichnungen schematisch dargestellt und werden nachfolgend beispielhaft erläutert.

Es zeigen:

- Fig. 1 ein geographisches Gebiet mit gitternetzförmigem Straßennetz
10 in schematisierter Ansicht von oben;
- Fig. 2 eine schematisierte Graphik zur Darstellung eines ersten
Verfahrensschritts des erfindungsgemäßen Verfahrens;
- Fig. 3 eine schematisierte Graphik zur Veranschaulichung eines
zweiten Verfahrensschritts eines erfindungsgemäßen Verfah-
15 rens;
- Fig. 4 eine schematisierte Graphik zur Veranschaulichung eines
dritten Verfahrensschritts eines erfindungsgemäßen Verfah-
rens;
- Fig. 5 eine schematisierte Graphik zur Veranschaulichung eines
20 weiteren Verfahrensschritts eines erfindungsgemäßen Verfah-
rens;
- Fig. 6 eine schematisierte Graphik zur Veranschaulichung eines
weiteren Verfahrensschritts eines erfindungsgemäßen Verfah-
rens.
- 25 Fig. 1 zeigt beispielhaft ein geographisches Gebiet zur Verdeutlichung
der Problemstellung, die durch das erfindungsgemäße Verfahren gelöst
werden soll. Das aus Streckensegmenten 1 und dazwischen liegenden

Knotenpunkten 4 aufgebaute Straßennetz weist eine gitterförmige Struktur auf, wobei die Streckenlänge der Streckensegmente 1 im Beispiel jeweils gleich lang ist. Wird mit einem Routenberechnungsverfahren eine möglichst kurze Route zwischen einem Startpunkt 2 und einem Zielpunkt 3 gesucht und entsprechend bei der iterativen Analyse die Streckenlänge der Streckensegmente 1 als Wegkostenkriterium ausgewertet, so ergibt sich aufgrund der jeweils gleichen Streckenlänge der einzelnen Streckensegmente 1 eine Vielzahl von gleichwertigen Routen.

Beispielhaft sind in Fig. 1 die Route 6 und die Route 7 strichliniert angezeigt, die jeweils vom Startpunkt 2 zum Zielpunkt 3 führen und jeweils das gleiche Wegkostenmaß von 18 Streckenlängen der einzelnen Streckensegmente 1 ergeben. Bei Durchführung eines herkömmlichen Routenberechnungsverfahrens würden die Routen 6 und 7 als gleichwertig angenommen werden, und der Routenberechnungsalgorithmus würde zufällig eine der beiden Routen auswählen. Bei Betrachtung der Routen 6 und 7 ist es jedoch offensichtlich, dass der Benutzer bevorzugt die Route 6 benutzen wird, da diese Route erheblich weniger Abbiegemanöver als die Route 7 erfordert. Mittels der Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens soll diese Mehrdeutigkeit aufgelöst werden. Die Vorgehensweise dazu wird anhand der Graphiken in Fig. 2 bis Fig. 6 nachfolgend erläutert.

Fig.2 zeigt einen iterativen Analyseschritt zwischen drei Knotenpunkten, nämlich dem Startpunkt 2 und den beiden rechtwinklig benachbarten Knotenpunkten B und C. Zur leichteren Identifikation soll der Startpunkt 2 nachfolgend auch mit A bezeichnet werden.

Zu jedem der Knotenpunkte kann in einer Datenbank eine Speicherzelle 8 mit drei Speicherplätzen 9, 10 und 11 abgespeichert werden. Im Speicherplatz 9 wird jeweils ein Vorgänger-Knotenpunkt, im Speicherplatz 10 ein Wegkostenattribut und im Speicherplatz 11 ein Gleichroutenzähler abgespeichert. Zu Beginn des Routenberechnungsverfahrens werden alle Speicherzellen 8 der Knotenpunkte initialisiert. Der Knotenpunkt A, der

für die nachfolgende Analyse als Startpunkt gilt, wird dabei so initialisiert, dass in die Speicherplätze 9, 10 und 11 die Werte A, 0 und 1 eingeschrieben werden. Das heißt, zum Knotenpunkt A wird als Vorgänger-Knotenpunkt der Startpunkt A selber eingetragen, da es zu dem Startpunkt A keinen Vorgänger-Knotenpunkt geben kann. Das Wegkostenattribut wird auf 0 gesetzt, da am Startpunkt A noch keine Wegkosten angefallen sind. Der Gleichroutenzähler wird auf 1 gesetzt, da es zum Startpunkt A keine Routenalternative gibt. Die übrigen Knotenpunkte werden derart initialisiert, dass der Speicherplatz 9 und der Speicherplatz 10 leer sind und der Gleichroutenzähler auf 0 gesetzt wird.

Ausgangspunkt der Routenberechnungsiteration ist der Startpunkt A. Es werden nun zunächst alle Knotenpunkte, nämlich die Knotenpunkte B und C, festgestellt, die über Streckensegmente 1 mit dem Startpunkt A verbunden sind. In einem ersten Schritt wird dann für den Knotenpunkt B die Analyse zur Ableitung der Werte für die Speicherplätze 9 bis 11 durchgeführt. Da der Speicherplatz 9 am Knotenpunkt B aufgrund des ersten Durchlaufs während der Routenberechnungsiteration noch leer ist, wird in den Speicherplatz 9 des Knotenpunkts B der aktuelle Vorgänger-Knotenpunkt, nämlich A, eingeschrieben. Der Wert des Speicherplatzes 10 am Knotenpunkt B ergibt sich aus der Summe des Wegkostenattributs des Streckensegments 1 und dem Wert im Speicherplatz 10 des aktuellen Vorgänger-Knotenpunkts, nämlich dem des Knotenpunktes A. Diese Summe aus 1 und 0 ergibt den Wert 1 und wird im Speicherplatz 10 des Knotenpunkts B abgespeichert. Der Speicherplatz 11 zur Speicherung des Gleichroutenzählers am Knotenpunkt 10 wird aus dem Speicherplatz 11 des Knotenpunkts A übernommen und somit auf 1 gesetzt.

Anschließend wird die Analyse auch für den Knotenpunkt C durchgeführt, wobei sich in den Speicherplätzen 9, 10 und 11 die entsprechenden Werte aus den Speicherplätzen 9, 10 und 11 des Knotenpunkts B ergeben.

Fig. 3 zeigt den Verfahrensschritt bei der Routenberechnungsiteration, sobald der zu den Knotenpunkten B und C benachbarte Knotenpunkt D ausgehend vom Knotenpunkt B analysiert wird. Im Speicherplatz 9 des Knotenpunkts D wird als Vorgänger-Knotenpunkt in die leere Zelle der Wert B eingeschrieben, da der Knotenpunkt D erstmals analysiert wird. Das Wegkostenattribut im Speicherplatz 10 des Knotenpunkts D ergibt sich aus der Summe des Wegkostenattributs des Knotenpunkts B, nämlich 1, und dem Wegkostenwert des Streckensegments 1 zwischen den Knotenpunkten B und D, nämlich 1. Die Summe ergibt also den Wert 2. Der Gleichroutenzähler im Speicherplatz 11 des Knotenpunkts D wird aus dem Gleichroutenzähler des Knotenpunkts B übernommen und lautet wiederum 1.

Fig. 4 zeigt die weitere Analyse bei der Iteration aller zu den Knotenpunkten B und C benachbarten Knotenpunkte E, D und H. Die in den Speicherzellen 8 von den Knotenpunkten E und H zu speichernden Werte ergeben sich wiederum entsprechend der Vorgehensweise beim erstmaligen Durchlaufen eines Knotenpunkts. Jeweils wird der zugehörige aktuelle Vorgänger-Knotenpunkt, d.h. also beim Knotenpunkt E der Knotenpunkt B und beim Knotenpunkt H der Knotenpunkt C, im Speicherplatz 9 gespeichert. Als Wegkostenattribut ergibt sich wiederum die Summe 2, und der Gleichroutenzähler wird jeweils aus dem Vorgänger-Knotenpunkt übernommen und erhält jeweils den Wert 1. Außerdem wird noch der Iterationsschritt ausgehend vom Knotenpunkt C zum Knotenpunkt D durchgeführt. Bei diesem Iterationsschritt wird festgestellt, dass am Speicherplatz 9 des Knotenpunkts D bereits ein Wert eingetragen ist. Weiterhin wird festgestellt, dass das im Speicherplatz 10 des Knotenpunkts D gespeicherte Wegkostenattribut gleich groß wie die Summe aus dem Wegkostenwert des Streckensegments 1 zwischen C und D und dem Wegkostenattribut des Knotenpunkts C ist. Dies bedeutet mit anderen Worten, dass die Wegkosten ausgehend vom Knotenpunkt A zum Knotenpunkt D über den Knotenpunkt D genauso groß sind wie über den Knotenpunkt C. Für diesen Fall der Gleichheit wird dann der zuvor im

Speicherplatz 11 des Knotenpunkts B (alter Vorgängerknoten) gespeicherte Gleichroutenzähler mit dem im Speicherplatz 11 des Knotenpunkts C (aktueller Vorgängerknoten) gespeicherten Gleichroutenzähler verglichen. Beide Werte stehen zunächst auf 1, so dass es sich also um
5 einen Doppeltgleichpunkt handelt.

Gemäß der in Fig. 2 bis Fig. 6 dargestellten Verfahrensvariante wird bei Feststellung eines Doppeltgleichpunkts der im Speicherplatz 9 gespeicherte Vorgänger-Knotenpunkt nicht umgespeichert. Allerdings wird angesichts der Feststellung der Wegkostengleichheit der Gleichroutenzähler des entsprechenden Knotenpunkts, in Fig. 4 also des Knotenpunkts D, auf die Summe des bisherigen Gleichroutenzählers und des
10 Gleichroutenzählers des aktuellen Vorgänger-Knotenpunkts, hier also des Knotenpunkts C, umgespeichert. Die Summe ergibt hierbei den Wert 2.

Fig. 5 zeigt einen weiteren Analyseschritt bei Analyse der benachbarten Knotenpunkte F und G. Zunächst werden dabei die Knotenpunkte F und G ausgehend von den Knotenpunkten E und D analysiert. Für den Knotenpunkt F ergeben sich dabei eine Abspeicherung des Knotenpunkts E als Vorgänger-Knotenpunkt, ein Wert 3 für das Wegkostenattribut und
20 eine Übernahme des Gleichroutenzählers aus Knotenpunkt E auf den Wert 1. Für den Knotenpunkt G wird Knotenpunkt D als Vorgänger-Knotenpunkt abgespeichert. Das Wegkostenattribut des Knotenpunkts G ergibt sich aus der Summe des Wegkostenwerts des Streckensegments 1 zwischen G und D und dem Wegkostenattribut des Knotenpunkts D.

25 Auch diese Summe ergibt den Wert 3. Der Gleichroutenzähler des Knotenpunkts G wird aus dem Gleichroutenzähler des Knotenpunkts D übernommen, das heißt der Gleichroutenzähler wird auf den Wert 2 gesetzt.

Fig. 6 zeigt die Analyseiteration, wenn die Knotenpunkte F und G
30 ausgehend von den Knotenpunkten D und H analysiert werden.

Beim Knotenpunkt F wird das bereits gespeicherte Wegkostenattribut mit dem Wert 3 mit der Summe aus dem Wegkostenattribut des Knotenpunkts D und dem Wegkostenwert des Streckensegments 1 verglichen. Dabei ergibt sich ein jeweils gleich großer Wert, so dass anschließend der Gleichroutenzähler des Knotenpunktes E (alter Vorgänger-Knotenpunkt), der den Wert 1 aufweist, mit dem zum Knotenpunkt D (aktueller Vorgänger-Knotenpunkt) gespeicherten Gleichroutenzähler, der den Wert 2 aufweist, verglichen wird. Da der Gleichroutenzähler des alten Vorgänger-Knotenpunkts E kleiner als der im aktuellen Knotenpunkt D gespeicherte Gleichroutenzähler 2 ist, werden Änderungen am gespeicherten Vorgänger-Knotenpunkt und am gespeicherten Wegkostenattribut nicht vorgenommen. Lediglich der Wert des für den Knotenpunkt F gespeicherten Gleichroutenzählers wird umgespeichert, und zwar auf den Wert, der sich aus der Summe des bisher gespeicherten Gleichroutenzählers und des zum Knotenpunkt D gespeicherten Gleichroutenzählers ergibt. Im Ergebnis wird also als neuer Gleichroutenzähler des Knotenpunkts F der Wert 3 gespeichert.

Bei der Analyse des Knotenpunkts G ausgehend vom Knotenpunkt H ergibt sich ebenfalls, dass der bereits gespeicherte Wegkostenwert gleich groß ist wie die Summe des Wegkostenwerts im Knotenpunkt C und des Wegkostenwerts des Streckensegments 1. Jeweils ergeben sich Wegkostenwerte von 3. Auch in diesem Falle werden deshalb die Gleichroutenzähler im Knotenpunkt H (aktueller Vorgänger-Knotenpunkt) und im Knotenpunkt D (alter Vorgänger-Knotenpunkt) verglichen. Dabei ergibt sich, dass der Gleichroutenzähler des Knotenpunkts H, der einen Wert 1 aufweist, kleiner als der Gleichroutenzähler des Knotenpunkts D, der einen Wert 2 aufweist, ist. Da somit die Route über den Knotenpunkt H vorzuziehen ist, wird als neuer Vorgänger-Knotenpunkt des Knotenpunkts G der Knotenpunkt H am Speicherplatz 9 des Knotenpunkts G gespeichert. Das Wegkostenattribut wird auf 3 gesetzt, und der neue Gleichroutenzähler ergibt sich aus der Summe des alten Gleichroutenzäh-

lers mit dem Gleichroutenzähler des Knotenpunkts H, und ergibt somit auch den Wert 3.

Wird das in Fig. 2 bis Fig. 6 dargestellte Iterationsverfahren fortgeführt, bis der Zielpunkt 3 erreicht ist, verbleiben am Ende nur zwei Routenalternativen. Die eine Routenalternative entspricht der Route 6. Die zweite
5 Routenalternative führt über den gegenüberliegenden Eckpunkt 5. Durch weitere Analyseformen kann diese Mehrdeutigkeit noch dadurch aufgelöst werden, dass beispielsweise eine Route mit Rechtsabbiegemanövern gegenüber einer Route mit Linksabbiegemanövern bevorzugt wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb eines Navigationssystems zur Berechnung einer Route (6) von einem Startpunkt (2) zu einem Zielpunkt (3), wobei die Route (6) aus einer Folge von Streckensegmenten (1) und Knotenpunkten (4) zwischen den Streckensegmenten (1) besteht, die mit einem Routenberechnungsverfahren aus einer Datenbank, in der ein geographisches Gebiet durch ein Netz von Knotenpunkten (4) und die Knotenpunkte verbindenden Streckensegmenten (1) beschrieben ist, selektiert wird,
- wobei jedes Streckensegment (1) zwischen zwei Knotenpunkten (4) durch einen Wegkostenwert charakterisiert ist,
- und wobei während der Routenberechnung zu jedem analysierten Knotenpunkt ein Vorgänger-Knotenpunkt, ein Wegkostenattribut und ein Gleichroutenzähler gespeichert werden können;
- und wobei während der Routenberechnung nach Initialisierung der Knotenpunkte in einer Iteration beginnend vom Startpunkt folgende Berechnungen für die Knotenpunkte (aktueller Vorgänger-Knotenpunkt) durchgeführt wird, bis der Zielpunkt erreicht ist:
- a) Selektion aller Nachfolger-Knotenpunkte (aktueller Nachfolger-Knotenpunkt), die mit dem aktuellen Vorgänger-Knotenpunkt über ein Streckensegment verbunden sind;
- b) Feststellung aller aktuellen Nachfolger-Knotenpunkte, bei denen bereits ein Vorgänger-Knotenpunkt (alter Vorgänger-Knotenpunkt) gespeichert ist;
- c) Feststellung aller aktuellen Nachfolger-Knotenpunkte (Gleichpunkte) bei denen die Summe aus dem Wegkostenattribut des aktuellen Vorgänger-Knotenpunkts und dem Wegkostenwert des Streckensegments zwischen dem aktuellen Vorgänger-Knotenpunkt und dem aktuellen Nachfolger-Knotenpunkt gleich groß ist wie das zum aktuellen Nachfolger-Knotenpunkt bereits gespeicherte Wegkostenattribut;

d) für alle Gleichpunkte Durchführung eines Vergleichs zwischen dem Gleichroutenzähler des aktuellen Vorgänger-Knotenpunkts mit dem Gleichroutenzähler des zu dem jeweiligen Gleichpunkt bereits gespeicherten alten Vorgänger-Knotenpunkts, wobei abhängig vom Vergleichsergebnis eine Neuspeicherung oder Umspeicherung des zu den Gleichpunkten gespeicherten Vorgänger-Knotenpunkts und/oder Wegkostenattributs und/oder Gleichroutenzählers erfolgen kann.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass
im Verfahrensschritt d) eine Feststellung aller aktuellen Nachfolger-Knotenpunkte (Gleichpunkte I) erfolgt, bei denen der Gleichroutenzähler des aktuellen Vorgänger-Knotenpunkts größer ist als der zum alten Vorgänger-Knotenpunkt gespeicherte Gleichroutenzähler, wobei zu diesen aktuellen Nachfolger-Knotenpunkten (Gleichpunkten I) gespeichert werden:
i) keine Änderung am Vorgänger-Knotenpunkt;
ii) keine Änderung am Wegkostenattribut;
iii) die Summe des Gleichroutenzählers des aktuellen Vorgänger-Knotenpunkts und des bisher gespeicherten Gleichroutenzählers als neuer Gleichroutenzähler;
und dass
im Verfahrensschritt d) eine Feststellung aller aktuellen Nachfolger-Knotenpunkte (Gleichpunkte II) erfolgt, bei denen der Gleichroutenzähler des aktuellen Vorgänger-Knotenpunkts kleiner ist als der zum alten Vorgänger-Knotenpunkt gespeicherte Gleichroutenzähler, wobei zu diesen aktuellen Nachfolger-Knotenpunkten (Gleichpunkten II) gespeichert werden:
i) der aktuelle Vorgänger-Knotenpunkt als Vorgänger-Knotenpunkt;
ii) keine Änderung am Wegkostenattribut;
iii) die Summe des Gleichroutenzählers des aktuellen Vorgänger-

Knotenpunkts und des bisher gespeicherten Gleichroutenzählers als neuer Gleichroutenzähler.

3. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,

5 dass

im Verfahrensschritt d) eine Feststellung aller aktuellen Nachfolger-Knotenpunkte (Gleichpunkte I) erfolgt, bei denen der Gleichroutenzähler des aktuellen Vorgänger-Knotenpunkts kleiner ist als der zum alten Vorgänger-Knotenpunkt gespeicherte Gleichroutenzähler, wobei
10 zu diesen aktuellen Nachfolger-Knotenpunkten (Gleichpunkten I) gespeichert werden:

- i) keine Änderung am Vorgänger-Knotenpunkt;
- ii) keine Änderung am Wegkostenattribut;
- iii) die Summe des Gleichroutenzählers des aktuellen Vorgänger-Knotenpunkts und des bisher gespeicherten Gleichroutenzählers als
15 neuer Gleichroutenzähler;

und dass

im Verfahrensschritt d) eine Feststellung aller aktuellen Nachfolger-Knotenpunkte (Gleichpunkte II) erfolgt, bei denen der Gleichroutenzähler des aktuellen Vorgänger-Knotenpunkts größer ist als der zum
20 alten Vorgänger-Knotenpunkt gespeicherte Gleichroutenzähler, wobei zu diesen aktuellen Nachfolger-Knotenpunkten (Gleichpunkten II) gespeichert werden:

- i) der aktuelle Vorgänger-Knotenpunkt als Vorgänger-Knotenpunkt;
- 25 ii) keine Änderung am Wegkostenattribut;
- iii) die Summe des Gleichroutenzählers des aktuellen Vorgänger-Knotenpunkts und des bisher gespeicherten Gleichroutenzählers als neuer Gleichroutenzähler.

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

dass eine Feststellung aller aktuellen Nachfolger-Knotenpunkte (Neupunkte) erfolgt, bei denen noch kein Vorgänger-Knotenpunkt gespeichert ist, wobei zu diesen aktuellen Nachfolger-Knotenpunkten (Neupunkten) jeweils gespeichert werden:

- 5 i) der aktuelle Vorgänger-Knotenpunkt als Vorgänger-Knotenpunkt;
- ii) die Summe aus dem Wegkostenattribut des aktuellen Vorgänger-Knotenpunkts und dem Wegkostenwert des Streckensegments zwischen dem aktuellen Vorgänger-Knotenpunkt und dem aktuellen Nachfolger-Knotenpunkte als Wegkostenattribut;
- 10 iii) der Gleichroutenzähler des aktuellen Vorgänger-Knotenpunkts als Gleichroutenzähler.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

dadurch gekennzeichnet,

15 dass eine Feststellung aller aktuellen Nachfolger-Knotenpunkte (Schlechterpunkte) erfolgt, bei denen bereits ein Vorgänger-Knotenpunkt gespeichert ist und bei denen die Summe aus dem Wegkostenattribut des aktuellen Vorgänger-Knotenpunkts und dem Wegkostenwert des Streckensegments zwischen dem aktuellen Vorgänger-Knotenpunkt und dem aktuellen Nachfolger-Knotenpunkt größer ist
20 als das zum aktuellen Nachfolger-Knotenpunkt bereits gespeicherte Wegkostenattribut, wobei zu diesen aktuellen Nachfolger-Knotenpunkten (Schlechterpunkten) gespeichert werden:

- i) keine Änderung am Vorgänger-Knotenpunkt;
- ii) keine Änderung am Wegkostenattribut;
- 25 iii) keine Änderung am Gleichroutenzähler.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,

dadurch gekennzeichnet,

dass eine Feststellung aller aktuellen Nachfolger-Knotenpunkte (Besserpunkte) erfolgt, bei denen bereits ein Vorgänger-Knotenpunkt gespeichert ist und bei denen die Summe aus dem Wegkostenattribut
30

des aktuellen Vorgänger-Knotenpunkts und dem Wegkostenwert des Streckensegments zwischen dem aktuellen Vorgänger-Knotenpunkt und dem aktuellen Nachfolger-Knotenpunkte kleiner ist als das zum aktuellen Nachfolger-Knotenpunkt bereits gespeicherte Wegkostenattribut, wobei zu diesen aktuellen Nachfolger-Knotenpunkten (Bespunkten) gespeichert werden:

5 i) der aktuelle Vorgänger-Knotenpunkt als Vorgänger-Knotenpunkt;
 ii) die Summe aus dem Wegkostenattribut des aktuellen Vorgänger-Knotenpunkts und dem Wegkostenwert des Streckensegments zwischen dem aktuellen Vorgänger-Knotenpunkt und dem aktuellen
10 Nachfolger-Knotenpunkt als Wegkostenattribut;
 iii) der Gleichroutenzähler des aktuellen Vorgänger-Knotenpunkts als Gleichroutenzähler.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
15 dadurch gekennzeichnet,
 dass eine Zusammenstellung der Route (6) nach Abbruch der Iteration erfolgt, wobei die Zusammenstellung beim Zielpunkt (3) beginnt und eine Folge von Streckensegmenten (1), die ausgehend vom Zielpunkt (3) jeweils von einem Knotenpunkt (4) zu dem in diesem Knotenpunkt (4) gespeicherten Vorgänger-Knotenpunkt führen, darstellt .
20

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
 dadurch gekennzeichnet,
 dass im Navigationssystem ein Wegkostentoleranzwert vorgegeben ist, wobei beim Vergleich zwischen
25 a) der Summe aus dem Wegkostenattribut des aktuellen Vorgänger-Knotenpunkts und dem Wegkostenwert des Streckensegments zwischen dem aktuellen Vorgänger-Knotenpunkt und dem aktuellen Nachfolger-Knotenpunkt einerseits und
 b) dem zum aktuellen Nachfolger-Knotenpunkt gespeicherten Wegkostenattribut anderseits
30

die Gleichheit der Werte festgestellt wird, wenn die Differenz der Werte innerhalb des Wegkostentoleranzwerts liegt.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
 - 5 dass im Navigationssystem ein Gleichroutenzähler-Toleranzwert vorgegeben ist, wobei beim Vergleich zwischen
 - a) dem Gleichroutenzähler des aktuellen Vorgänger-Knotenpunkts einerseits und
 - b) dem zum alten Vorgänger-Knotenpunkt gespeicherten Gleichrou-
 - 10 tenzähler andererseits
die Gleichheit der Werte festgestellt wird, wenn die Differenz der Werte innerhalb des Gleichroutenzähler-Toleranzwerts liegt.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,
 - 15 dass bei der Initialisierung der Knotenpunkte der Startpunkt (2) folgendermaßen initialisiert wird:
 - i) Vorgänger-Knotenpunkt: Startpunkt
 - ii) Wegkostenattribut: 0
 - iii) Gleichroutenzähler: 1.
- 20 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
dadurch gekennzeichnet,
 - dass bei der Initialisierung alle Knotenpunkte (3, 4) außer dem Start-
 - punkt (2) folgendermaßen initialisiert werden:
 - i) Vorgänger-Knotenpunkt: leer
 - 25 ii) Wegkostenattribut: leer oder großer Anfangswert (INF)
 - iii) Gleichroutenzähler: 0

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Datenbank, in der ein geographisches Gebiet durch ein Netz
von Knotenpunkten (4) und die Knotenpunkte (4) verbindenden Stre-
ckensegmenten (1) beschrieben ist, einen hierarchischen Aufbau mit
5 zumindest zwei Hierarchieebenen aufweist, wobei die Auswertung
der Gleichroutenzähler nur auf einen Teil der Hierarchieebenen an-
gewendet wird.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12,
10 dadurch gekennzeichnet,
dass festgestellt wird, ob es aktuelle Nachfolger-Knotenpunkte (Dop-
peltgleichpunkte) gibt, bei denen bereits ein Vorgänger-Knotenpunkt
gespeichert ist und bei denen die Summe aus dem Wegkostenattribut
des aktuellen Vorgänger-Knotenpunkts und dem Wegkostenwert des
15 Streckensegments zwischen dem aktuellen Vorgänger-Knotenpunkt
und dem aktuellen Nachfolger-Knotenpunkt gleich groß ist wie das
zum aktuellen Nachfolger-Knotenpunkt bereits gespeicherte Wegkos-
tenattribut und bei denen der Gleichroutenzähler des aktuellen Vor-
gänger-Knotenpunkts gleich groß ist wie der zum alten Vorgänger-
20 Knotenpunkt gespeicherte Gleichroutenzähler.
14. Verfahren nach Anspruch 13,
dadurch gekennzeichnet,
dass bei Feststellung eines aktuellen Nachfolger-Knotenpunkts ge-
mäß der Bedingung für Doppeltgleichpunkte
25 zu diesem aktuellen Nachfolger-Knotenpunkt (Doppeltgleichpunkt)
gespeichert werden:
i) keine Änderung am Vorgänger-Knotenpunkt oder der aktuelle Vor-
gänger-Knotenpunkt als Vorgänger-Knotenpunkt;
ii) keine Änderung am Wegkostenattribut;
30 iii) die Summe des Gleichroutenzählers des aktuellen Vorgänger-

Knotenpunkts und des bisher gespeicherten Gleichroutenzählers als neuer Gleichroutenzähler.

15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14,
dadurch gekennzeichnet,
5 dass bei Feststellung eines aktuellen Nachfolger-Knotenpunkts gemäß der Bedingung für Doppeltgleichpunkte eine topographische Analyse von zumindest zwei Routentopographien, die vom Startpunkt zum aktuellen Nachfolger-Knotenpunkt führen, durchgeführt wird.
16. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14,
10 dadurch gekennzeichnet,
dass bei Feststellung eines aktuellen Nachfolger-Knotenpunkts gemäß der Bedingung für Doppeltgleichpunkte der Startpunkt um ein vorbestimmtes Wegmaß in Richtung der Fahrtrichtung am Startpunkt oder entgegen der Fahrtrichtung am Startpunkt auf einen neuen Start-
15 punkt verschoben wird und die Routenberechnung zumindest für den aktuellen Nachfolger-Knotenpunkt (Doppeltgleichpunkt) unter Annahme des neuen Startpunkts wiederholt wird.
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 16,
dadurch gekennzeichnet,
20 dass die Iteration zur Routenberechnung abgebrochen wird, wenn alle Streckensegmente (1), die zum Zielpunkt (3) führen, bei der Analyse jeweils zumindest einmal durchlaufen worden sind.

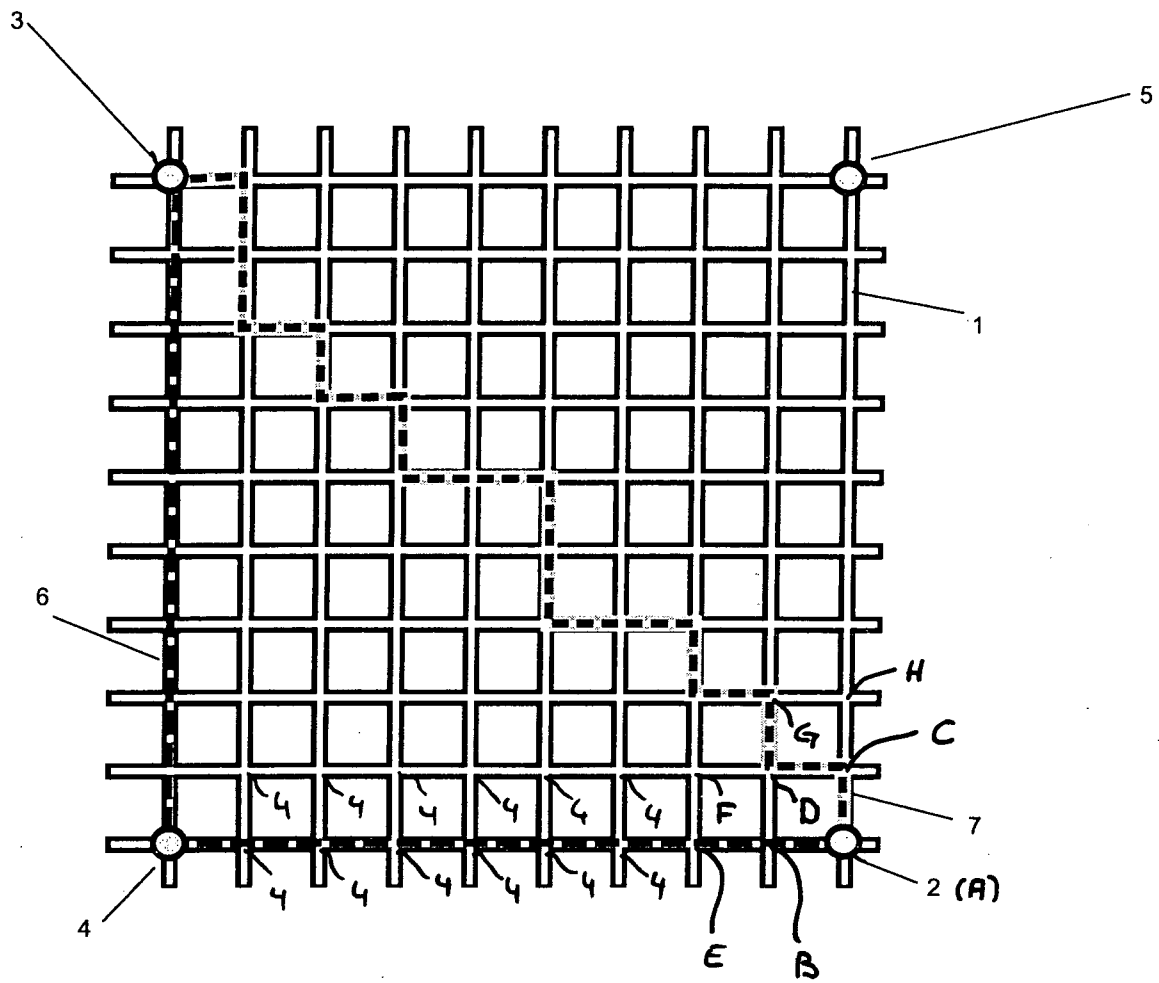


Fig. 1

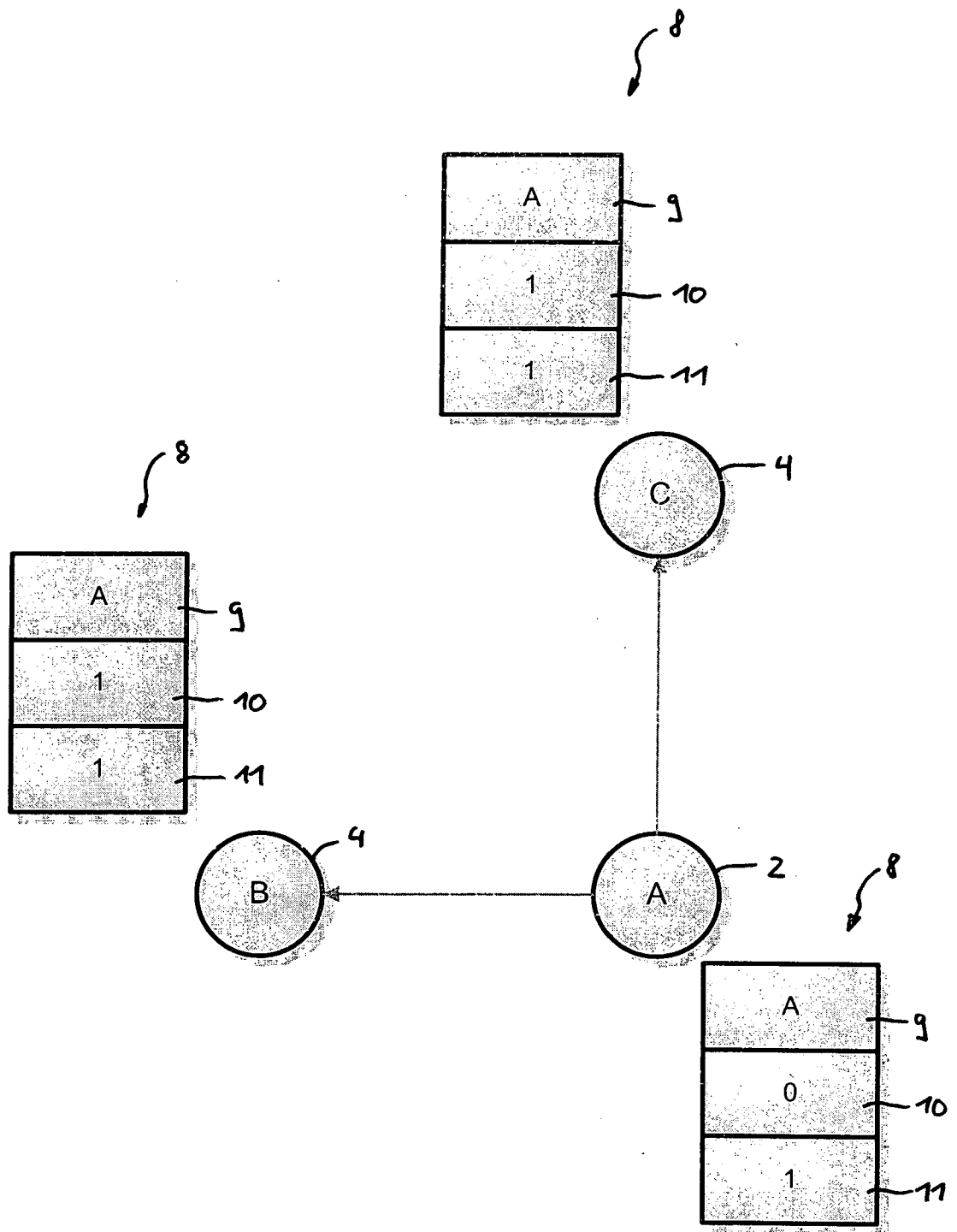


Fig. 2

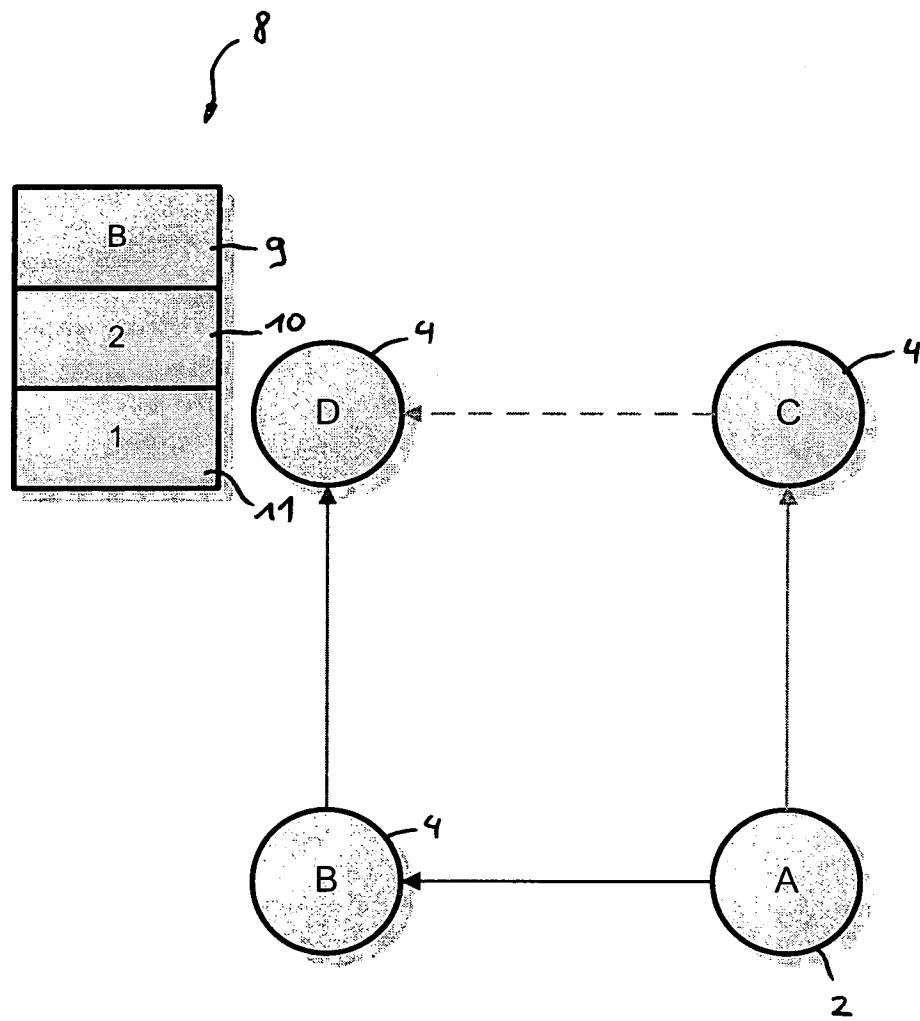


Fig. 3

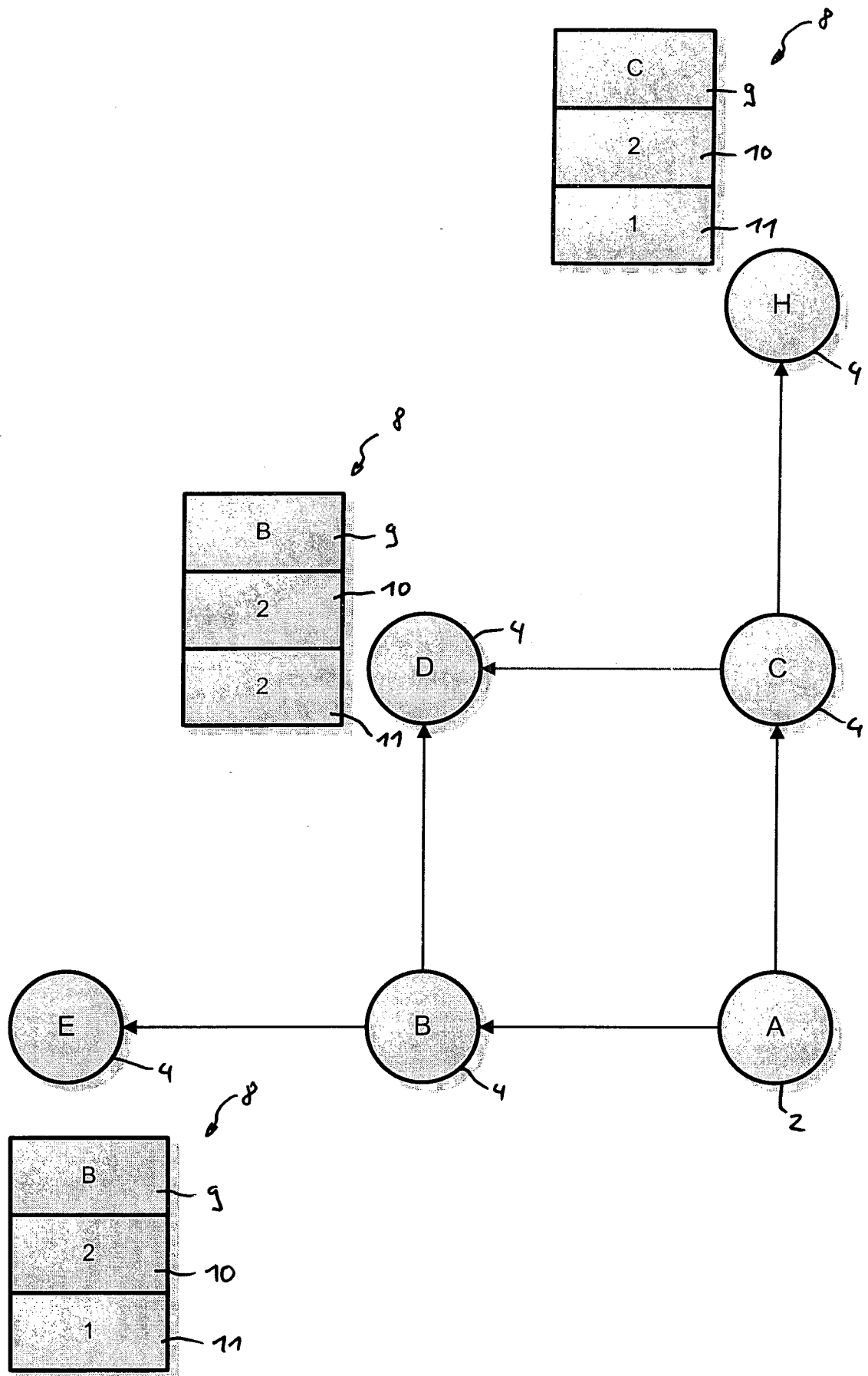


Fig. 4

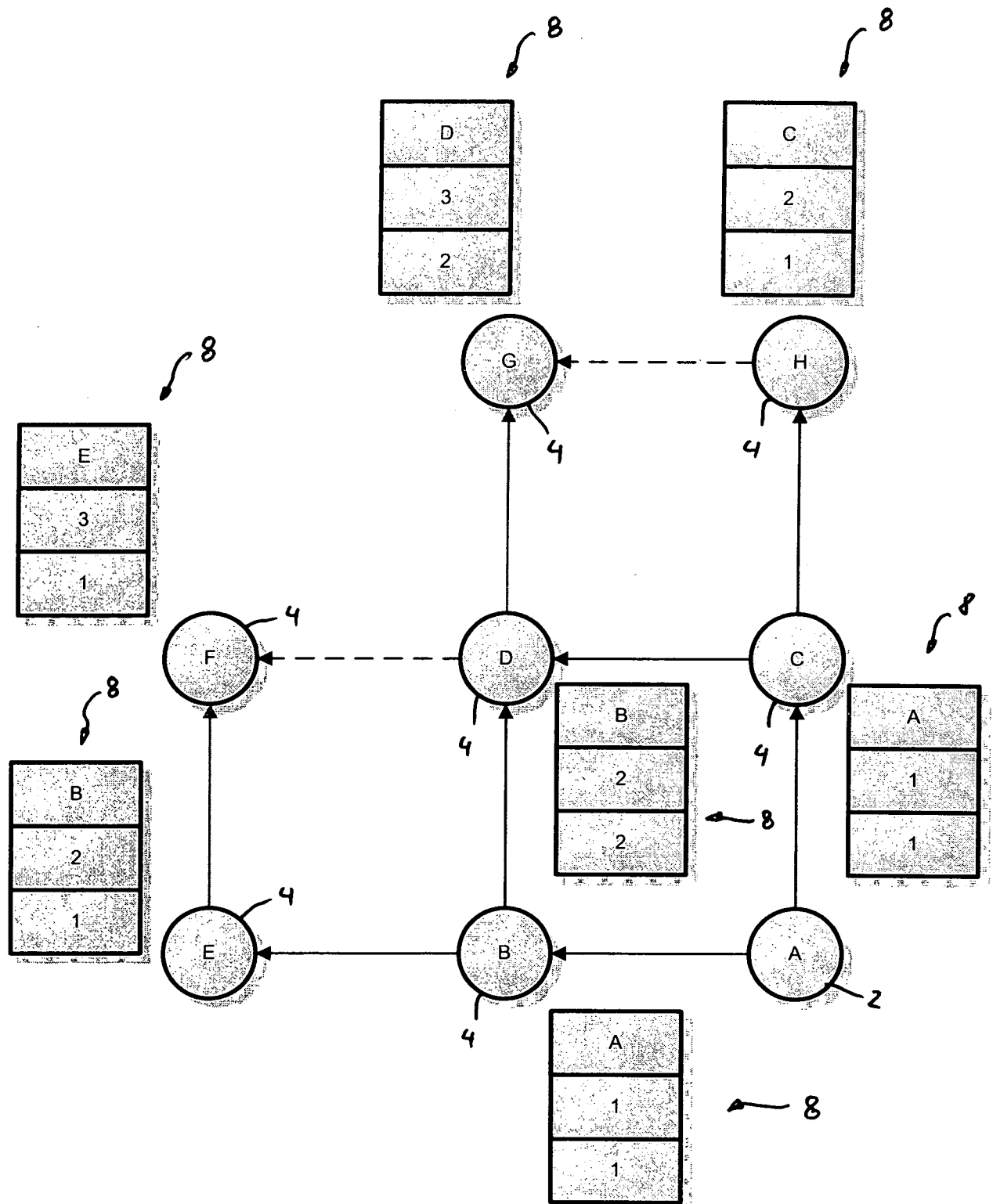


Fig. 5

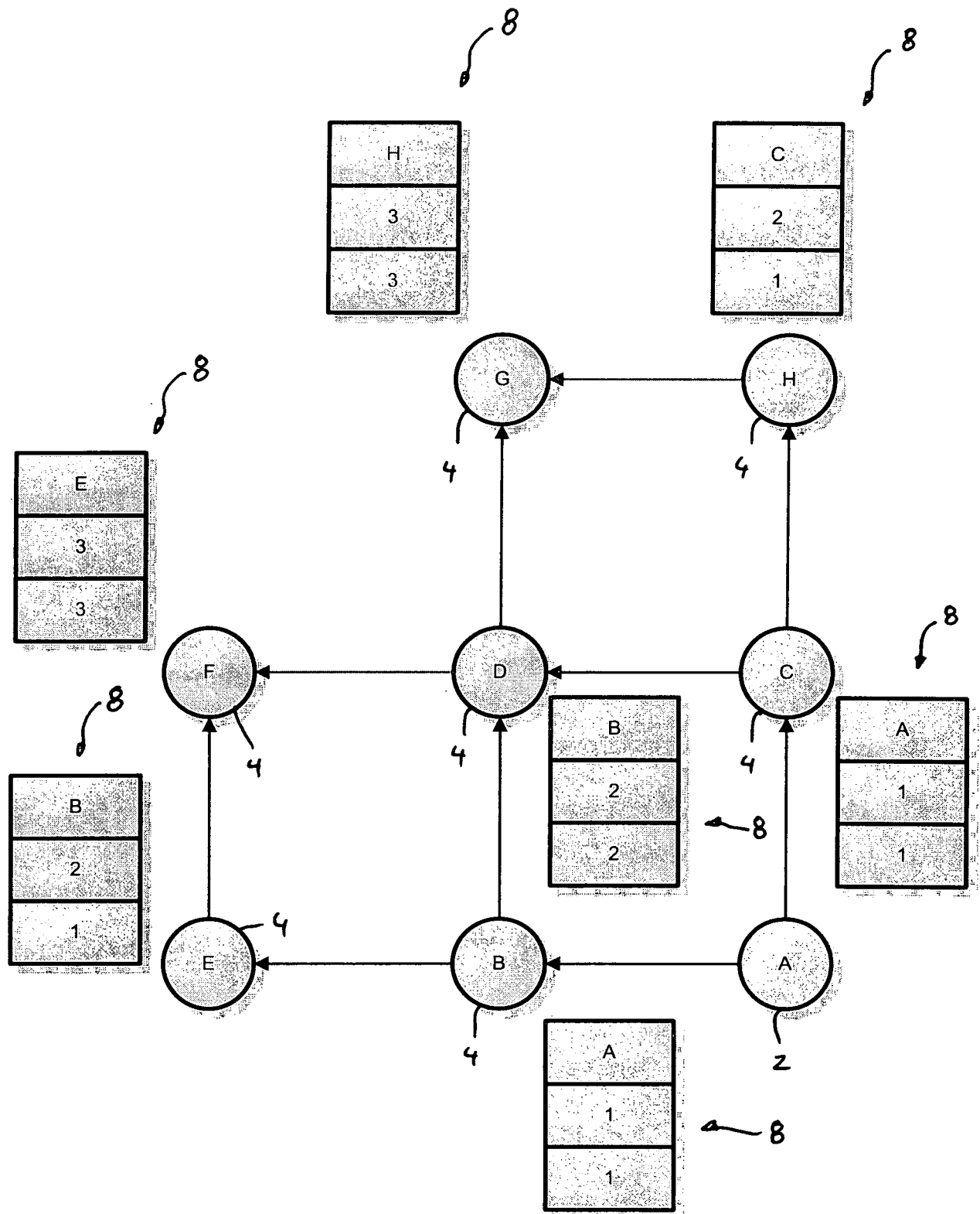


Fig. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/DE2008/001625

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. G01C21/34 G06Q10/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01C G06Q

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 1 471 329 A (PIONEER CORP [JP]) 27 October 2004 (2004-10-27) paragraphs [0072] - [0086]; figure 2	1-17
A	US 7 283 905 B1 (BEESLEY DARIN J [US] ET AL) 16 October 2007 (2007-10-16) column 8, lines 37-59 column 10, line 57 - column 12, line 15; figure 7	1-17
A	EP 0 747 671 A (ZEXEL CORP [JP]) 11 December 1996 (1996-12-11) column 4, line 54 - column 5, line 5 column 8, lines 12-28	1-17
	----- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

5 März 2009

Date of mailing of the international search report

20/03/2009

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Kuhn, Robert

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/DE2008/001625

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	SZCZERBA R J ET AL: "Minimum turns/shortest path problems: a framed-subspace approach" SYSTEMS, MAN, AND CYBERNETICS, 1997. COMPUTATIONAL CYBERNETICS AND SIMULATION., 1997 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ORLANDO, FL, USA 12-15 OCT. 1997, NEW YORK, NY, USA, IEEE, US, vol. 1, 12 October 1997 (1997-10-12), pages 398-403, XP010248943 ISBN: 978-0-7803-4053-4 figures 4,5 -----	1-17

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/DE2008/001625

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1471329	A	27-10-2004	JP 4165700 B2	15-10-2008
			JP 2004325357 A	18-11-2004
			US 2004215389 A1	28-10-2004
US 7283905	B1	16-10-2007	NONE	
EP 0747671	A	11-12-1996	CA 2169707 A1	08-12-1996
			JP 8335033 A	17-12-1996
			US 5731978 A	24-03-1998

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2008/001625

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. G01C21/34 G06Q10/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
G01C G06Q

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 1 471 329 A (PIONEER CORP [JP]) 27. Oktober 2004 (2004-10-27) Absätze [0072] - [0086]; Abbildung 2 -----	1-17
A	US 7 283 905 B1 (BEESLEY DARIN J [US] ET AL) 16. Oktober 2007 (2007-10-16) Spalte 8, Zeilen 37-59 Spalte 10, Zeile 57 - Spalte 12, Zeile 15; Abbildung 7 -----	1-17
A	EP 0 747 671 A (ZEXEL CORP [JP]) 11. Dezember 1996 (1996-12-11) Spalte 4, Zeile 54 - Spalte 5, Zeile 5 Spalte 8, Zeilen 12-28 ----- -/--	1-17

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
 - *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
 - *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
 - *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
 - *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
 - *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
 - *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
 - *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
 - *Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 5. März 2009	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 20/03/2009
Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Kuhn, Robert

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2008/001625

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	SZCZERBA R J ET AL: "Minimum turns/shortest path problems: a framed-subspace approach" SYSTEMS, MAN, AND CYBERNETICS, 1997. COMPUTATIONAL CYBERNETICS AND SIMULATION., 1997 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ORLANDO, FL, USA 12-15 OCT. 1997, NEW YORK, NY, USA, IEEE, US, Bd. 1, 12. Oktober 1997 (1997-10-12), Seiten 398-403, XP010248943 ISBN: 978-0-7803-4053-4 Abbildungen 4,5 -----	1-17

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2008/001625

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 1471329	A	27-10-2004	JP	4165700 B2	15-10-2008
			JP	2004325357 A	18-11-2004
			US	2004215389 A1	28-10-2004

US 7283905	B1	16-10-2007	KEINE		

EP 0747671	A	11-12-1996	CA	2169707 A1	08-12-1996
			JP	8335033 A	17-12-1996
			US	5731978 A	24-03-1998