



(12) **Patentschrift**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2020 006 473.5**  
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2020/013078**  
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2021/192054**  
(86) PCT-Anmeldetag: **24.03.2020**  
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **30.09.2021**  
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **20.10.2022**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **01.02.2024**

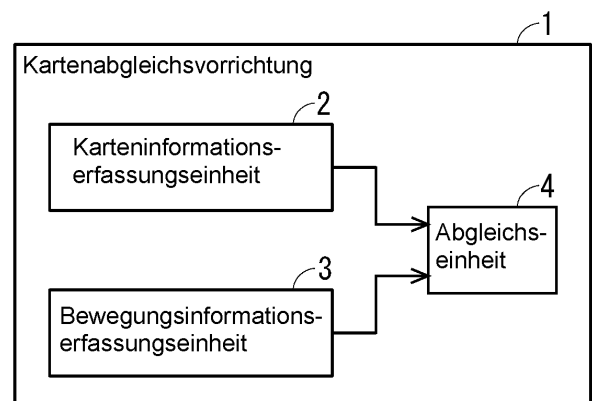
(51) Int Cl.: **G01C 21/30 (2006.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber: <b>MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION, Tokyo, JP</b>	(72) Erfinder: <b>Daikoku, Kentaro, Tokyo, JP; Ohta, Yuko, Tokyo, JP</b>
(74) Vertreter: <b>HOFFMANN - EITLE Patent- und Rechtsanwälte PartmbB, 81925 München, DE</b>	(56) Ermittelte Stand der Technik: <b>JP 5 587 306 B2 JP 2004- 125 537 A</b>

(54) Bezeichnung: **Kartenabgleichsvorrichtung und Kartenabgleichsverfahren**

(57) Hauptanspruch: Eine Kartenabgleichsvorrichtung (1), umfassend:  
eine Karteninformationserfassungseinheit (2), die konfiguriert ist, Karteninformationen zu erfassen, die Verbindungsendpunktkoordinaten, die Koordinaten von Endpunkten einer Vielzahl von Verbindungen sind, und eine Verbindungsbeziehung von jeder der Verbindungen enthalten;  
eine Bewegungsinformationserfassungseinheit (3), die konfiguriert ist, Bewegungsinformationen eines sich bewegendes Körpers auf einer vorbestimmten Route zu erfassen;  
und  
eine Abgleichseinheit (4), die konfiguriert ist, eine Verbindungsfolge zu spezifizieren, die eine Folge der Verbindungen entsprechend der Route ist, basierend auf der Karteninformation, die die Karteninformationserfassungseinheit (2) erfasst hat, und der Bewegungsinformation, die die Bewegungsinformationserfassungseinheit (3) erfasst hat, wobei die Abgleichseinheit (4) konfiguriert ist, ein physikalisches Netzwerk, das ein Straßennetzwerk ist, basierend auf der Verbindungsbeziehung und den Bewegungsinformationen zu erzeugen, in dem das physikalische Netzwerk in einer Vielzahl von Schichten dupliziert und in einer hierarchischen Weise konfiguriert ist, und die Verbindungsfolge zu spezifizieren, die minimierte Kosten in dem hierarchischen logischen Netzwerk anzeigt.



## Beschreibung

### Technisches Gebiet

**[0001]** Die vorliegende Offenbarung betrifft eine Kartenabgleichsvorrichtung und ein Kartenabgleichsverfahren zum Ausdrücken einer Bewegungsrouten eines sich bewegenden Körpers vor der Umwandlung auf einer Karte nach der Umwandlung zwischen verschiedenen Karten.

### Stand der Technik

**[0002]** In einem autonomen Fahrsystem versorgt eine hochpräzise Ortungsvorrichtung ein Fahrzeug mit hochpräzisen Forminformationen auf Fahrspurebene (Breite/Länge und Krümmung usw.), die in einer hochpräzisen Karte enthalten sind, mit Straßenattributen (Straßentypen usw.), Verbindungsattributen (Beschleunigungs-/Verzögerungsspuren, Rampenspuren und Abzweigungsspuren usw.), Regelgeschwindigkeiten und Fahrspurwechselinformationen für die Route und ihre Umgebung, ausgedrückt auf der Straßenebene, entlang der das Fahrzeug fahren sollte oder soll, zusammen mit hochgenauen Positionsinformationen des Fahrzeugs. Eine im Fahrzeug vorgesehene elektronische Steuereinheit (ECU) berechnet Fahrzeugsteuerungsinformationen zur Steuerung der Fahrt des Fahrzeugs auf der Grundlage von Informationen, die von der hochpräzisen Ortungsvorrichtung bereitgestellt werden, und Umgebungsinformationen, die mit einem im Fahrzeug vorgesehenen Sensor erfasst werden. Die hochpräzise Ortungsvorrichtung erhält die auf Straßenebene ausgedrückte Route, auf der das Fahrzeug fahren sollte oder soll, von einem im Fahrzeug vorhandenen In-Vehicle Infotainment (IVI). Beispiele für IVI sind Navigationssysteme.

**[0003]** Im Allgemeinen wird davon ausgegangen, dass der Kartenlieferant einer Karte, die vom IVI verwendet wird, und der Kartenlieferant einer Karte, die von der Hochpräzisionskarte verwendet wird, die von der hochpräzisen Ortungsvorrichtung verwendet wird, unterschiedlich sind, und selbst wenn es derselbe Kartenlieferant ist, sind beide Karten nicht in Verbindungseinheiten verknüpft, da die Wartungsstandards und Digitalisierungsverfahren für jede Karte unterschiedlich sind. Daher ist für die hochpräzise Ortungsvorrichtung ein Prozess erforderlich, der die Route auf der Grundlage der im IVI verwendeten Karte umwandelt, um sie auf der hochpräzisen Karte der hochpräzisen Ortungsvorrichtung darzustellen. Zu den Informationen, die zum Zeitpunkt der Umwandlung in beiden Karten gemeinsam verwendet werden können, gehören z.B. Breiten-/Längenangaben und einige Attributinformationen. Zu den Attributinformationen gehören beispielsweise Infrastrukturverbindungsnummern (VICS-Verbindungsnummern und TMC-Verbindungsnummern usw.),

Straßentypen, Verbindungsarten, Verbindungszimmute, Verzweigungsrichtungen, Anzahl der Fahrspuren, Straßenbreiten, Straßennamen, Nationalstraßennummern, Präfekturnummern und Ähnliches. Es ist jedoch zu erwarten, dass selbst bei solchen Informationen, die gemeinsam verwendet werden können, Fehler wie Position und Unterschiede in den Typen zwischen den beiden Karten enthalten sind; daher ist es erforderlich, das Problem der „Suche nach der Route auf der Hochpräzisionskarte, die der Eingaberoute am nächsten kommt“ anstelle der „Identifizierung der Route auf der Hochpräzisionskarte, die genau mit der Eingaberoute übereinstimmt“ zu lösen.

**[0004]** Das obige Problem „Suche nach der Route auf der Hochpräzisionskarte, die der Eingaberoute am nächsten liegt“ kann als ein Offline-Kartenabgleichsproblem (im Folgenden einfach als „Offline-Kartenabgleich“ bezeichnet) betrachtet werden, wenn es als ein allgemeineres Problem betrachtet wird. Offline-Kartenabgleich bezieht sich hier auf eine Offline-Version (Post-Processing-Version) des so genannten „Kartenabgleichs“.

**[0005]** Der Kartenabgleich bezieht sich im Allgemeinen auf einen Prozess, bei dem eine sich bewegende Verbindung auf einer Karte auf der Grundlage von Informationen wie Breitengrad/Längengrad festgelegt wird, die von einer Ortungsvorrichtung durch Satellitenpositionierung oder Trägheitsnavigation berechnet werden, während ein sich bewegendes Körper unterwegs ist. Ein solcher Prozess erfordert Echtzeitleistung; daher ist es typisch, dass eine Ortungsvorrichtung einen Prozess durchführt, um eine Fahrstrecke zu spezifizieren, die zu diesem Zeitpunkt als die wahrscheinlichste angesehen wird, basierend auf Informationen wie Breitengrad/Längengrad, die sequentiell eingegeben werden.

**[0006]** Andererseits werden beim Offline-Kartenabgleich Informationen wie eine Vielzahl von Breiten- und Längengraden, die in der gesamten Route vom Reisebeginn bis zum Reiseende enthalten sind, kollektiv in die Ortungsvorrichtung eingegeben. Beim Offline-Kartenabgleich wird ein Fahrstil festgelegt, der auf der Grundlage der Konsistenz der gesamten Route und der Kontinuität der Fahrverbindung als am wahrscheinlichsten angesehen wird, so dass ein Überspringen und eine Fehlanpassung, die beim allgemeinen Kartenabgleich auftreten, unterdrückt werden. Daher wird erwartet, dass der Offline-Kartenabgleich es prinzipiell ermöglicht, eine Fahrverbindung, die als die wahrscheinlichste angesehen wird, genauer zu spezifizieren als der allgemeine Kartenabgleich.

**[0007]** Konventionell gibt es OpenLR etc. als eine Technik zur Umwandlung verschiedener Karteninformationen. OpenLR ist beispielsweise in

JP 5 587 306 B2 und in „OpenLR White Paper“ (1. 5 Revision 2) von TomTom International B.V. offenbart.

**[0008]** Ferner betrifft JP 2004-125 537 A ein Kartenabgleichverfahren und eine Kartenabgleichvorrichtung.

### Zusammenfassung

#### Von der Erfindung zu lösendes Problem

**[0009]** In OpenLR kodiert eine kodierende Seite Daten unter Verwendung einer Karte, die die kodierende Seite besitzt, so dass von einer dekodierenden Seite erwartet wird, dass sie korrekt dekodiert. Auf der Dekodierungsseite werden die empfangenen Daten unter Verwendung einer Karte dekodiert, die die Dekodierungsseite besitzt. Insbesondere wird in einem Kodierungsprozess ein Ortsbezugspunkt (LRP) festgelegt, an dem die Route korrekt dekodiert wird, und der Ortsbezugspunkt und die mit dem Ortsbezugspunkt verbundenen Attributinformationen werden an die Dekodierungsseite übertragen.

**[0010]** Bei der Dekodierung ist OpenLR jedoch ein Algorithmus, der die Verbindung, die am besten mit dem Ortsbezugspunkt und seinen Attributinformationen in den eingegebenen Routeninformationen übereinstimmt, unter den Verbindungen, die mit dem Ortsbezugspunkt verbunden sind, spezifiziert und nach der kürzesten Route zwischen den Ortsbezugspunkten mit einer absoluten Bedingung des Passierens der Verbindung sucht. Daher besteht das Problem, dass bei einem Fehler bei der Angabe der Verbindung, die am besten mit dem Standortbezugspunkt und seinen Attributinformationen übereinstimmt, die korrekte Route nicht auf der umgewandelten Karte angezeigt werden kann. Das heißt, es wird davon ausgegangen, dass dies ein Schaden ist, der dadurch entsteht, dass eine Via-Verbindung mit der lokalen Bewertungsfunktion in der Route angegeben wird, anstatt den Grad der Übereinstimmung der eingegebenen Routeninformationen unter Berücksichtigung der gesamten Route zu bewerten. Dies ist ein grundsätzliches Problem des OpenLR-Algorithmus bei der Verbesserung der Umwandlungsrate von Routeninformationen zwischen verschiedenen Karten.

**[0011]** Bei Anwendungen im Zusammenhang mit dem autonomen Fahren ist das Versagen bei der Umwandlung von Routeninformationen zwischen verschiedenen Karten ein ernstes Problem, das zu Fehlfunktionen beim autonomen Fahren führen kann. Mit anderen Worten, auf der Grundlage der derzeitigen technischen Beschränkungen wird das autonome Fahren, das unter den geografisch und ökologisch eingeschränkten Bedingungen der aktuellen Situation arbeiten soll, unter anderen Bedingungen als diesen eingeschränkten Bedingun-

gen arbeiten dürfen, was zu einer möglichen schwerwiegenden Fehlfunktion führt. Unter diesem Gesichtspunkt ist die möglichst genaue Durchführung der Routenumwandlung eine wesentliche Voraussetzung für die Realisierung eines sicheren und zuverlässigen autonomen Fahrsystems.

**[0012]** Darüber hinaus ist es in OpenLR erforderlich, dass der durch den Standard spezifizierte Kodierungsprozess auf der Kodierungsseite durchgeführt wird. Dementsprechend besteht das Problem, dass, wenn die Routeninformationen in einem Format wie Advanced Driver Assistance Systems Interface Specification (ADASIS) -V2, das ein Standardformat für die Ausgabe von Vorwärtsrouten ist, an die Dekodierungsseite übertragen werden, der Dekodierungsprozess nicht auf die empfangenen Routeninformationen angewendet werden kann, wie es auf der Dekodierungsseite der Fall ist.

**[0013]** Wie oben beschrieben, gab es bisher das Problem, dass die Route vor der Umwandlung nicht genau mit der Karte nach der Umwandlung zwischen verschiedenen Karten übereinstimmt, und es gab Raum für Verbesserungen.

**[0014]** Die vorliegende Offenbarung wurde gemacht, um ein solches Problem zu lösen, und ein Ziel der vorliegenden Offenbarung ist es, eine Kartenabgleichsvorrichtung und ein Kartenabgleichsverfahren bereitzustellen, die in der Lage sind, eine Route vor der Umwandlung auf einer Karte nach der Umwandlung zwischen verschiedenen Karten genau abzugleichen.

#### Mittel zum Lösen des Problems

**[0015]** Gemäß der vorliegenden Offenbarung umfasst die Kartenabgleichsvorrichtung eine Karteninformationserfassungseinheit, die konfiguriert ist, Karteninformationen zu erfassen, die Verbindungsendpunktkoordinaten, die Koordinaten von Endpunkten einer Vielzahl von Verbindungen sind, und eine Verbindungsbeziehung jeder der Verbindungen enthalten, eine Bewegungsinformationserfassungseinheit, die konfiguriert ist, Bewegungsinformationen eines sich bewegenden Körpers auf einer vorbestimmten Route zu erfassen, und eine Abgleichseinheit, die konfiguriert ist, eine Verbindungsfolge zu spezifizieren, die eine Folge der Verbindungen ist, die der Route entspricht, basierend auf den Karteninformationen, die die Karteninformationserfassungseinheit erfasst hat, und den Bewegungsinformationen, die die Bewegungsinformationserfassungseinheit erfasst hat, wobei die Abgleichseinheit konfiguriert ist, ein physikalisches Netzwerk, das ein Straßennetzwerk ist, basierend auf der Verbindungsbeziehung und den Karteninformationen zu erzeugen, ein hierarchisches logisches Netzwerk zu erzeugen, in dem das

physikalische Netzwerk in einer Vielzahl von Schichten dupliziert und in einer hierarchischen Weise konfiguriert ist, und die Verbindungsfolge zu spezifizieren, die minimierte Kosten in dem hierarchischen logischen Netzwerk anzeigt.

#### Auswirkungen der Erfindung

**[0016]** Gemäß der vorliegenden Offenbarung ist die Abgleichseinheit konfiguriert, ein physikalisches Netz, das ein Straßennetz ist, auf der Grundlage einer Verbindungsbeziehung und Bewegungsinformationen zu erzeugen, ein hierarchisches logisches Netz zu erzeugen, das durch vielfaches Duplizieren des physikalischen Netzes und deren hierarchische Anordnung konfiguriert ist, und die Verbindungsfolge zu spezifizieren, die die minimierten Kosten in dem hierarchischen logischen Netz angibt; daher ist die Kartenabgleichsvorrichtung in der Lage, eine Route vor der Umwandlung auf einer Karte nach der Umwandlung zwischen verschiedenen Karten genau abzugleichen.

**[0017]** Die Objekte, Merkmale, Aspekte und Vorteile der vorliegenden Offenbarung werden aus der folgenden detaillierten Beschreibung und den beigefügten Zeichnungen deutlicher.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**Fig. 1** ist ein Blockdiagramm, das ein Beispiel für eine Konfiguration einer Kartenabgleichsvorrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform zeigt.

**Fig. 2** ist ein Blockdiagramm, das ein Anwendungsbeispiel der Kartenabgleichsvorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform zeigt.

**Fig. 3** ist ein Flussdiagramm, das ein Betriebsbeispiel der Kartenabgleichsvorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform zeigt.

**Fig. 4** ist ein Flussdiagramm, das ein Betriebsbeispiel der Kartenabgleichsvorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform zeigt.

**Fig. 5** ist ein Diagramm, das ein Beispiel von Bewegungsinformationen gemäß der ersten Ausführungsform zeigt.

**Fig. 6** ist ein Diagramm, das ein Beispiel für eine hierarchische Liste gemäß der ersten Ausführungsform zeigt.

**Fig. 7** ist ein Diagramm, das ein Beispiel für ein physisches Netzwerk gemäß der ersten Ausführungsform zeigt.

**Fig. 8** ist ein Diagramm, das ein Beispiel für die Bewegungsinformationen und das physische Netzwerk gemäß der ersten Ausführungsform zeigt.

**Fig. 9** ist ein Diagramm, das ein Beispiel für eine Verbindungsbeziehung zwischen jeder Schicht in einem hierarchischen logischen Netzwerk gemäß der ersten Ausführungsform zeigt.

**Fig. 10** ist ein Diagramm, das ein Beispiel für die Kosten in dem hierarchischen logischen Netzwerk gemäß der ersten Ausführungsform zeigt.

**Fig. 11** ist ein Diagramm, das ein Beispiel für ein Ergebnis der Routensuche in einem hierarchischen logischen Netzwerk gemäß der ersten Ausführungsform zeigt.

**Fig. 12** ist ein Diagramm, das ein Beispiel für ein Ergebnis der Routensuche im physischen Netz gemäß der ersten Ausführungsform zeigt.

**Fig. 13** ist ein Blockdiagramm, das ein Anwendungsbeispiel einer Kartenabgleichsvorrichtung gemäß einer zweiten Ausführungsform zeigt.

**Fig. 14** ist ein Blockdiagramm, das ein Beispiel für eine Hardwarekonfiguration der Kartenabgleichsvorrichtung gemäß den Ausführungsformen zeigt.

**Fig. 15** ist ein Blockdiagramm, das ein Beispiel für eine Hardwarekonfiguration der Kartenabgleichsvorrichtung gemäß den Ausführungsformen zeigt.

#### Beschreibung der Ausführungsform(en)

<Erste Ausführungsform>

<Konfiguration>

**[0018]** **Fig. 1** ist ein Blockdiagramm, das ein Beispiel für eine Konfiguration einer Kartenabgleichsvorrichtung 1 gemäß einer ersten Ausführungsform zeigt. Die Kartenabgleichsvorrichtung 1 führt den oben beschriebenen Offline-Kartenabgleich durch. Wie in **Fig. 1** gezeigt, umfasst die Kartenabgleichsvorrichtung 1 eine Karteninformationserfassungseinheit 2, eine Bewegungsinformationserfassungseinheit 3 und eine Abgleichseinheit 4.

**[0019]** Die Karteninformationserfassungseinheit 2 erfasst Karteninformationen einschließlich der Koordinaten der Verbindungsendpunkte, die die Koordinaten der Endpunkte jeder Verbindung sind, und eine Verbindungsbeziehung jeder Verbindung. Die Bewegungsinformationserfassungseinheit 3 erfasst die Bewegungsinformationen eines sich bewegenden Körpers auf einer vorbestimmten Route. Im Folgenden wird der sich bewegende Körper als ein Fahrzeug beschrieben.

**[0020]** Die Abgleichseinheit 4 identifiziert eine Verbindungsfolge, die eine Folge von Verbindungen ist, die der Route entsprechen, basierend auf den Karteninformationen, die die Karteninformationserfas-

sungseinheit 2 erfasst hat, und den Bewegungsinformationen, die die Bewegungsinformationserfassungseinheit 3 erfasst hat. Insbesondere erzeugt die Abgleichseinheit 4 ein physikalisches Netz, das ein Straßennetz ist, basierend auf den Bewegungsinformationen und der Verbindungsbeziehung zwischen den in den Karteninformationen enthaltenen Verbindungen, erzeugt ein hierarchisches logisches Netz, in dem das physikalische Netz eine Vielzahl von Malen dupliziert wird und überlagert die Schichten in einer Hierarchie, und spezifiziert eine Verbindungsfolge, die die minimierten Kosten in dem hierarchischen logischen Netz anzeigt.

**[0021]** Fig. 2 ist ein Blockdiagramm, das ein Anwendungsbeispiel der in Fig. 1 gezeigten Kartenabgleichsvorrichtung 1 zeigt und ein Beispiel für die Konfiguration eines autonomen Fahrsystems zeigt. In dem in Fig. 2 dargestellten autonomen Fahrsystem gibt die Kartenabgleichsvorrichtung 1 die Route des sich bewegenden Körpers an, die von einem IVI 9 auf der hochpräzisen Karte erfasst wurde, und überträgt die Route an eine ECU 13. Die ECU 13 steuert das autonome Fahren des sich bewegenden Körpers gemäß der auf der hochpräzisen Karte angegebenen Route. Nachfolgend werden die einzelnen Komponenten des autonomen Fahrsystems beschrieben. Das autonome Fahrsystem ist eine Funktion des Advanced Driver Assistance System (ADAS).

**[0022]** Eine hochpräzise Ortungsvorrichtung 5 umfasst die Kartenabgleichsvorrichtung 1, eine Empfangseinheit 6, eine hochpräzise Kartendatenbank (DB) 7 und eine Übertragungseinheit 8.

**[0023]** Die Kartenabgleichsvorrichtung 1 umfasst die Karteninformationserfassungseinheit 2, die Bewegungsinformationserfassungseinheit 3 und die Abgleichseinheit 4. Die Funktionen der Karteninformationserfassungseinheit 2, der Bewegungsinformationserfassungseinheit 3 und der Abgleichseinheit 4 sind wie oben beschrieben.

**[0024]** Die Karteninformationserfassungseinheit 2 erwirbt Karteninformationen, die eine hochpräzise Karte sind, von der hochpräzisen Kartendatenbank (DB) 7. Insbesondere ist die Karteninformationserfassungseinheit 2 eine Application Programming Interface (API)-Gruppe zum Erfassen der notwendigen Informationen von der Hochpräzisions-Karten-DB 7.

**[0025]** Die Bewegungsinformationserfassungseinheit 3 erfasst die Bewegungsinformationen, die die Empfangseinheit 6 von der IVI 9 empfangen hat. Die Bewegungsinformationen umfassen eine Koordinatenpunktfolge von Positionen auf der Strecke, auf der sich der sich bewegende Körper bewegen soll. Darüber hinaus können die Bewegungsinformationen auch Attributinformationen über die Strecke ent-

halten. Beispiele für die Route, auf der der sich bewegende Körper fahren soll, sind eine in Bearbeitung befindliche Führungsrouten oder eine Route, die voraussichtlich in der Zukunft befahren wird, wenn es sich nicht um eine in Bearbeitung befindliche Führungsrouten handelt.

**[0026]** Die Abgleichseinheit 4 identifiziert eine Verbindungsfolge, die eine Folge von Verbindungen ist, die der Route entsprechen, basierend auf den Karteninformationen, die die Karteninformationserfassungseinheit 2 erfasst hat, und den Bewegungsinformationen, die die Bewegungsinformationserfassungseinheit 3 erfasst hat. Wenn die Karteninformationen, die einem Teil eines Abschnitts der Route entsprechen, der in den Bewegungsinformationen enthalten ist, nicht in der Hochpräzisionskarte DB7 gespeichert sind, spezifiziert die Abgleichseinheit 4 nicht die Verbindungsfolge, die dem Teil des Abschnitts entspricht.

**[0027]** Die Empfangseinheit 6 empfängt die Bewegungsinformation über die Strecke, auf der der sich bewegende Körper fahren soll, von der IVI9. Die hochpräzise Karte DB7 speichert die hochpräzise Karte in einer Datenbank. Insbesondere speichert die Hochpräzisionskarte DB7 detaillierte Forminformationen auf Fahrspurebene, Informationen, die die Verbindungsbeziehung zwischen Fahrspuren anzeigen, und Informationen über die Fahrspurwechselbarkeit.

**[0028]** Die Übertragungseinheit 8 fügt Straßeninformationen (Position, Form, Attribute usw.) und Positionsinformationen des sich bewegenden Körpers und dergleichen, die für die Steuerung durch die ECU 13 erforderlich sind, zu der Verbindungsfolge hinzu, die die Abgleichseinheit 4 spezifiziert hat, und überträgt die Verbindungsfolge an die ECU 13. Als Positionsinformation des sich bewegenden Körpers kann die Positionsinformation, die von einer Hochpräzisions-Positionierungseinheit (nicht gezeigt) gemessen wird, die in der hochpräzisen Ortungsvorrichtung 5 vorgesehen ist, übernommen werden, und die hochpräzise Ortungsvorrichtung 5 kann die Position des sich bewegenden Körpers basierend auf der Bewegungsinformation, die die Empfangseinheit 6 empfangen hat, vorhersagen.

**[0029]** Das IVI 9 umfasst eine IVI-Kartendatenbank (DB) 10, eine Routensucheinheit 11 und eine Übertragungseinheit 12. Das IVI 9 ist z.B. ein Navigationssystem.

**[0030]** Die IVI-Karten-DB 10 speichert eine reguläre Karte, die im Navigationssystem verwendet wird, als Datenbank. Die reguläre Karte enthält keine detaillierten Formen auf Fahrspurebene, sondern nur schematische Formen auf Straßenebene. Die schematische Form ist weniger genau als die hochpräzise

Karte. In der Regel kann eine schematische Form auf Straßenebene einen Fehler von etwa 10 m aufweisen. Darüber hinaus können sich die Breiten-/Längenangaben an Verzweigungspunkten und dergleichen in der regulären Karte aufgrund von Unterschieden in den Wartungsspezifikationen zwischen der regulären Karte und der Hochpräzisionskarte von denen der Hochpräzisionskarte unterscheiden. Außerdem enthält die reguläre Karte nicht immer neu eröffnete Straßen in Synchronisation mit den Hochpräzisionskarten; daher ist die Annahme, dass Unterschiede in den Inhalten beider Karten gefunden werden, falsch.

**[0031]** Die Routensucheinheit 11 ermittelt die Route zum Ziel auf Straßenebene als kürzeste Routenausgabe auf der Grundlage der in der IVI-Karten-DB 10 gespeicherten regulären Karte. Das heißt, die Routensucheinheit 11 bestimmt die Route, auf der sich der fahrende Körper in Zukunft bewegen wird.

**[0032]** Die Übertragungseinheit 12 überträgt die Bewegungsinformationen des sich bewegenden Körpers auf der Route, die die Routensucheinheit 11 gesucht hat, an die hochpräzise Ortungsvorrichtung 5. Wenn das Ziel nicht festgelegt ist, überträgt die Übertragungseinheit 12 die Route, die der sich bewegende Körper in der Zukunft fahren wird, an die hochpräzise Ortungsvorrichtung 5. Die Routensucheinheit 11 kann eine solche Routenvorhersage durchführen. Es ist zu beachten, dass für die Kommunikation zwischen der Übertragungseinheit 12 und der Empfangseinheit 6 der hochpräzisen Ortungsvorrichtung 5 ADASIS-V2 oder ein ähnlicher Standard verwendet werden kann, der ein allgemein anerkannter Standard ist.

**[0033]** Die ECU 13 umfasst eine Empfangseinheit 14, eine Erkennungseinheit 15, eine Bestimmungseinheit 16 und eine Steuerung 17. Die ECU 13 steuert den autonomen Betrieb des sich bewegenden Körpers.

**[0034]** Die Empfangseinheit 14 empfängt Informationen, wie z.B. eine auf der Hochpräzisionskarte spezifizierte Verbindungsfolge, von der hochpräzisen Ortungsvorrichtung 5. Die Erkennungseinheit 15 erkennt den Zustand des sich bewegenden Körpers und die Situation um den sich bewegenden Körper herum und ähnliches, das für das automatische Fahren erforderlich ist, basierend auf den Informationen, die von dem an dem sich bewegenden Körper vorgesehenen Sensor empfangen werden. Die Bestimmungseinheit 16 bestimmt auf der Grundlage des Erkennungsergebnisses der Erkennungseinheit 15 und der von der Empfangseinheit 14 empfangenen Informationen, wie die Bewegung des sich bewegenden Körpers gesteuert werden soll. Die Steuerung 17 steuert die Bewegung des sich bewegenden Körpers auf der Grundlage des Bestimmungsergebnisses

durch die Bestimmungseinheit 16 und der Informationen, die die Empfangseinheit 14 empfangen hat.

<Betrieb>

**[0035]** Fig. 3 ist ein Flussdiagramm, das ein Betriebsbeispiel der Kartenabgleichsvorrichtung 1 zeigt.

**[0036]** In Schritt S11 erwirbt die Karteninformationserfassungseinheit 2 die hochpräzisen Karteninformationen von der hochpräzisen Kartendatenbank (DB) 7. In Schritt S12 erfasst die Bewegungsinformationserfassungseinheit 3 die Bewegungsinformationen, die die Empfangseinheit 6 von der IVI 9 empfangen hat. In Schritt S13 führt die Abgleichseinheit 4 einen Kartenabgleichsprozess durch.

**[0037]** Fig. 4 ist ein Flussdiagramm, das die Details des Kartenabgleichs in Schritt S13 von Fig. 3 zeigt.

**[0038]** In Schritt S21 erzeugt die Abgleichseinheit 4 eine hierarchische Liste basierend auf den Koordinatenpunktfolgen und den Attributinformationen, die in den Bewegungsinformationen enthalten sind, die die Bewegungsinformationserfassungseinheit 3 erfasst hat. Nachfolgend wird ein Fall beschrieben, in dem die Bewegungsinformationserfassungseinheit 3 die in Fig. 5 dargestellten Bewegungsinformationen erfasst.

**[0039]** In Fig. 5 bezeichnen die „Punkte 0, 1, 2 und 3“ eine Reihe von Koordinatenpunkten an einer Vielzahl von Positionen auf der Strecke, auf der sich der sich bewegende Körper bewegen soll. Die „Punkte 0, 1, 2 und 3“ werden auch gemeinsam als „Wegpunkte“ bezeichnet. „VICS=100, 103, 105, 106, 108“ steht für die VICS-Nummer und gibt das Verbindungsattribut der mit jedem Punkt 0, 1, 2 und 3 verbundenen Verbindung an. „Offset=0, 500, 900, 1200, 1500“ steht für den Abstand von Punkt 0. Der nicht nummerierte Punkt zwischen den Punkten 2 und 3 stellt einen Punkt dar, an dem sich die Verbindungsattribute ändern, und wird auch als „Attributwechsellpunkt“ bezeichnet.

**[0040]** Die Abgleichseinheit 4 erzeugt eine hierarchische Liste, wie in Fig. 6 gezeigt, basierend auf den in Fig. 5 gezeigten Bewegungsinformationen. Die hierarchische Liste zeigt eine Hierarchie, in der die Bewegungsinformationen in der Reihenfolge des Offsets und getrennt durch die Wegpunkte und den Attributänderungspunkt angeordnet sind.

**[0041]** In Schritt S22 erzeugt die Abgleichseinheit 4 ein physikalisches Netz auf der Grundlage der Bewegungsinformationen und der hochpräzisen Karte. Das physische Netz ist ein Straßennetz auf der Hochpräzisionskarte, das ein Ziel bei der Suche nach einer Route ist, auf der sich der sich bewe-

gende Körper auf der Hochpräzisionskarte bewegen soll. Die Verbindungen und Knoten, aus denen das physische Netz besteht, werden als „physische Verbindungen“ bzw. „physische Knoten“ bezeichnet. Das physische Netz enthält Informationen über die physischen Verbindungen und die physischen Knoten, wie z.B. eine Verbindungsform, das Verbindungsattribut, die Verbindungsnummer und die für die Berechnung der später beschriebenen Kosten erforderlichen Parameter. Der Begriff „physisch“ wird hier verwendet, um den Gegensatz zu dem nicht existierenden virtuellen „logischen Netzwerk“, der „logischen Verbindung“ und dem „logischen Knoten“ zu verdeutlichen, die später beschrieben werden.

**[0042]** Konkret sucht die Abgleichseinheit 4 nach einer physischen Verbindung, die in der Nähe eines Wegpunkts oder eines Attributänderungspunkts existiert. Dann erweitert die Abgleichseinheit 4 die physikalische Verbindung von der gesuchten physikalischen Verbindung bis zum nächsten Wegpunkt oder Attributänderungspunkt. Die Abgleichseinheit 4 erzeugt ein physikalisches Netzwerk, wie in **Fig. 7** dargestellt, indem sie ein solches Verfahren für alle Wegpunkte und den Attributänderungspunkt durchführt.

**[0043]** **Fig. 8** ist ein Diagramm, das die in **Fig. 5** gezeigten Bewegungsinformationen und das in **Fig. 7** gezeigte physische Netzwerk zusammen zeigt. Die Abgleichseinheit 4 sucht nach der physikalischen Verbindung AB und der physikalischen Verbindung HI in der Nähe von Punkt 0, der ein Wegpunkt ist. Die „physikalische Verbindung AB“ bedeutet hier, dass die Verbindung den physikalischen Knoten A und den physikalischen Knoten B verbindet, und dasselbe gilt für andere physikalische Verbindungen.

**[0044]** Dann erweitert die Abgleichseinheit 4 jede der physikalischen Verbindungen AB und HI bis zum nächsten Wegpunkt, Punkt 1. Im Beispiel von **Fig. 8** werden die physikalische Verbindung BC und die physikalische Verbindung BJ von der physikalischen Verbindung AB erweitert, und die physikalische Verbindung IO wird von der physikalischen Verbindung HI erweitert. Die Abgleichseinheit 4 erzeugt ein physikalisches Netz, indem sie ein solches Verfahren für alle Wegpunkte und den Attributänderungspunkt durchführt.

**[0045]** In Schritt S23 erzeugt die Abgleichseinheit 4 ein hierarchisches logisches Netz und legt die Verbindungsbeziehung zwischen den Schichten fest. Konkret dupliziert die Abgleichseinheit 4 das in Schritt S22 erzeugte physikalische Netz um die gleiche Anzahl wie die Anzahl der in der in Schritt S21 erzeugten hierarchischen Liste angezeigten Schichten. Um den Unterschied zu dem oben erwähnten

„physischen Netz“ zu verdeutlichen, das durch mehrfache Duplizierung des physischen Netzes konfiguriert und in eine Hierarchie gebracht wird, wird es als „hierarchisches logisches Netz“ bezeichnet (siehe **Fig. 9**, die später beschrieben wird).

**[0046]** Hier werden die Verbindungen und Knoten, die das hierarchische logische Netzwerk bilden, als „logische Verbindung“ bzw. „logischer Knoten“ bezeichnet, um den Unterschied zu den oben erwähnten „physischen Verbindungen“ und „physischen Knoten“ zu verdeutlichen. Das hierarchische logische Netz besteht aus Duplikaten des physischen Netzes; daher entsprechen die physische Verbindung und die logische Verbindung mit demselben Verbindungsattribut einander, und der physische Knoten und der logische Knoten mit denselben Positionskordinaten entsprechen einander. Im hierarchischen logischen Netz stellen der logische Knoten der Schicht k (Schichten 0, 1, ... vom Ausgangspunkt aus; dasselbe gilt im Folgenden) und der physische Knoten X einen „Zustand dar, in dem die Position des physischen, sich bewegenden Körpers die Position des physischen Knotens X ist, und der Durchgangszustand jedes Wegpunktes bis zum Wegpunkt k durchlaufen wurde und nach dem Wegpunkt k+1 nicht mehr durchlaufen wurde“. Die Bewegung des logischen Knotens, der der physische Knoten X ist, von der Schicht k zur Schicht k+1 entspricht also der „Feststellung, dass der Wegpunkt k passiert wurde“. Wenn die Position des physischen Knotens X weit vom Wegpunkt k entfernt ist, wird unter dem Gesichtspunkt der Reproduzierbarkeit der Route auf der Grundlage der Bewegungshistorie des sich bewegenden Körpers festgestellt, dass die Reproduzierbarkeit der Route gering ist, und eine solche Route wird mit einer hohen Strafe belegt. Liegt die Position des physischen Knotens X hingegen nahe am Wegpunkt k, so wird die Reproduzierbarkeit der Route als hoch eingestuft und eine solche Route mit einem geringen Malus belegt.

**[0047]** Eine Startverbindung in dem hierarchischen logischen Netz ist die logische Verbindung innerhalb einer Schicht, die dem ersten Wegpunkt entspricht und dem ersten Wegpunkt am nächsten liegt. Eine Endverbindung in dem hierarchischen logischen Netz ist die logische Verbindung innerhalb einer Ebene, die dem letzten Wegpunkt entspricht und dem letzten Wegpunkt am nächsten liegt. Insbesondere bestimmt die Abgleichseinheit 4, dass die logische Verbindung, die innerhalb eines vorbestimmten Radius um den ersten Wegpunkt herum existiert, die Startverbindung ist, und die logische Verbindung, die innerhalb eines vorbestimmten Radius um den letzten Wegpunkt herum existiert, die Endverbindung ist. Die Startverbindung und die Endverbindung können zusätzlich zu der logischen Verbindung, die innerhalb des vorbestimmten Radius existiert, die logischen Verbindungen einschließen, die davor und

danach verbunden sind und um den vorbestimmten Abstand von der logischen Verbindung basierend auf der Verbindungsbeziehung der Verbindungen entfernt sind.

**[0048]** Obwohl oben der Fall beschrieben wurde, in dem die Anzahl der Schichten im hierarchischen logischen Netz der Anzahl der unterteilten Abschnitte entspricht, die man erhält, indem man die von der Routensucheinheit 11 des IVI 9 gesuchte Route durch die Wegpunkte und den Attributwechsellpunkt teilt, ist dies nicht darauf beschränkt. Beispielsweise kann die Anzahl der Schichten im hierarchischen logischen Netz der Anzahl der unterteilten Abschnitte entsprechen, die sich aus der Division der von der Routensucheinheit 11 des IVI 9 gesuchten Route durch das in den Bewegungsinformationen enthaltene Straßenattribut ergeben. Beispiele für Straßenattribute sind ein Straßentyp, ein Verbindungstyp, die Anzahl der Fahrspuren, eine Straßenbreite, eine Geschwindigkeitsbegrenzung, das Vorhandensein/ die Abwesenheit einer Maut, eine Verbindungsnummer, ein Straßenname, eine Nationalstraßennummer, eine Präfekturstraßennummer und dergleichen. Wie oben beschrieben, stellt der logische Knoten der Schicht  $k$  und der physischen Verbindung  $Y$  im hierarchischen logischen Netzwerk den Zustand dar, in dem die Position des physischen Körpers die Position der physischen Verbindung  $Y$  ist und das Straßenattribut in der Bewegungsgeschichte des Körpers innerhalb des  $k$ -ten Abschnitts bleibt. Daher wird festgestellt, dass die Bewegung des logischen Knotens, der die physische Verbindung  $Y$  ist, von der Schicht  $k$  zur Schicht  $k+1$  der „Feststellung, dass der  $k$ -te und  $k+1$ -te Attributänderungspunkt in der Bewegungshistorie des sich bewegenden Körpers passiert wurde“ entspricht. Wenn das Verbindungsattribut der physischen Verbindung  $Y$  nicht mit dem  $k$ -ten Straßenattribut der Bewegungshistorie des sich bewegenden Körpers übereinstimmt (wenn sie weit voneinander entfernt sind), wird die Reproduzierbarkeit der Route als gering eingestuft und eine große Strafe für eine solche Route verhängt. Wenn hingegen das Verbindungsattribut der physischen Verbindung  $Y$  mit dem  $k$ -ten Straßenattribut der Bewegungshistorie des sich bewegenden Körpers übereinstimmt (wenn sie nahe beieinander liegen), wird die Reproduzierbarkeit der Route als hoch eingestuft und eine solche Route mit einem geringen Malus belegt. Es ist zu beachten, dass die Schichten im hierarchischen logischen Netz sowohl mit jedem Wegpunkt als auch mit jedem Straßenattribut der Bewegungshistorie des sich bewegenden Körpers verbunden sein können.

**[0049]** Als nächstes setzt die Abgleichseinheit 4 eine Verbindung zwischen den Schichten des hierarchischen logischen Netzes an geeigneten Positionen. Insbesondere setzt die Abgleichseinheit 4 die logische Verbindung, die dieselben logischen Knoten

in jeder benachbarten Schicht verbindet, als eine schichtübergreifende Verbindung.

**[0050]** Fig. 9 ist ein Diagramm, das ein Beispiel für die Verbindungsbeziehung zwischen den einzelnen Schichten im hierarchischen logischen Netz zeigt. In Fig. 9 ist die logische Verbindung, die dieselben logischen Knoten in jeder Schicht verbindet, eine schichtübergreifende Verbindung. Die Grenze jeder Schicht im hierarchischen logischen Netz entspricht einem Wegpunkt oder einem Attributänderungspunkt. Im Beispiel von Fig. 9 entspricht die Grenze zwischen Schicht 0 und Schicht 1 dem Wegpunkt 1, und die Grenze zwischen Schicht 2 und Schicht 3 entspricht dem Attributänderungspunkt. Die Verbindungen zwischen den Schichten werden gemäß den in (A) und (B) unten dargestellten Konzepten festgelegt.

(A) Wenn die Grenze zwischen den Schichten einem Wegpunkt entspricht, setzt die Abgleichseinheit 4 nur die logischen Knoten, die als in einer Korrespondenzbeziehung stehend angesehen werden können, indem sie die Bedingungen erfüllen, wie z.B. innerhalb eines vorbestimmten Abstands vom Wegpunkt zu sein, als schichtübergreifende Verbindungen.

(B) Wenn die Grenze zwischen den Schichten dem Attributänderungspunkt entspricht, setzt die Abgleichseinheit 4 bedingungslos die Zwischenschichtverbindungen für alle logischen Knoten.

**[0051]** In Schritt S24 setzt die Abgleichseinheit 4 die Kosten im hierarchischen logischen Netz. Insbesondere setzt die Abgleichseinheit 4 die Kosten für die in Schritt S23 gesetzte schichtübergreifende Verbindung und die logische Verbindung in jeder Schicht (im Folgenden auch als „schichtinterne Verbindung“ bezeichnet). Der Kosteneinstellwert ist so ausgelegt, dass er klein ist, wenn eine Route ausgewählt wird, die mit der Bewegungshistorie des sich bewegenden Körpers übereinstimmt, oder eine Route, die nahe an der Bewegungshistorie des sich bewegenden Körpers liegt. Ferner ist der Kosteneinstellwert so ausgelegt, dass er groß ist, wenn eine Route ausgewählt wird, die nicht mit der Bewegungshistorie des sich bewegenden Körpers übereinstimmt oder eine Route, die weit von der Bewegungshistorie des sich bewegenden Körpers entfernt ist. In der ersten Ausführungsform wird das oben erwähnte „übereinstimmend mit“ oder „nicht übereinstimmend mit“ oder „nahe bei“ oder „weit entfernt“ quantitativ bestimmt, basierend auf den Koordinaten des Wegpunkts und den Attributinformatoren der Bewegungshistorie, und die Kosten werden basierend auf dem Ergebnis festgelegt.

**[0052]** Fig. 10 ist ein Diagramm, das ein Beispiel für die Kosten in einem hierarchischen logischen Netz

zeigt. Die Kosten werden gemäß den in (C), (D) und (E) unten dargestellten Konzepten festgelegt.

**[0053]** (C) Hinsichtlich der schichtübergreifenden Kosten legt die Abgleichseinheit 4 die Kosten entsprechend dem Grad der Übereinstimmung des Verbindungsattributs, das in den Bewegungsinformationen enthalten ist, die jeder Schicht entsprechen, mit dem Verbindungsattribut der physikalischen Verbindung fest, die der logischen Verbindung entspricht. Wenn der Grad der Konsistenz groß ist, werden die Kosten reduziert, und wenn der Grad der Konsistenz klein ist, werden die Kosten erhöht.

**[0054]** Wenn wir uns zum Beispiel auf die Schicht 0 in **Fig. 10** konzentrieren, ist das Verbindungsattribut (Verbindungsattribut der Verbindung, die Punkt 0 und Punkt 1 verbindet), das in den Bewegungsinformationen enthalten ist, die der Schicht 0 entsprechen, „VICS=100“. Wenn dann das Verbindungsattribut der physischen Verbindung AB, die der logischen Verbindung AB im hierarchischen logischen Netz entspricht, „VICS=100“ ist, setzt die Abgleichseinheit 4 die Kosten der logischen Verbindung AB auf „0“. Außerdem setzt die Abgleichseinheit 4 die Kosten der logischen Verbindung, die nicht die logische Verbindung AB ist, auf „100“. Hier bedeutet die „logische Verbindung AB“, dass die Verbindung den logischen Knoten A und den logischen Knoten B verbindet, und dasselbe gilt für andere logische Verbindungen.

**[0055]** Obwohl oben der Fall beschrieben wurde, in dem die Kosten entsprechend dem Grad der Konsistenz des Verbindungsattributs festgelegt werden, ist die vorliegende Erfindung nicht darauf beschränkt. Beispielsweise kann die Abgleichseinheit 4 die Kosten der logischen Verbindung innerhalb jeder Schicht auf der Grundlage der Fahrtrichtung des sich bewegenden Körpers am Verzweigungspunkt jeder Schicht und mindestens einer der folgenden Faktoren festlegen: Vorhandensein/Abwesenheit einer Verzweigung der physikalischen Verbindung, die der logischen Verbindung entspricht, und die Fahrtrichtung nach der Verzweigung der physikalischen Verbindung, die der logischen Verbindung entspricht. In diesem Fall ist die Bewegungsrichtung des sich bewegenden Körpers in der Bewegungsinformation enthalten.

**[0056]** (D) Hinsichtlich der Kosten der Verbindung zwischen den Schichten, wenn die Grenze zwischen den Schichten dem Wegpunkt entspricht, legt die Abgleichseinheit 4 die Kosten entsprechend dem Grad der Übereinstimmung zwischen den Koordinaten jedes Wegpunktes und den Koordinaten der physikalischen Verbindung, die der logischen Verbindung entspricht, fest. Liegt der Abstand zwischen den beiden Koordinaten nahe beieinander, wird festgestellt, dass der Grad der Übereinstimmung groß ist, und die Kosten werden reduziert, und wenn der

Abstand zwischen den beiden Koordinaten weit ist, wird festgestellt, dass der Grad der Übereinstimmung klein ist und die Kosten erhöht werden. Der Abstand zwischen den beiden Koordinaten kann der Abstand einer senkrechten Linie sein, die von den Koordinaten des Wegpunkts zur physischen Verbindung gezogen wird. Wenn die senkrechte Linie nicht von den Koordinaten des Wegpunkts zu der physischen Verbindung gezogen werden kann, kann der Abstand der geraden Linie, die von den Koordinaten des Wegpunkts zu dem Endpunkt, der näher an der physischen Verbindung liegt, gezogen wird, angenommen werden.

**[0057]** Obwohl oben der Fall beschrieben wurde, in dem die Kosten entsprechend dem Grad der Übereinstimmung zwischen den Koordinaten des Wegpunkts und den Koordinaten der physischen Verbindung festgelegt werden, ist die vorliegende Erfindung nicht darauf beschränkt. Beispielsweise kann die Abgleichseinheit 4 die Kosten entsprechend dem Grad der Übereinstimmung zwischen den Koordinaten des Wegpunkts und den Koordinaten des physikalischen Knotens festlegen.

**[0058]** (E) Hinsichtlich der Kosten der Verbindung zwischen den Schichten, wenn die Grenze zwischen den Schichten den Attributänderungspunkten entspricht, setzt die Abgleichseinheit 4 alle Kosten auf „0“.

**[0059]** In Schritt S25 sucht die Abgleichseinheit 4 nach einer Route im hierarchischen logischen Netz. Insbesondere wendet die Abgleichseinheit 4 den Dijkstra-Algorithmus oder ähnliches an, um nach der Route zu suchen, die die Kosten in der Kostenmenge in Schritt S24 minimiert. Zu diesem Zeitpunkt wird die Routensuche mit dem Schwerpunkt auf der Minimierung der Kosten im hierarchischen logischen Netzwerk durchgeführt, ohne dass das physische Netzwerk berücksichtigt wird.

**[0060]** **Fig. 11** ist ein Diagramm, das die Ergebnisse der Routensuche im hierarchischen logischen Netz zeigt. Wie in **Fig. 11** dargestellt, sucht die Abgleichseinheit 4 nach der Route, die die Kosten im hierarchischen logischen Netz minimiert. **Fig. 12** zeigt das Ergebnis der Routensuche im physischen Netz. Wie in **Fig. 12** gezeigt, ist die Route, die aus einer Vielzahl von Verbindungen besteht, die den physikalischen Knoten A, den physikalischen Knoten B, den physikalischen Knoten C, den physikalischen Knoten D, den physikalischen Knoten E und den physikalischen Knoten F verbinden, die Route mit dem höchsten Grad an Übereinstimmung mit der Route, die aus der Koordinatenpunktfolge besteht, die in den Bewegungsinformationen enthalten ist (d.h. die Route, die von der Routensucheinheit 11 des IVI 9 gesucht oder geschätzt wurde).

&lt;Effekt&gt;

**[0061]** Aus dem Vorstehenden wird gemäß der ersten Ausführungsform die kostenminimierte Route auf dem logischen Netzwerk, mit der die Gesamtkosten, die auf der Grundlage der obigen (C) bis (E) eingestellt sind, minimiert werden, d.h. die Route, von der erwartet wird, dass sie der Bewegungsinformation des sich bewegenden Körpers am nächsten ist, berechnet. Infolgedessen wird die Route, die mit einer anderen Karte als der Hochpräzisionskarte erhalten wurde, genau an die Hochpräzisionskarte angepasst.

**[0062]** Insbesondere wird das hierarchische logische Netz auf der Grundlage einer Koordinatenpunktfolge, die in einer Route enthalten ist, in der sich der sich bewegende Körper bewegt oder für die eine zukünftige Bewegung vorhergesagt wird, und einer Hochpräzisionskarte erzeugt, und eine Route wird auf der Hochpräzisionskarte unter Verwendung des hierarchischen logischen Netzes erhalten. Auf diese Weise kann der Zustand des physischen Knotens zu einer gegebenen Koordinatenpunktfolge auf die Frage der kürzesten Route in Form eines „Layers“ (einer Schicht) angewendet werden.

**[0063]** In dem hierarchischen logischen Netz wird eine Zwischenschichtverbindung, die dieselben logischen Knoten zwischen den Schichten verbindet, festgelegt, und es werden Kosten für die Zwischenschichtverbindung festgelegt. Auf diese Weise können die Kosten entsprechend der Positionsbeziehung zwischen der Koordinatenpunktfolge und der physischen Verbindung festgelegt werden.

**[0064]** In dem hierarchischen logischen Netzwerk wird die Suche nach der kürzesten Route unter Verwendung der Kosten für die Verbindung zwischen den Schichten durchgeführt, und die Route auf einer hochpräzisen Karte wird erhalten. Auf diese Weise kann eine Route gefunden werden, die die Kosten der gesamten Route minimiert.

**[0065]** Bei der Routensuche im hierarchischen logischen Netz kann die Suche nach der kürzesten Route unter Verwendung der Kosten einer Vielzahl von Parametern durchgeführt werden. Für die Vielzahl von Parametern können andere Verbindungsattribute als die Verbindungsnummer verwendet werden, und jeder Parameter kann gewichtet werden. Auf diese Weise kann eine Route ermittelt werden, bei der eine Vielzahl von Parametern berücksichtigt wird.

&lt;Zweite Ausführungsform&gt;

**[0066]** In der ersten Ausführungsform wurde der Fall beschrieben, in dem die Route, auf der der sich

bewegende Körper in der Zukunft reisen soll, auf der hochpräzisen Karte abgeglichen wird. In der zweiten Ausführungsform wird ein Fall beschrieben, in dem eine Route, die der sich bewegende Körper in der Vergangenheit zurückgelegt hat, mit der Karte abgeglichen wird.

**[0067]** Fig. 13 ist ein Blockdiagramm, das ein Anwendungsbeispiel einer Kartenabgleichsvorrichtung 1 gemäß der zweiten Ausführungsform zeigt, und zeigt ein Beispiel einer Systemkonfiguration, die einen Server 18 und eine Informationsvorrichtung 24 enthält.

**[0068]** Die Informationsvorrichtung 24 ist eine fahrzeuginterne Vorrichtung, die Sondendaten ausgibt, und umfasst einen Gyrosensor 25, einen GPS-Empfänger (Global Positioning System) 26, eine Positionierungseinheit 27 und eine Übertragungseinheit 28. Die Informationsvorrichtung 24 ist an dem sich bewegenden Körper angebracht.

**[0069]** Der Gyrosensor 25 erfasst die Winkelgeschwindigkeit des sich bewegenden Körpers während der Fahrt. Der GPS-Empfänger 26 berechnet die Position des sich bewegenden Körpers auf der Grundlage des von einem GPS-Satelliten empfangenen Signals.

**[0070]** Die Positionierungseinheit 27 berechnet die Position des sich bewegenden Körpers an einem Ort, an dem der GPS-Empfänger 26 kein Signal empfangen kann, z.B. in einem Tunnel, auf der Grundlage der vom Gyrosensor 25 erfassten Winkelgeschwindigkeit und der vom GPS-Empfänger 26 berechneten Position des sich bewegenden Körpers. An Orten, an denen der GPS-Empfänger 26 das Signal empfangen kann, kann die vom GPS-Empfänger berechnete Position unverändert verwendet werden, und die Position des sich bewegenden Körpers kann auf der Grundlage des Signals, das der GPS-Empfänger 26 empfangen hat, und der Winkelgeschwindigkeit, die der Gyrosensor 25 erfasst hat, berechnet werden.

**[0071]** Die Übertragungseinheit 28 überträgt die von der Positionierungseinheit 27 berechnete Positionsinformation des sich bewegenden Körpers und zusätzliche Ereignisinformationen als Bewegungsinformationen (Sondendaten) über das Internet an einen Server 18. Beispiele für die Ereignisinformationen sind Informationen über die Umgebung des sich bewegenden Körpers, die von einem Sensor (nicht dargestellt), der an dem sich bewegenden Körper angebracht ist, erfasst werden, der Zustand des Fahrers des sich bewegenden Körpers und dergleichen.

**[0072]** Der Server 18 ist ein Sondierungsdaten-Analyseserver, der von der Informationsvorrichtung 24 empfangene Bewegungsinformationen (Sondie-

rungsdaten) analysiert und die Kartenabgleichsvorrichtung 1, eine Empfangseinheit 19, einen Ereignisinformationsspeicher 20, eine Karten-DB 21 und einen Abgleichshistorienspeicher 22 sowie eine statistische Verarbeitungseinheit 23 umfasst. Nachfolgend wird zwar der Fall beschrieben, dass der Karten-DB 21 die oben erwähnte reguläre Karte speichert, doch kann auch die oben erwähnte hochpräzise Karte gespeichert werden.

**[0073]** Die Empfangseinheit 19 empfängt die Bewegungsinformationen des sich bewegenden Körpers von der Informationsvorrichtung 24 über das Internet. Von den Bewegungsinformationen, die die Empfangseinheit 19 empfangen hat, werden die Ereignisinformationen in dem Ereignisinformationsspeicher 20 aufgezeichnet, und die Positionsinformationen des sich bewegenden Körpers werden von der Bewegungsinformationserfassungseinheit 3 erfasst und gehalten. Wenn eine Vielzahl von sich bewegenden Körpern mit der Informationsvorrichtung 24 vorhanden ist, empfängt die Empfangseinheit 19 die Bewegungsinformationen von jeder Informationsvorrichtung 24.

**[0074]** Die Kartenabgleichsvorrichtung 1 umfasst die Karteninformationserfassungseinheit 2, die Bewegungsinformationserfassungseinheit 3 und die Abgleichseinheit 4, ähnlich wie die in **Fig. 2** gezeigte Kartenabgleichsvorrichtung 1. Die Karteninformationserfassungseinheit 2 und die Abgleichseinheit 4 haben die gleiche Konfiguration und Funktionsweise wie die in der ersten Ausführungsform beschrieben; daher wird hier auf eine detaillierte Beschreibung verzichtet.

**[0075]** Die Bewegungsinformationserfassungseinheit 3 erfasst die Positionsinformationen des sich bewegenden Körpers aus den Bewegungsinformationen, die die Empfangseinheit 19 empfangen hat, und speichert die Positionsinformationen in chronologischer Reihenfolge. Wenn die Bewegungsinformationserfassungseinheit 3 die Positionsinformationen einer Vielzahl von sich bewegenden Körpern erfasst, speichert die Bewegungsinformationserfassungseinheit 3 die Positionsinformationen für jeden sich bewegenden Körper in chronologischer Reihenfolge. Auf diese Weise erfasst die Bewegungsinformationserfassungseinheit 3 die Koordinatenpunktfolge der Position des sich bewegenden Körpers auf der in der Vergangenheit zurückgelegten Strecke.

**[0076]** Der Ereignisinformationsspeicher 20 speichert Ereignisinformationen in chronologischer Reihenfolge unter den Bewegungsinformationen, die die Empfangseinheit 19 empfangen hat. Wenn die Empfangseinheit 19 die Bewegungsinformationen der Vielzahl von sich bewegenden Körpern empfängt, speichert der Ereignisinformationsspeicher 20

die Bewegungsinformationen für jeden sich bewegenden Körper.

**[0077]** Der Abgleichshistorienspeicher 22 speichert die Verbindungsfolge, die in der Route enthalten ist, auf der der sich bewegende Körper auf der Karte gereist ist, die von der Abgleichseinheit 4 der Kartenabgleichsvorrichtung 1 angegeben wird. Wenn die Abgleichseinheit 4 eine Verbindungsfolge für die Vielzahl von sich bewegenden Körpern spezifiziert, speichert der Abgleichshistorienspeicher 22 die Verbindungsfolge für jeden sich bewegenden Körper.

**[0078]** Die statistische Verarbeitungseinheit 23 verknüpft die in dem Abgleichshistorienspeicher 22 gespeicherte Verbindungsfolge und die in dem Ereignisinformationsspeicher 20 gespeicherten Ereignisinformationen auf der Grundlage einer gemeinsamen Zeit (Zeitstempel) und identifiziert genau, auf welcher Verbindung auf der Karte das Ereignis aufgetreten ist. Das heißt, die statistische Verarbeitungseinheit 23 identifiziert genau die Position des sich bewegenden Körpers auf der Karte, wenn ein Ereignis eintritt.

**[0079]** Gemäß der zweiten Ausführungsform führt die Kartenabgleichsvorrichtung 1 denselben Vorgang wie bei der ersten Ausführungsform durch, so dass die Route, die der sich bewegende Körper in der Vergangenheit zurückgelegt hat, genau auf der Karte abgeglichen werden kann.

#### <Hardware-Konfiguration>

**[0080]** Jede Funktion der Karteninformationserfassungseinheit 2, der Bewegungsinformationserfassungseinheit 3 und der Abgleichseinheit 4 in der in der ersten und zweiten Ausführungsform beschriebenen Kartenabgleichsvorrichtung 1 wird durch die Verarbeitungsschaltung implementiert. Das heißt, die Kartenabgleichsvorrichtung 1 umfasst eine Verarbeitungsschaltung, die die Karteninformationen erfasst, die Bewegungsinformationen des sich bewegenden Körpers erfasst und eine Verbindungsfolge festlegt, die einer Route auf einer Karte auf der Grundlage der Karteninformationen und der Bewegungsinformationen entspricht. Für die Verarbeitungsschaltung kann dedizierte Hardware verwendet werden, oder ein Prozessor (auch bezeichnet als Zentraleinheit (CPU), Zentraleinheit, Verarbeitungseinheit, Recheneinheit, Mikroprozessor, Mikrocomputer, Digitaler Signalprozessor (DSP)), der ein in einem Speicher gespeichertes Programm ausführt, kann ebenfalls verwendet werden.

**[0081]** Wenn die dedizierte Hardware auf die Verarbeitungsschaltung angewendet wird, wie in **Fig. 14** gezeigt, entspricht eine Verarbeitungsschaltung 29 beispielsweise einer einzelnen Schaltung, einer zusammengesetzten Schaltung, einem program-

mierten Prozessor, einem parallel programmierten Prozessor, einer anwendungsspezifischen integrierten Schaltung (ASIC) oder einem feldprogrammierbaren Gate-Array (FPGA) oder einer Kombination davon. Während jede Funktion der Karteninformationserfassungseinheit 2, der Bewegungsinformationserfassungseinheit 3 und der Abgleichseinheit 4 oder auch durch eine Verarbeitungsschaltung 29 implementiert werden kann, kann jede Funktion gemeinsam durch eine Verarbeitungsschaltung 29 implementiert werden.

**[0082]** Wenn die Verarbeitungsschaltung 29 auf den in Fig. 15 gezeigten Prozessor 30 angewendet wird, wird jede Funktion der Karteninformationserfassungseinheit 2, der Bewegungsinformationserfassungseinheit 3 und der Abgleichseinheit 4 durch Software, Firmware oder eine Kombination aus Software und Firmware implementiert. Die Software oder Firmware wird als Programm geschrieben und in einem Speicher 31 gespeichert. Der Prozessor 30 führt jede Funktion aus, indem er das im Speicher 31 gespeicherte Programm liest und ausführt. Das heißt, die Kartenabgleichsvorrichtung 1 enthält den Speicher 31 zum Speichern des Programms, das schließlich die Schritte des Erfassens der Karteninformationen, des Erfassens der Bewegungsinformationen des sich bewegenden Körpers und des Spezifizierens einer Verbindungsfolge, die einer Route auf der Karte entspricht, basierend auf den Karteninformationen und den Bewegungsinformationen ausführt. Ferner kann man sagen, dass diese Programme Programme sind, um den Ablauf und das Verfahren der Karteninformationserfassungseinheit 2, der Bewegungsinformationserfassungseinheit 3 und der Abgleichseinheit 4 auszuführen. Hier kann der Speicher beispielsweise ein nichtflüchtiger oder flüchtiger Halbleiterspeicher sein, wie ein Random Access Memory (RAM), ein Read Only Memory (ROM), ein Flash-Speicher, ein Erasable Programmable Read Only Memory (EPROM), ein Electrically Erasable Programmable Read Only Memory (EEPROM) oder ähnliches, eine Magnetplatte, eine flexible Platte, eine optische Platte, eine Compact Disk, eine Digital Versatile Disc (DVD) oder ähnliches, oder ein beliebiges Speichermedium, das in Zukunft verwendet wird.

**[0083]** Für jede Funktion der Karteninformationserfassungseinheit 2, der Bewegungsinformationserfassungseinheit 3 und der Abgleichseinheit 4 kann ein Teil der Funktionen durch spezielle Hardware implementiert werden und ein anderer Teil der Komponenten wird durch Software oder dergleichen implementiert.

**[0084]** Dementsprechend kann die Verarbeitungsschaltung die oben genannten Funktionen durch Hardware, Software, Firmware oder eine Kombination davon implementieren.

<Systemkonfiguration>

**[0085]** Obwohl die oben beschriebene Kartenabgleichsvorrichtung auf eine hochpräzise Ortungsvorrichtung, wie in der ersten Ausführungsform beschrieben, oder auf einen Sondendaten-Analyseserver, wie in der zweiten Ausführungsform beschrieben, anwendbar ist, ist ihre Anwendung nicht darauf beschränkt. Die Kartenabgleichsvorrichtung ist beispielsweise auf eine fahrzeuginterne Navigationsvorrichtung, d.h. eine Satellitennavigationsvorrichtung, oder eine tragbare Navigationsvorrichtung (PND) anwendbar, das in ein Fahrzeug eingebaut werden kann, und diese können in geeigneter Weise kombiniert werden, um ein System zu bilden. In diesem Fall wird jede Funktion oder jede Komponente der Kartenabgleichsvorrichtung verteilt und in jeder Funktion angeordnet, um das oben genannte System zu konstruieren.

**[0086]** Ferner kann die Software in den obigen Ausführungsformen beispielsweise in einen Server integriert werden. Ein Kartenabgleichsverfahren, das von dem Server, der die Software ausführt, implementiert wird, umfasst das Erfassen von Karteninformationen einschließlich Verbindungsendpunktkoordinaten, die Koordinaten von Endpunkten einer Vielzahl von Verbindungen sind, und einer Verbindungsbeziehung jeder der Verbindungen, das Erfassen von Bewegungsinformationen eines sich bewegenden Körpers auf einer vorbestimmten Route, das Identifizieren einer Verbindungsfolge, der eine Folge der Verbindungen entsprechend der Route ist,

**[0087]** Wie oben beschrieben, kann durch die Einbindung der Software, die den Vorgang in den obigen Ausführungsformen ausführt, in den Server und den Betrieb des Servers der gleiche Effekt wie in den obigen Ausführungsformen erzielt werden.

**[0088]** In der vorliegenden Offenbarung können die Ausführungsformen kombiniert, in geeigneter Weise modifiziert oder weggelassen werden, ohne vom Umfang der Offenbarung abzuweichen.

**[0089]** Obwohl die Offenbarung im Detail gezeigt und beschrieben wurde, ist die vorangehende Beschreibung in allen Aspekten illustrativ und nicht einschränkend. Es versteht sich daher, dass zahlreiche Modifikationen und Variationen entwickelt werden können, ohne den Umfang der Offenbarung zu verlassen.

Erläuterung der Bezugszeichen

**[0090]** 1 Kartenabgleichsvorrichtung, 2 Karteninformationserfassungseinheit, 3 Bewegungsinformationserfassungseinheit, 4 Abgleichseinheit, 5 hochpräzise Ortungsvorrichtung, 6 Empfangseinheit, 7

hochpräzise Karte, 8 Übertragungseinheit, 9 IVI, 10 IVI-Karten-DB, 11 Routensucheinheit, 12 Übertragungseinheit, 13 ECU, 14 Empfangseinheit, 15 Erkennungseinheit, 16 Bestimmungseinheit, 17 Steuerung, 18 Server, 19 Empfangseinheit, 20 Ereignisinformationsspeicher, 21 Karten-DB, 22 Abgleichshistorienspeicher, 23 statistische Verarbeitungseinheit, 24 Informationsvorrichtung, 25 Gyrosensor, 26 GPS-Empfänger, 27 Positionierungseinheit, 28 Übertragungseinheit, 29 Verarbeitungsschaltung, 30 Prozessor, 31 Speicher.

### Patentansprüche

1. Eine Kartenabgleichsvorrichtung (1), umfassend:

eine Karteninformationserfassungseinheit (2), die konfiguriert ist, Karteninformationen zu erfassen, die Verbindungsendpunktkoordinaten, die Koordinaten von Endpunkten einer Vielzahl von Verbindungen sind, und eine Verbindungsbeziehung von jeder der Verbindungen enthalten;

eine Bewegungsinformationserfassungseinheit (3), die konfiguriert ist, Bewegungsinformationen eines sich bewegendes Körpers auf einer vorbestimmten Route zu erfassen; und

eine Abgleichseinheit (4), die konfiguriert ist, eine Verbindungsfolge zu spezifizieren, die eine Folge der Verbindungen entsprechend der Route ist, basierend auf der Karteninformation, die die Karteninformationserfassungseinheit (2) erfasst hat, und der Bewegungsinformation, die die Bewegungsinformationserfassungseinheit (3) erfasst hat, wobei die Abgleichseinheit (4) konfiguriert ist, ein physikalisches Netzwerk, das ein Straßennetzwerk ist, basierend auf der Verbindungsbeziehung und den Bewegungsinformationen zu erzeugen, ein hierarchisches logisches Netzwerk zu erzeugen, in dem das physikalisches Netzwerk in einer Vielzahl von Schichten dupliziert und in einer hierarchischen Weise konfiguriert ist, und die Verbindungsfolge zu spezifizieren, die minimierte Kosten in dem hierarchischen logischen Netzwerk anzeigt.

2. Die Kartenabgleichsvorrichtung (1) nach Anspruch 1, wobei wenn ein Teil eines Abschnitts der Route nicht in den Bewegungsinformationen enthalten ist, die Abgleichseinheit (4) die dem Teil des Abschnitts entsprechende Verbindungsfolge nicht spezifiziert.

3. Die Kartenabgleichsvorrichtung (1) nach Anspruch 1, wobei die Bewegungsinformation eine Koordinatenpunktfolge von Positionen auf der Route enthält, eine Anzahl von Schichten in dem hierarchischen logischen Netzwerk gleich oder größer ist als eine Anzahl von unterteilten Abschnitten, die durch Unterteilung der Route durch die Koordinatenpunktfolge erhalten wird,

eine Startverbindung in dem hierarchischen logischen Netzwerk eine logische Verbindung innerhalb einer Schicht ist, die einem ersten Koordinatenpunkt der Koordinatenpunktfolge entspricht und dem ersten Koordinatenpunkt am nächsten liegt, und eine Endverbindung in dem hierarchischen logischen Netzwerk die logische Verbindung innerhalb einer Schicht ist, die einem letzten Koordinatenpunkt der Koordinatenpunktfolge entspricht und die dem letzten Koordinatenpunkt am nächsten liegt.

4. Die Kartenabgleichsvorrichtung (1) nach Anspruch 3, wobei die Abgleichseinheit (4) konfiguriert ist, zu bestimmen, dass die logische Verbindung, die innerhalb eines vorbestimmten Radius existiert, der auf den ersten Koordinatenpunkt zentriert ist, die Startverbindung ist, und zu bestimmen, dass die logische Verbindung, die innerhalb eines vorbestimmten Radius existiert, der auf den letzten Koordinatenpunkt zentriert ist, die Endverbindung ist.

5. Die Kartenabgleichsvorrichtung (1) nach Anspruch 4, wobei die Startverbindung und die Endverbindung zusätzlich zu der logischen Verbindung, die innerhalb des vorbestimmten Radius existiert, die logischen Verbindungen einschließen, die davor und danach verbunden sind und um einen vorbestimmten Abstand von der logischen Verbindung basierend auf der Verbindungsbeziehung entfernt sind.

6. Die Kartenabgleichsvorrichtung (1) nach Anspruch 3, wobei jede Schicht in dem hierarchischen logischen Netzwerk jedem der unterteilten Abschnitte entspricht, und die Abgleichseinheit (4) konfiguriert ist, einen Preis für die Bewegung zwischen jeder der Schichten in dem hierarchischen logischen Netzwerk auf der Grundlage eines Abstands zwischen Koordinaten, die jeder der Schichten der Koordinatenpunktfolge entsprechen, und den Verbindungsendpunktkoordinaten in dem physikalischen Netzwerk zu bestimmen.

7. Die Kartenabgleichsvorrichtung (1) nach Anspruch 3, wobei die Bewegungsinformation eine Bewegungsrichtung des sich bewegendes Körpers an einem Verzweigungspunkt einer Straße enthält, jede Schicht in dem hierarchischen logischen Netzwerk jedem der unterteilten Abschnitte entspricht, und die Abgleichseinheit (4) konfiguriert ist, die Kosten einer logischen Verbindung innerhalb jeder Schicht in dem hierarchischen logischen Netzwerk zu bestimmen, basierend auf einer Bewegungsrichtung des sich bewegendes Körpers an dem Verzweigungspunkt jeder der Schichten und mindestens einem von Vorhandensein/Abwesenheit einer Ver-

zweigung der physikalischen Verbindung in dem physikalischen Netzwerk und der Bewegungsrichtung nach der Verzweigung der physikalischen Verbindung in dem physikalischen Netzwerk.

8. Die Kartenabgleichsvorrichtung (1) nach Anspruch 3, wobei die Bewegungsinformation ein Straßenattribut auf der Route enthält, jede Schicht in dem hierarchischen logischen Netzwerk einem durch das Straßenattribut unterteilten Abschnitt der Route entspricht, und die Abgleichseinheit (4) konfiguriert ist, die Kosten einer logischen Verbindung innerhalb jeder Schicht in dem hierarchischen logischen Netz auf der Grundlage des Straßenattributs zu bestimmen, basierend auf den Bewegungsinformationen, die jeder der Schichten entsprechen, und dem Straßenattribut, das in den Karteninformationen in dem physikalischen Netz enthalten ist.

9. Die Kartenabgleichsvorrichtung (1) nach Anspruch 8, wobei das Straßenattribut mindestens eines von einem Straßentyp, einem Verbindungstyp, der Anzahl der Fahrspuren, einer Straßenbreite, einer Geschwindigkeitsbegrenzung, dem Vorhandensein/der Abwesenheit einer Maut, einer Verbindungsnummer, einem Straßennamen, einer nationalen Straßennummer und einer Präfekturstraßennummer enthält.

10. Die Kartenabgleichsvorrichtung (1) nach Anspruch 1, wobei die Route eine Route ist, auf der der sich bewegende Körper in der Zukunft fahren soll.

11. Die Kartenabgleichsvorrichtung (1) nach Anspruch 1, wobei die Route eine Route ist, auf der der sich bewegende Körper in der Vergangenheit gereist ist.

12. Ein Kartenabgleichsverfahren für eine Kartenabgleichsvorrichtung (1) nach Anspruch 1, wobei das Kartenabgleichsverfahren die folgenden Schritte umfasst:

Erfassen (S11) von Karteninformationen, die Verbindungsendpunktkoordinaten, die Koordinaten von Endpunkten einer Vielzahl von Verbindungen sind, und eine Verbindungsbeziehung jeder der Verbindungen enthalten;

Erfassen (S12) von Bewegungsinformationen eines sich bewegenden Körpers auf einer vorbestimmten Route; und

Spezifizieren (S13) einer Verbindungsfolge, die eine Folge der Verbindungen entsprechend der Route ist, basierend auf den erfassten Karteninformationen und den erfassten Bewegungsinformationen, wobei das Spezifizieren (S13) einer Verbindungsfolge das Erzeugen eines physikalischen Netzes, das ein Straßennetz ist, auf der Grundlage der Ver-

bindungsbeziehung und der Karteninformationen, das Erzeugen eines hierarchischen logischen Netzes, in dem das physikalische Netz eine Vielzahl von Malen dupliziert und zu einer Hierarchie konfiguriert ist, und das Spezifizieren einer Route mit minimierten Kosten in dem hierarchischen logischen Netz als die Verbindungsfolge umfasst.

Es folgen 15 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

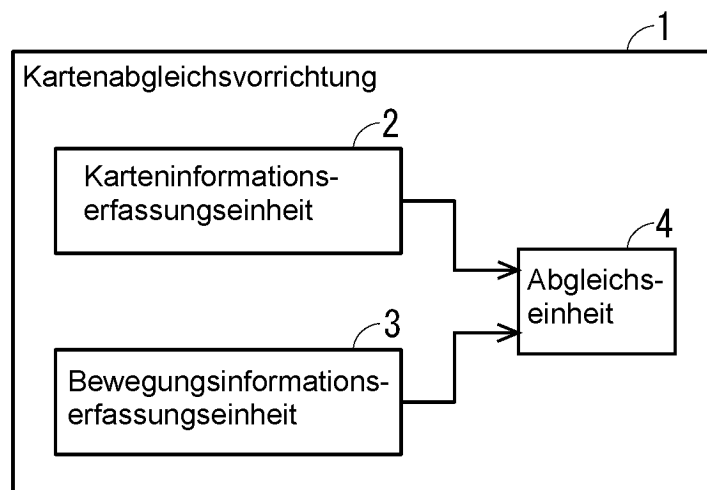


FIG. 2

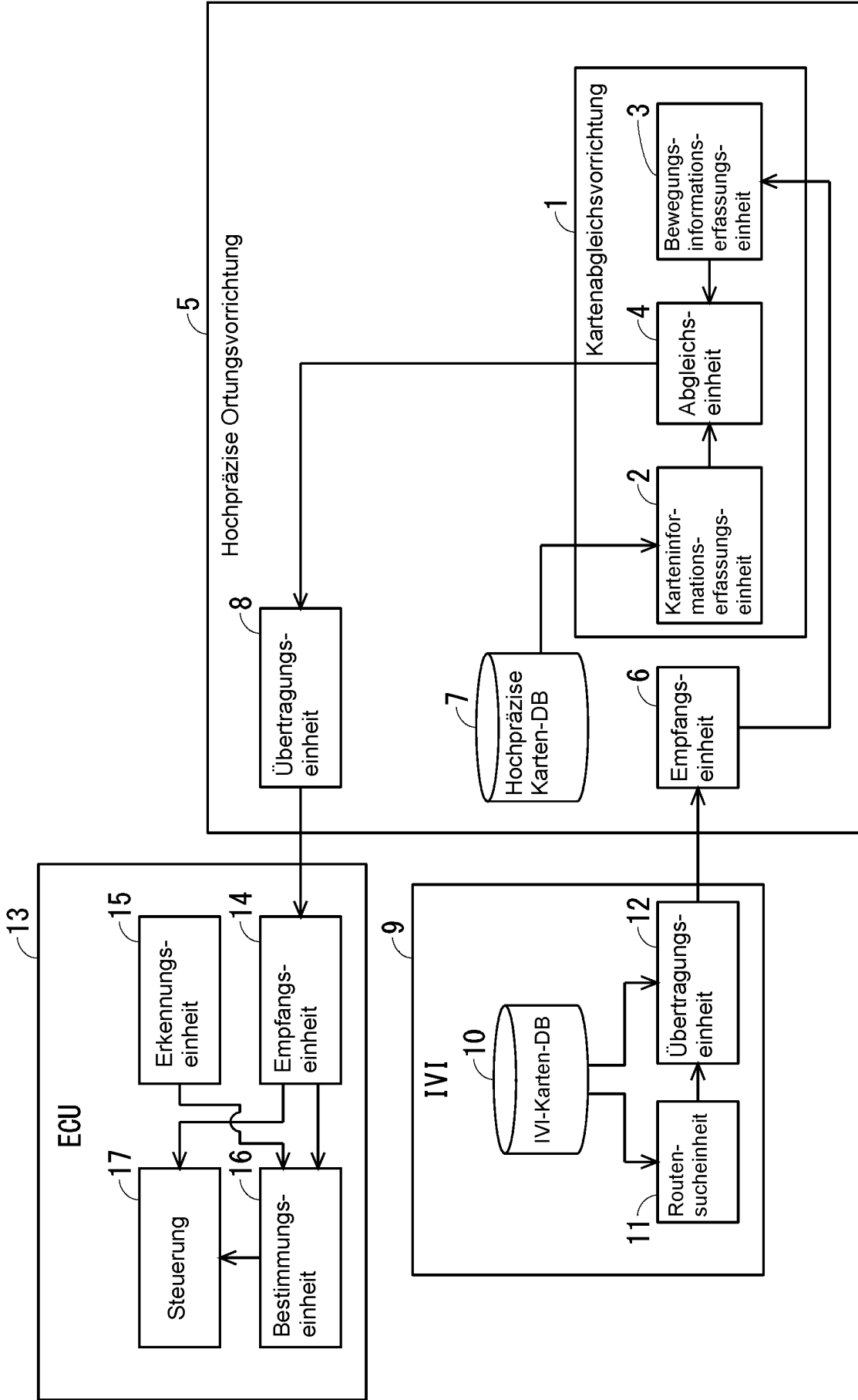


FIG. 3

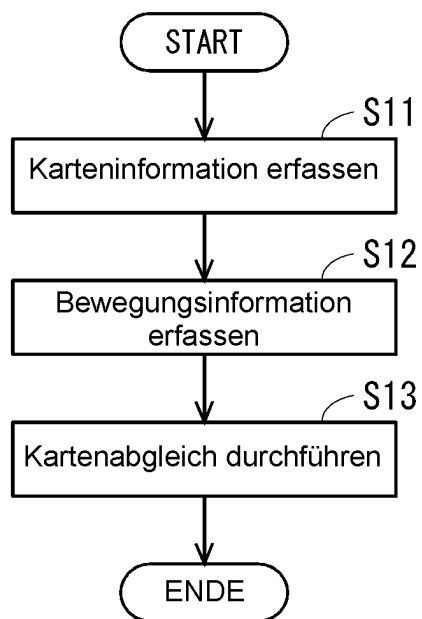


FIG. 4

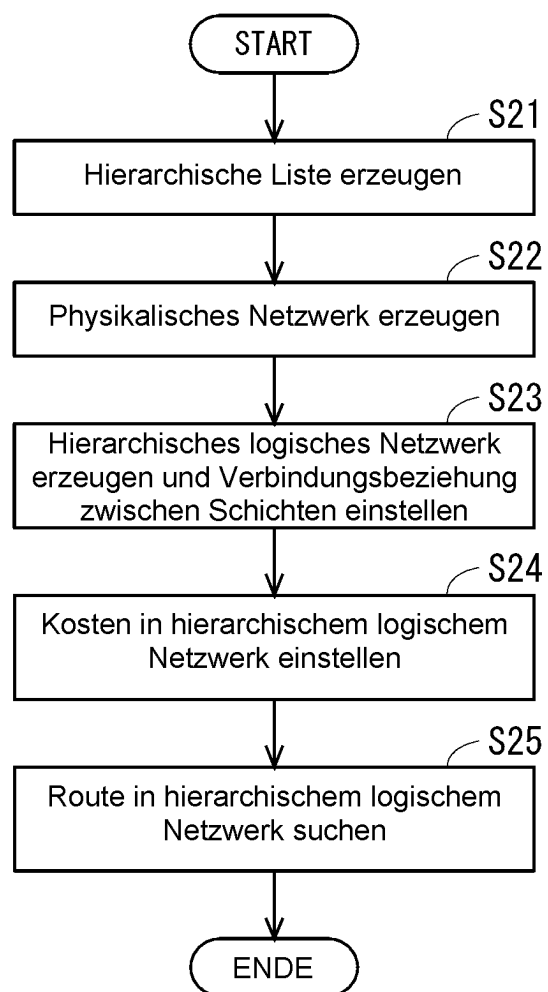
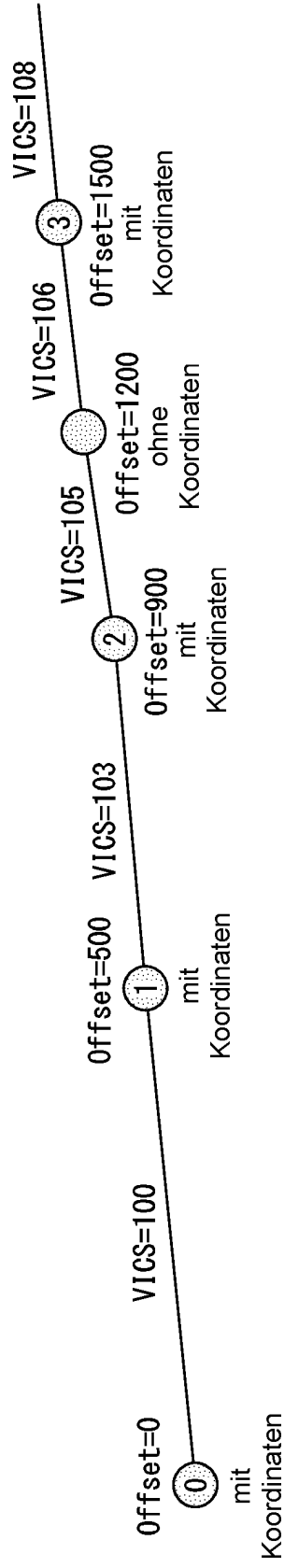
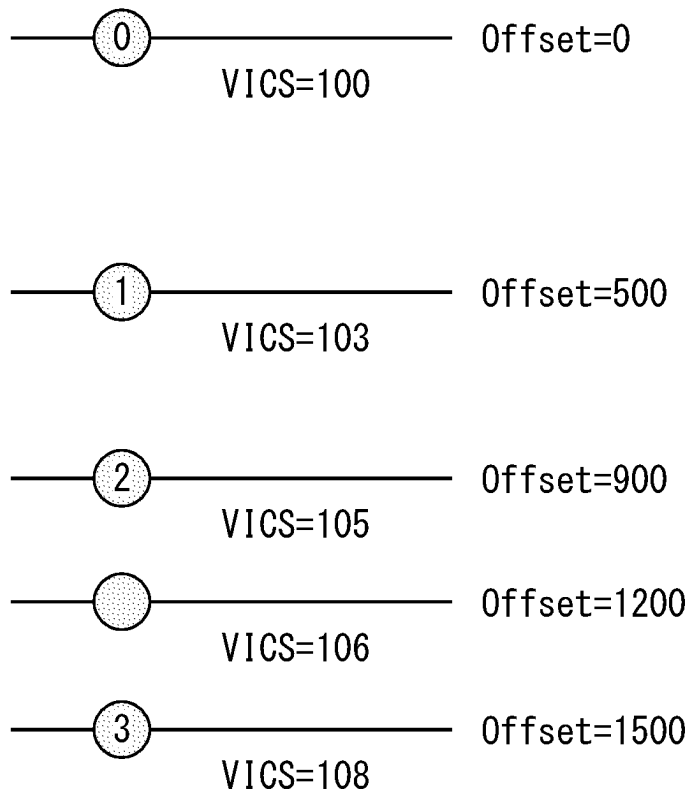


FIG. 5



F I G. 6



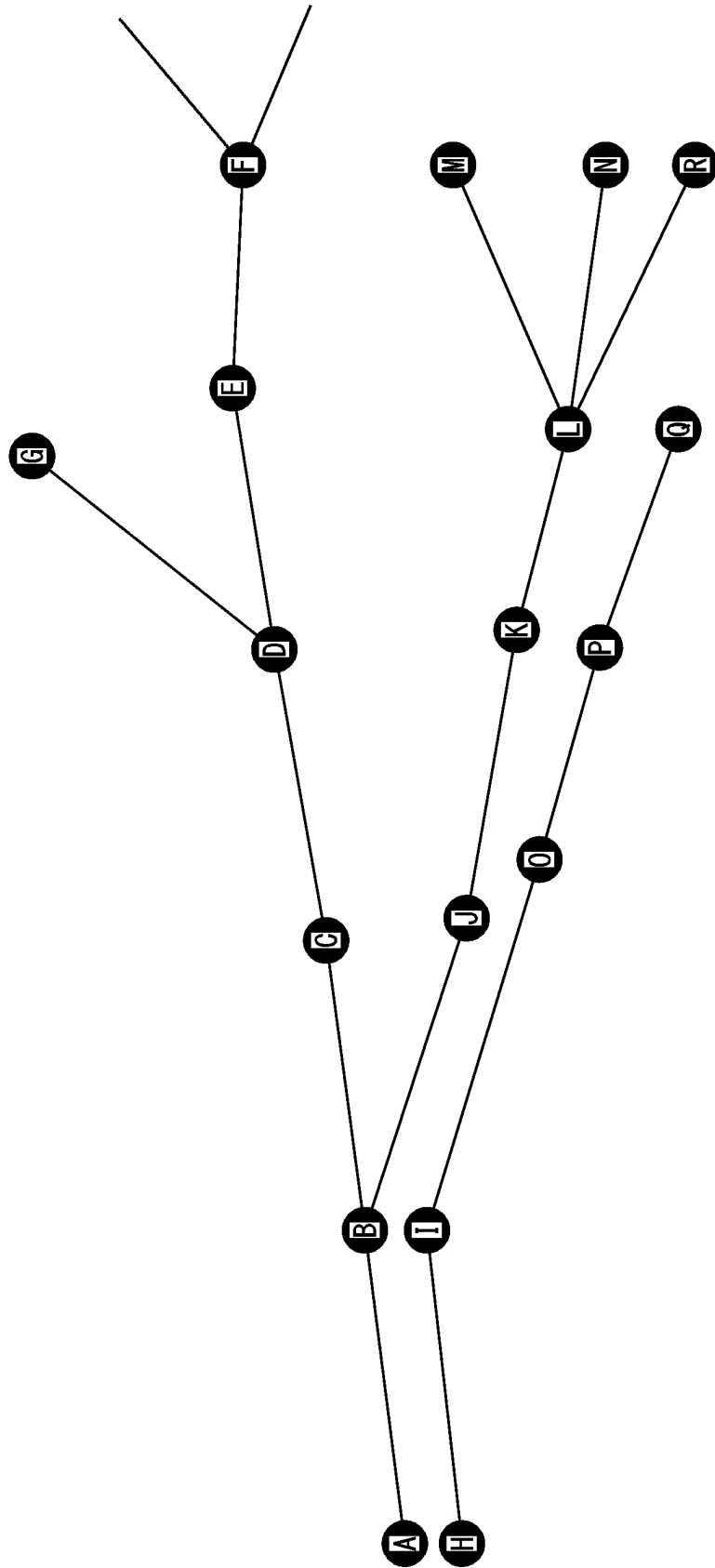


FIG. 7

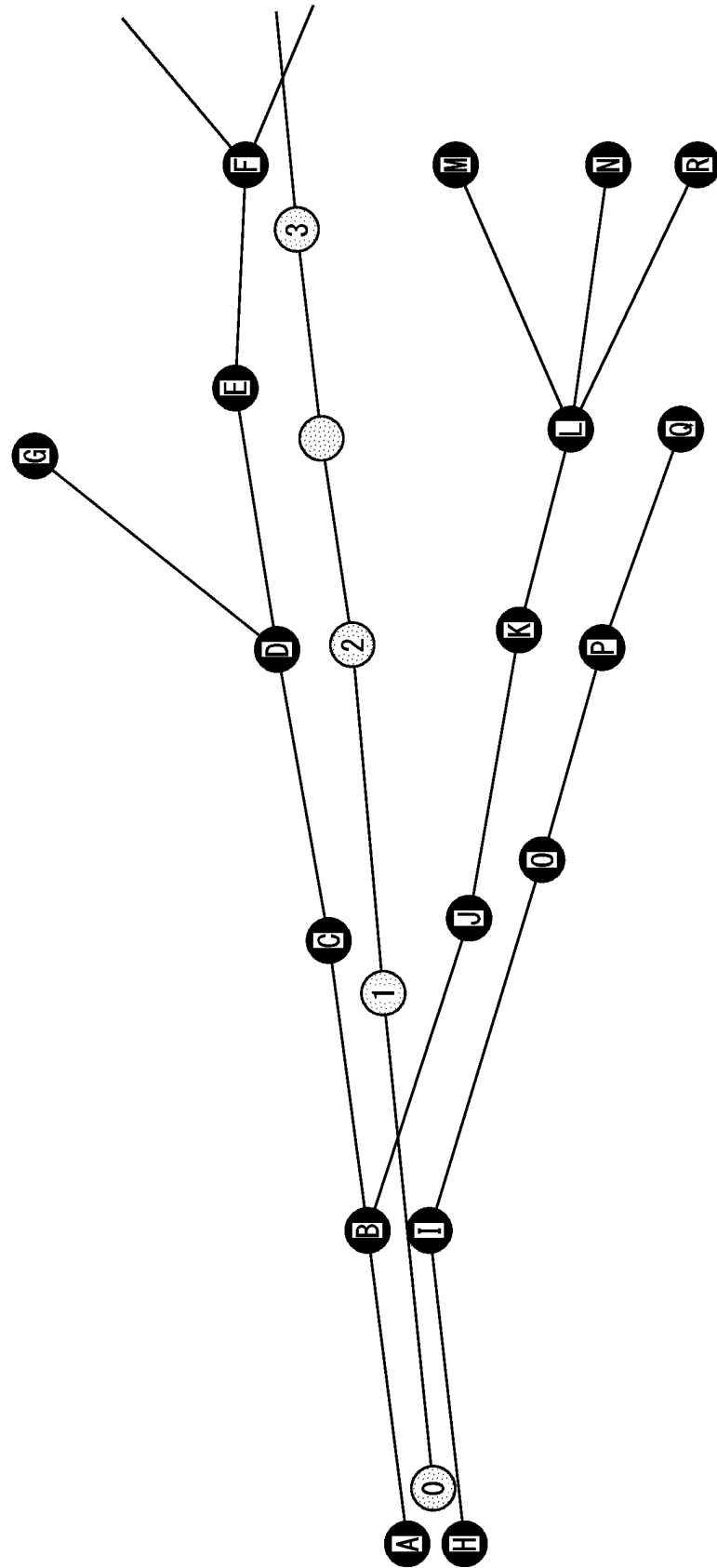


FIG. 8

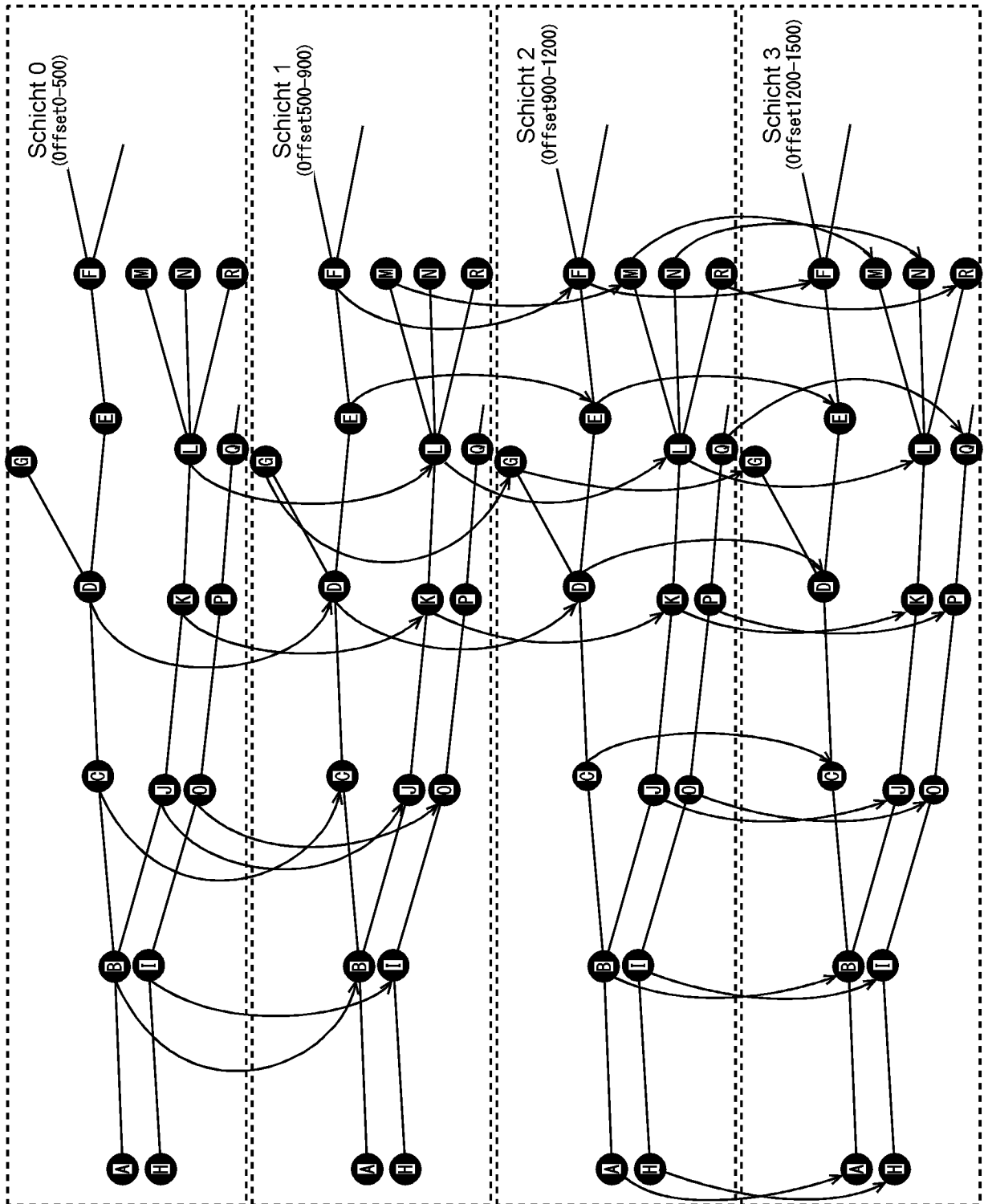


FIG. 9

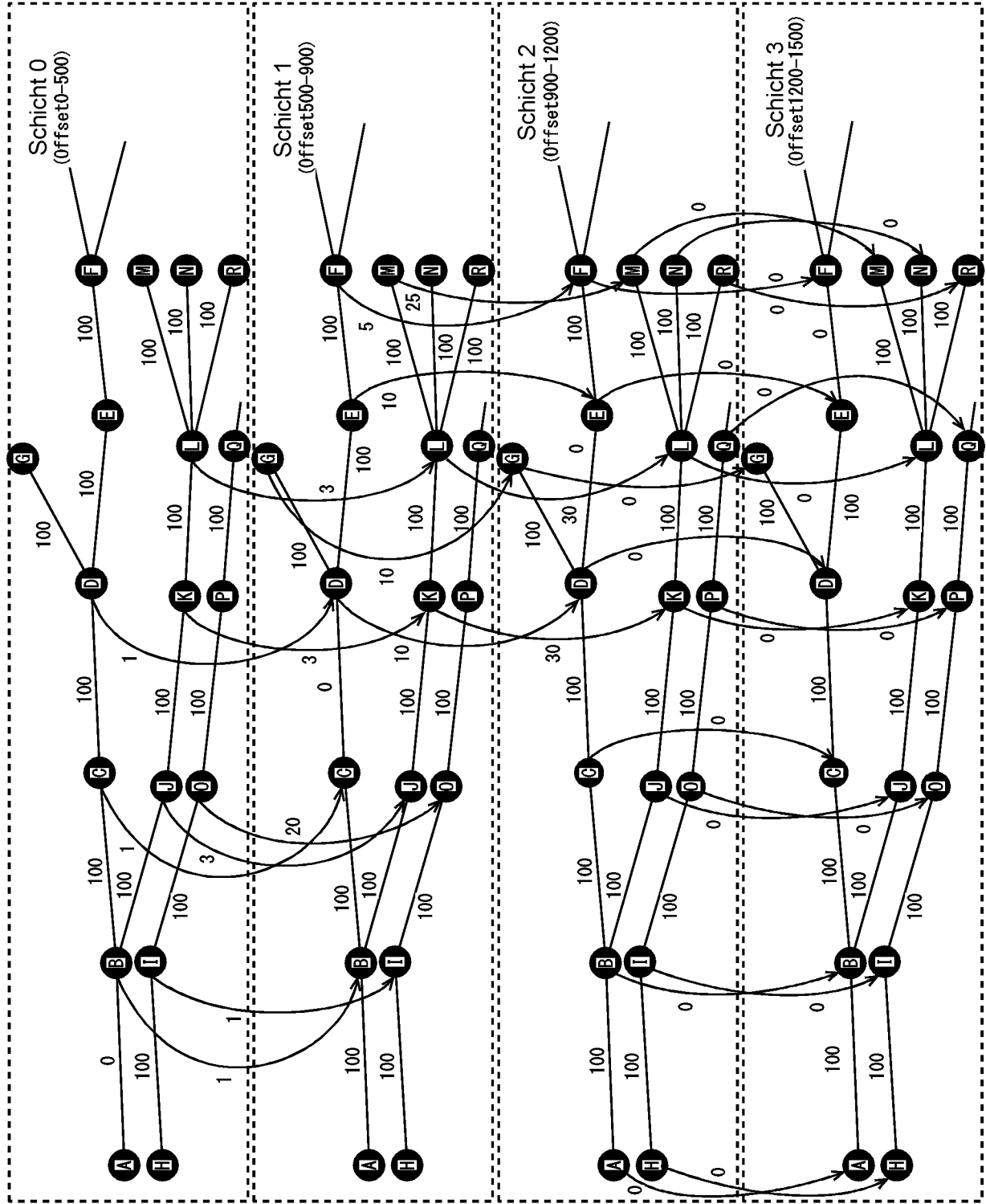


FIG. 10

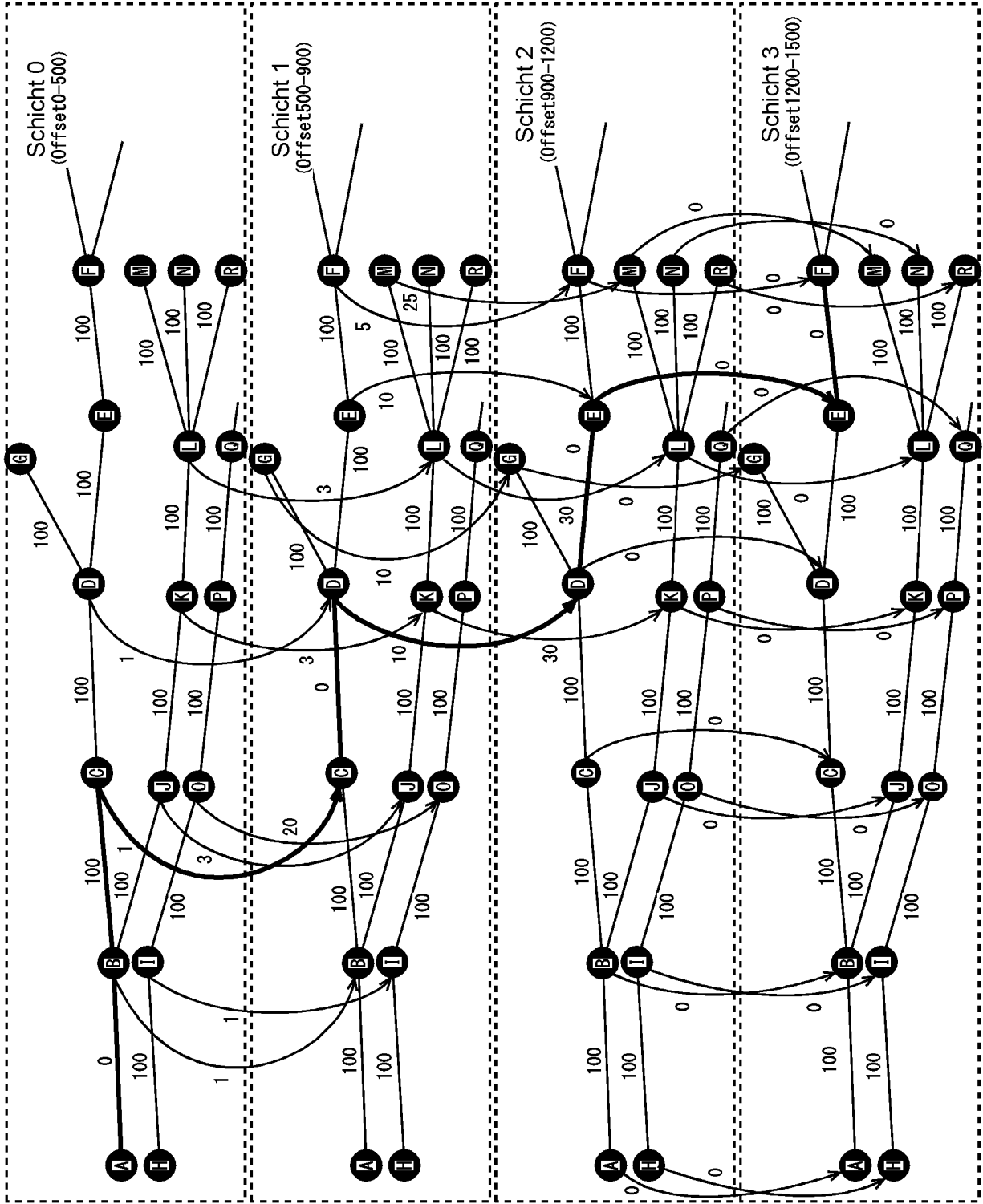
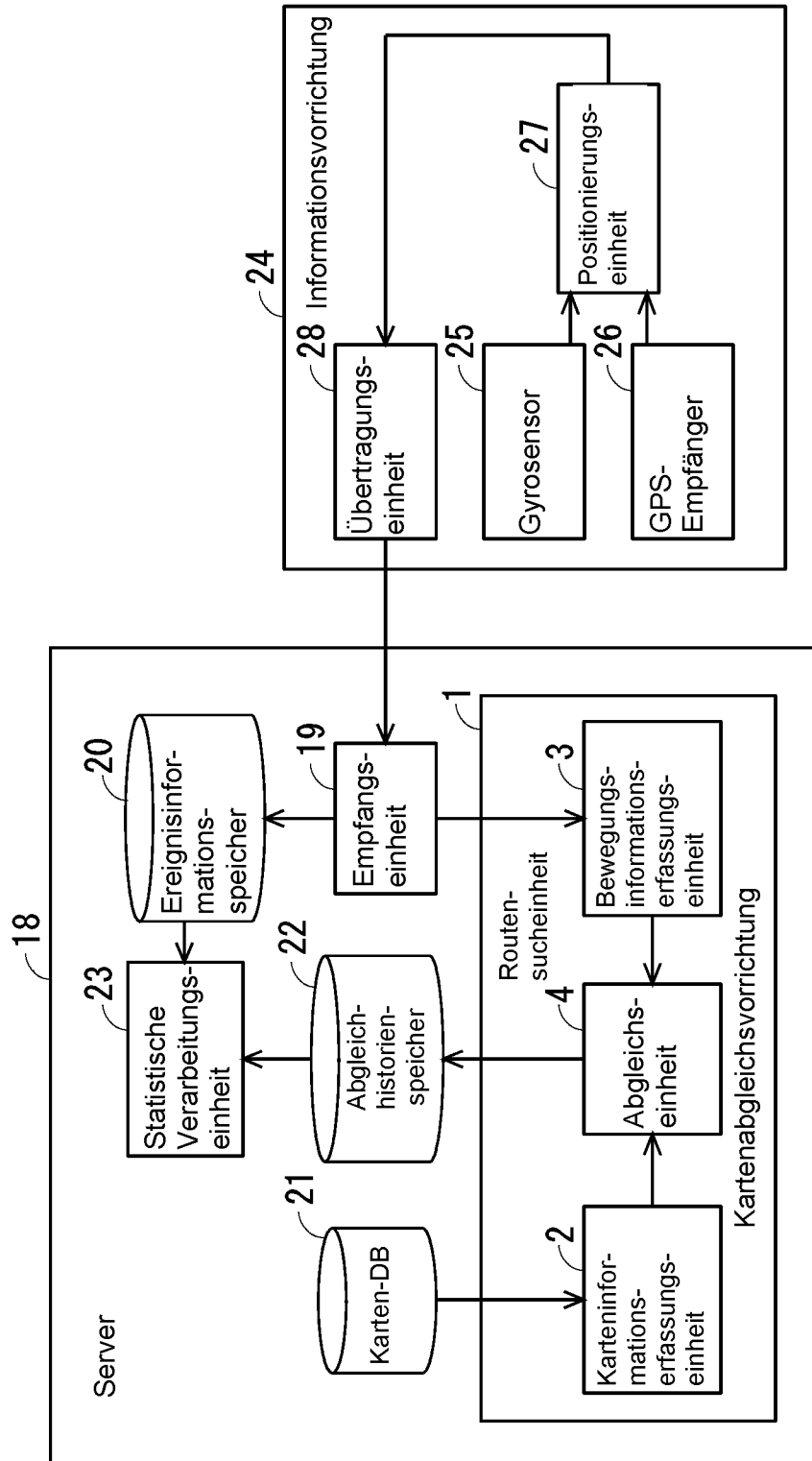


FIG. 11



FIG. 13



F I G. 1 4

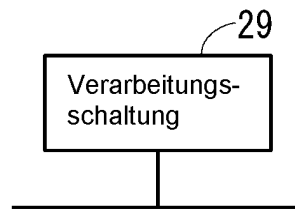


FIG. 15

