



(10) **DE 10 2012 216 211 A1** 2013.03.14

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2012 216 211.9**

(22) Anmeldetag: **12.09.2012**

(43) Offenlegungstag: **14.03.2013**

(51) Int Cl.: **G01S 19/28 (2012.01)**

(66) Innere Priorität:

10 2011 082 539.8 **12.09.2011**

10 2011 082 534.7 **12.09.2011**

10 2011 086 710.4 **21.11.2011**

10 2012 207 297.7 **02.05.2012**

(71) Anmelder:

**Continental Teves AG & Co. oHG, 60488,
Frankfurt, DE**

(72) Erfinder:

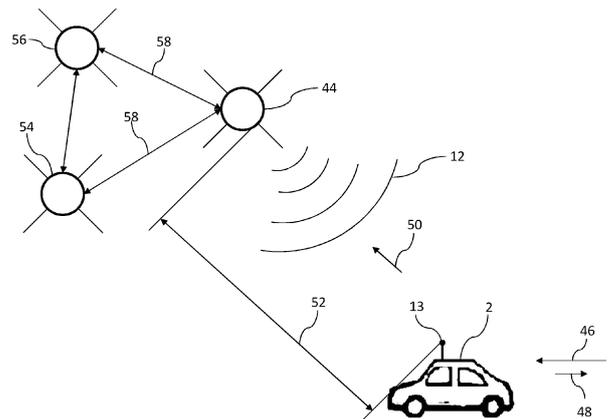
Dziubek, Nico, 60327, Frankfurt, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Auswählen eines Satelliten**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Auswählen eines Satelliten (44), der ausgebildet ist ein Globales Navigationssatellitensystem-Signal, nachstehend GNSS-Signal (12) genannt, an ein Fahrzeug (2) zu senden, umfassend:

- Messen von Messlagedaten (50, 52) des Fahrzeuges gegenüber dem Satelliten (44) basierend auf dem GNSS-Signal (12),
- Bestimmen von zu den basierend auf dem GNSS-Signal (12) bestimmten Messlagedaten (50, 52) redundanten Referenzlagedaten des Fahrzeuges (12); und
- Auswählen des Satelliten (44), wenn eine Gegenüberstellung der Messlagedaten (50, 52) und der Referenzlagedaten einer vorbestimmten Bedingung genügt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Auswählen eines Satelliten, der ausgebildet ist ein GNSS-Signal an ein Fahrzeug zu senden, eine Steuervorrichtung zur Durchführung des Verfahrens und ein Fahrzeug mit der Steuervorrichtung.

[0002] Aus der WO 2011/098 333 A1 ist bekannt, in einem Fahrzeug verschiedene Sensorgrößen heranzuziehen, um bereits vorhandene Sensorgrößen zu verbessern oder neue Sensorgrößen zu generieren und somit die erfassbare Information zu steigern.

[0003] Es ist Aufgabe die Nutzung mehrerer Sensorgrößen zur Informationssteigerung zu verbessern.

[0004] Die Aufgabe wird durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst. Bevorzugte Weiterbildungen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0005] Gemäß einem Aspekt der Erfindung umfasst ein Verfahren Auswählen eines Satelliten, der ausgebildet ist ein Globales Navigationssatellitensystem-Signal, nachstehend GNSS-Signal genannt, an ein Fahrzeug zu senden die Schritte:

- Messen von Messlagedaten des Fahrzeuges gegenüber dem Satelliten basierend auf dem GNSS-Signal,
- Bestimmen von zu den basierend auf dem GNSS-Signal bestimmten Messlagedaten redundanten Referenzlagedaten des Fahrzeuges; und
- Auswählen des Satelliten, wenn eine Gegenüberstellung der Messlagedaten und der Referenzlagedaten einer vorbestimmten Bedingung genügt.

[0006] Dem angegebenen Verfahren liegt die Überlegung zugrunde, dass aus dem GNSS-Signal Positionsinformationen des Fahrzeuges abgeleitet werden könnten. Diese Überlegung zugrunde gelegt, wird im Rahmen des angegebenen Verfahrens jedoch erkannt, dass das GNSS-Signal vor seinem Empfang am Fahrzeug verschiedene Störquellen durchlaufen könnte, die das GNSS-Signal verrauschen könnten, so dass es nicht mehr die wahre Position des Fahrzeuges anzeigt. Derartige Störquellen könnten ein Mehrwegeempfang, Abschattungen oder Reflektionen darstellen.

[0007] Basierend auf diesen Überlegungen ist es Idee des angegebenen Verfahrens für das GNSS-Signal einen Erwartungswert festzulegen, aus dem mit einer ausreichenden Genauigkeit eine Referenz für die Qualität des GNSS-Signals abgeleitet werden kann. Ist die Abweichung zwischen dem GNSS-Signal und dem als Referenz herangezogenen Erwartungswert ausreichend klein, dann wird der Satellit als Quelle für das GNSS-Signal ausgewählt.

[0008] In einer Weiterbildung wird zur Gegenüberstellung der Messlagedaten und der Referenzlagedaten eine Differenz zwischen den Messlagedaten und den Referenzlagedaten gebildet. Dieser Weiterbildung liegt die Überlegung zugrunde, dass die Gegenüberstellung zwar basierend auf jedem beliebigen Filter durchgeführt werden könnte, aus der Differenz der beiden Lagedaten geht jedoch unmittelbar ihre Abweichung zueinander vor, was das GNSS-Signal statistisch beschreibt und somit unmittelbar eine Bewertung seiner Qualität zulässt.

[0009] Diesbezüglich kann es bevorzugt sein, als vorbestimmte Bedingung einen maximal zulässigen Fehler zwischen den Messlagedaten und den Referenzlagedaten zuzulassen, der wiederum eine Qualitätsschranke bei der Auswahl des Satelliten darstellt.

[0010] Besonders bevorzugt kann der maximal zulässige Fehler von einer Standardabweichung abhängig sein, die basierend auf einer Summe aus einer Referenzvarianz für die Referenzlagedaten und einer Messvarianz für die Messlagedaten berechnet wird. Dieser Weiterbildung liegt die Überlegung zugrunde, dass hier zwei statistische Werte gleichzeitig bei der Auswahl des Satelliten einfließen. Der Referenzwert könnte iterativ bestimmt werden, wobei seine Qualität mit steigenden Iterationsschritten immer höher wird. Das heißt aber, dass der Referenzwert zunächst selbst stark verrauscht und fehlerbehaftet sein kann, weshalb es zu diesem Zeitpunkt nicht zweckmäßig wäre, ein GNSS-Signal mit einer sehr hohen Qualität auszuwählen. Indem der maximal zulässige Fehler und damit die zulässige Abweichung abhängig von den Varianzen und damit dem Rauschen der beiden Lagedaten gewählt wird, werden der maximal zulässige Fehler zwischen den Lagedaten und das Rauschen der Lagedaten selbst bei der Auswahl korreliert. Es ist damit gesichert, dass das Rauschen des vom auszuwählenden Satelliten an die Abweichung zwischen dem Erwartungswert und dem durch das GNSS-Signal repräsentierten Messwert angepasst ist.

[0011] In einer zusätzlichen Weiterbildung des angegebenen Verfahrens entspricht der maximal zulässige Fehler einem Vielfachen der Standardabweichung derart, dass eine Wahrscheinlichkeit, dass die Messlagedaten in ein von der Standardabweichung abhängiges Streuintervall einen vorbestimmten Schwellwert unterschreiten. Auf diese Weise ist sichergestellt, dass durch die unvermeidliche Streuung der Abweichungen zwischen den Referenzlagedaten, also dem Erwartungswert und den Messlagedaten, also dem Messwert, nicht zufällig ein eigentlich geeigneter Satellit nicht ausgewählt wird.

[0012] Gemäß einem weiteren Aspekt der angegebenen Erfindung umfasst ein Verfahren zum Auswählen eines Satelliten, der ausgebildet ist ein Globa-

les Navigationssatellitensystem-Signal, nachstehend GNSS-Signal genannt, an ein Fahrzeug zu senden, die Schritte:

- Messen von Messlagedaten des Fahrzeuges gegenüber dem Satelliten basierend auf dem GNSS-Signal,
- Auswählen des Satelliten, wenn die Messlagedaten eine vorbestimmte Bedingung erfüllen.

[0013] Dem angegebenen Verfahren liegt die Überlegung zugrunde, dass die Auswahl des Satelliten schon anhand harter Entscheidungsgrundlagen durchgeführt werden könnte, weil das Fahrzeug, das das GNSS-Signal nutzt, bestimmten physikalischen Randbedingungen unterworfen ist. Das Fahrzeug darf beispielsweise nicht beliebig beschleunigen und kann auch nicht beliebig schnell fahren. Diese physikalischen Randbedingungen können als Grundlage für die Auswahl des Satelliten herangezogen werden, ohne dass es weiterer Vergleichsmessungen bedarf, um die Qualität des GNSS-Signals zu überprüfen.

[0014] Daher kann die vorbestimmte Bedingung vorzugsweise eine physikalische Randbedingung sein, der das Fahrzeug unterworfen ist.

[0015] Besonders bevorzugt kann die physikalische Randbedingung eine Grenzbeschleunigung und/oder eine Grenzgeschwindigkeit für das Fahrzeug sein.

[0016] In einer besonderen Weiterbildung des angegebenen Verfahrens können die Messlagedaten beispielsweise eine Geschwindigkeit und/oder eine Beschleunigung umfassen, die aus dem GNSS-Signal abgeleitet wird. Auf diese Weise kann direkt überprüft werden, ob die zuvor genannten physikalischen Randbedingungen erfüllt sind, oder nicht.

[0017] Gemäß einem weiteren Aspekt der angegebenen Erfindung umfasst ein Verfahren zum Auswählen eines Satelliten, der ausgebildet ist ein Globales Navigationssatellitensystem-Signal, nachstehend GNSS-Signal genannt, an ein Fahrzeug zu senden, die Schritte:

- Erfassen einer Lage wenigstens dreier Satelliten untereinander, die den auszuwählenden Satelliten umfassen;
- Messen von Messlagedaten des Fahrzeuges gegenüber dem Satelliten basierend auf dem GNSS-Signal des auszuwählenden Satelliten,
- Auswählen des auszuwählenden Satelliten basierend auf einer Gegenüberstellung der Lage der drei Satelliten zueinander und der Messlagedaten.

[0018] Dem angegebenen Verfahren liegt die Überlegung zugrunde, dass die drei Satelliten mit dem auszuwählenden Satelliten eine an sich bekannte Lage zueinander aufweisen. Ausgehend von dieser be-

kannten Lage muss sich das Fahrzeug gegenüber diesen drei Satelliten auch in einer zu erwartenden Weise bewegen. Diese zu erwartenden Bewegung kann als Entscheidungsgrundlage zur Auswahl des GNSS-Signals und damit des auszuwählenden Satelliten herangezogen werden.

[0019] Im Rahmen des angegebenen Verfahrens wird dabei erkannt, dass die Lage der drei Satelliten zueinander relative Positionsangaben umfasst. Damit ein GNSS-Signal fälschlicherweise als fehlerfrei interpretiert wird, müssten die GNSS-Signale aller drei GNSS-Satelliten in einer exakt gleichen Weise durch Abschattungen, Mehrfachreflexionen, und so weiter verfälscht werden, was jedoch aufgrund der völlig verschiedenen Signallaufpfade so gut wie ausgeschlossen werden kann. Daher liefert das angegebene Verfahren eine sehr zuverlässige Entscheidungsgrundlage für die Auswahl eines Satelliten.

[0020] In einer Weiterbildung des angegebenen Verfahrens umfasst die Gegenüberstellung der Lage der drei Satelliten zueinander und der Messlagedaten Gegenüberstellung der Abstände des Fahrzeuges zu den drei Satelliten. Dieser Weiterbildung liegt die Überlegung zugrunde, dass die GNSS-Signale der drei Satelliten basierend auf der Lage der Satelliten zueinander auf eventuelle Widersprüche hin untersucht werden könnte. Befinden sich beispielsweise alle drei Satelliten in Fahrtrichtung des Fahrzeuges betrachtet vor dem Fahrzeug, dann müssen alle drei Abstände kleiner werden. Zudem kann aus trigonometrischen Betrachtungen heraus bestimmt werden, wie schnell einzelne Abstände des Fahrzeuges zum entsprechenden Satelliten kleiner werden dürfen. Die Abstände der Satelliten zueinander können aus von den Satelliten übermittelten Informationen abgeleitet werden.

[0021] Gemäß einem weiteren Aspekt der angegebenen Erfindung umfasst ein Verfahren zum Auswählen eines Satelliten, der ausgebildet ist ein Globales Navigationssatellitensystem-Signal, nachstehend GNSS-Signal genannt, an ein Fahrzeug zu senden, die Schritte:

- Erfassen eines Abstandes des Fahrzeuges zum Satelliten und einer Relativgeschwindigkeit des Fahrzeuges zum Satelliten in Sichtrichtung zum Satelliten aus dem GNSS-Signal;
- Auswählen des Satelliten basierend auf einer Gegenüberstellung des erfassten Abstandes und der erfassten Relativgeschwindigkeit.

[0022] Dem angegebenen Verfahren liegt die Überlegung zugrunde, dass der Abstand des Fahrzeuges zum Satelliten und die Relativgeschwindigkeit des Fahrzeuges gegenüber dem Satelliten voneinander abhängig, also korreliert sind. Ferner liegt dem angegebenen Verfahren die Überlegung zugrunde, dass die Relativgeschwindigkeit aus dem GNSS-Signal

beispielsweise basierend auf Dopplereffekten erfasst werden könnte, während der Abstand des Fahrzeuges zum Satelliten beispielsweise basierend auf einer Laufzeit des GNSS-Signals und damit messtechnisch unabhängig zur Erfassung der Relativgeschwindigkeit erfasst werden könnte. Idee des angegebenen Verfahrens ist es nun, dass dennoch beide Messungen zueinander passen müssen, das die zu erfassenden Messgrößen, also die Relativgeschwindigkeit und der Abstand voneinander abhängig sind.

[0023] Die Gegenüberstellung kann beliebig basierend auf einer Differenzbildung oder einer anderen Filterung erfolgen. Aus einer Differenzbildung geht die Entscheidungsgrundlage zur Auswahl des Satelliten mit einer minimalen Rechenzeit sofort hervor.

[0024] Für alle zuvor angegebenen Verfahren können noch folgende Weiterbildungen durchgeführt werden:

Die Messlagedaten des Fahrzeuges und die Referenzlagedaten des Fahrzeuges können je einen Abstand vom Satelliten und/oder eine Relativgeschwindigkeit in Sichtrichtung des Satelliten umfassen. Das heißt, dass das gemäß dem letzten Aspekt der Erfindung angegebene Verfahren den Satelliten basierend auf einer Analyse der Messlagedaten in sich selbst auswählt, wobei des den Vorteil ausnutzt, dass das GNSS-Signal die Messlagedaten mit messtechnisch auf zwei unterschiedliche Weisen erfassbaren Prinzipien überträgt.

[0025] In einer bevorzugten Weiterbildung eines der angegebenen Verfahren ist der Abstand vom Satelliten und/oder die Relativgeschwindigkeit in Sichtrichtung des Satelliten entsprechend aus einer Codemessung und einer Phasenmessung des GNSS-Signals ermittelbar.

[0026] Als GNSS-Signal kann beispielsweise ein Global Positioning System-Signal, kurz GPS-Signal, ein Глобальная Навигационная Спутниковая Система Signal, kurz GLONASS-Signal oder ein Galileo-Signal verwendet werden. Damit stünde eine alternative oder zusätzliche Vergleichsgröße für die Fahrzeuglängsgeschwindigkeit zur Verfügung basierend auf der der Informationsgehalt des zu erfassenden Reifenhalmessers verbessert werden könnte. Das GNSS-Signal erlaubt es beispielsweise Netzwerkteilnehmer in einem Bordnetz des Fahrzeuges, wie beispielsweise Sensoren, aufgrund seiner hochgenauen Zeitstempel entsprechend hochgenau zeitlich zu synchronisieren. Eine derartige Synchronisation steht derzeit im Fokus der aktuellen Entwicklung zur Car2X-Kommunikation, also dem Datenaustausch von einem Fahrzeug zu anderen Fahrzeugen oder Systemen in der Umgebung, wie zum Beispiel Ampeln oder andere Infrastrukturkomponenten. Durch den Austausch von Informationen über Unfälle und andere Gefahrenstellen, über

die Beschaffenheit der Strecke, Verkehrszeichen und vieles mehr, kann ein Gewinn an Sicherheit und Komfort erzielt werden. Dabei muss in vielen Fällen die Information in Echtzeit bereitgestellt werden. Um diese Echtzeit zu gewährleisten kann die Information beispielsweise mit einem hochgenauen Zeitstempel versehen werden, der vom jeweiligen Netzwerkteilnehmer mit der Information verknüpft wird. Dieser Zeitstempel muss jedoch entsprechend hochgenau sein, was durch die Auswahl eines unverfälschten GNSS-Signals gewährleistet wird.

[0027] In einer anderen Weiterbildung eines der angegebenen Verfahren sind die Referenzlagedaten von Fahrdynamikdaten und/oder Odometriedaten des Fahrzeuges abhängig. Dieser Weiterbildung liegt die Überlegung zugrunde, dass die Referenzlagedaten basierend auf dem GNSS-Signal beispielsweise in einem Fusionsfilter präzisiert werden können. Dies könnte beispielsweise dadurch geschehen, dass die Referenzlagedaten dem GNSS-Signal selbst oder aus dem GNSS-Signal abgeleiteten Lagedaten, wie den Messlagedaten in einem Beobachter gegenübergestellt werden. Unter einen solchen Beobachter kann jedes Filter fallen, das eine analoge oder digitale Zustandsbeobachtung des Fahrzeuges zulässt. So kann beispielsweise ein Luenberger Beobachter herangezogen werden. Soll das Rauschen mit berücksichtigt werden, käme ein Kalman-Filter in Betracht. Soll auch noch die Form des Rauschens berücksichtigt werden, so könnte ggf. ein Partikelfilter herangezogen werden, der eine Grundmenge an verfügbaren Rauschenszenarien besitzt und das bei der Elimination zu berücksichtigende Rauschenszenario beispielsweise durch eine Monte-Carlo-Simulation auswählt. Der Beobachter ist vorzugsweise ein Kalman-Filter, der hinsichtlich seiner notwendigen Rechenressourcen ein optimales Ergebnis liefert. Durch die Beobachtung werden die Referenzlagedaten mit der Zeit immer präziser und erlauben es damit auch immer präzisere GNSS-Signale auszuwählen.

[0028] Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung ist eine Steuervorrichtung eingerichtet, eines der angegebenen Verfahren durchzuführen.

[0029] In einer Weiterbildung der angegebenen Steuervorrichtung weist die angegebene Vorrichtung einen Speicher und einen Prozessor auf. Dabei ist eines angegebenen Verfahren in Form eines Computerprogramms in dem Speicher hinterlegt und der Prozessor zur Ausführung des Verfahrens vorgesehen, wenn das Computerprogramm aus dem Speicher in den Prozessor geladen ist.

[0030] Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung umfasst ein Computerprogramm Programmcodemittel, um alle Schritte eines der angegebenen Verfahren durchzuführen, wenn das Computerprogramm

auf einem Computer oder einer der angegebenen Vorrichtungen ausgeführt wird.

[0031] Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung enthält ein Computerprogrammprodukt einen Programmcode, der auf einem computerlesbaren Datenträger gespeichert ist und der, wenn er auf einer Datenverarbeitungseinrichtung ausgeführt wird, eines der angegebenen Verfahren durchführt.

[0032] Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung umfasst ein Fahrzeug eine angegebene Steuervorrichtung.

[0033] Die oben beschriebenen Eigenschaften, Merkmale und Vorteile dieser Erfindung sowie die Art und Weise, wie diese erreicht werden, werden klarer und deutlicher verständlich im Zusammenhang mit der folgenden Beschreibung der Ausführungsbeispiele, die im Zusammenhang mit den Zeichnungen näher erläutert werden, wobei:

[0034] [Fig. 1](#) eine Prinzipdarstellung eines Fahrzeuges mit einem Fusionssensor,

[0035] [Fig. 2](#) eine Prinzipdarstellung den Fusionsensor aus [Fig. 1](#),

[0036] [Fig. 5](#), eine erste schematische Darstellung eines ein GNSS-Signal empfangenden Fahrzeuges, und

[0037] [Fig. 6](#), eine zweite schematische Darstellung eines ein GNSS-Signal empfangenden Fahrzeuges zeigen.

[0038] In den Figuren werden gleiche technische Elemente mit gleichen Bezugszeichen versehen und nur einmal beschrieben.

[0039] Es wird auf [Fig. 1](#) Bezug genommen, die eine Prinzipdarstellung eines Fahrzeuges **2** mit einem Fusionssensor **4** zeigt.

[0040] Der Fusionssensor **4** empfängt in der vorliegenden Ausführungsform über einen an sich bekannten GNSS-Empfänger **6** Lagedaten **8** des Fahrzeuges **2**, die eine absolute Position des Fahrzeuges **2** auf einer Fahrbahn **10** umfassen. Neben der absoluten Position umfassend die Lagedaten **8** aus dem GNSS-Empfänger **6** auch eine Geschwindigkeit des Fahrzeuges **2**. Die Lagedaten **8** aus dem GNSS-Empfänger **6** werden in der vorliegenden Ausführung in einer dem Fachmann bekannten Weise aus einem GNSS-Signal **12** in dem GNSS-Empfänger **6** abgeleitet, das über eine GNSS-Antenne **13** empfangen wird und daher nachstehend GNSS-Lagedaten **8** genannt. Für Details dazu wird auf die einschlägige Fachliteratur dazu verwiesen.

[0041] Der Fusionssensor **4** ist in einer noch zu beschreibenden Weise dazu ausgebildet, den Informationsgehalt der aus dem GNSS-Signal **12** abgeleiteten GNSS-Lagedaten **8** zu steigern. Dies ist einerseits notwendig, da das GNSS-Signal **12** einen sehr hohen Signal/Rauschbandabstand aufweisen und so sehr ungenau sein kann. Andererseits ist das GNSS-Signal **12** nicht ständig verfügbar.

[0042] In der vorliegenden Ausführung weist das Fahrzeug **2** dazu einen Inertialsensor **14** auf, der Fahrdynamikdaten **16** des Fahrzeuges **2** erfasst. Darunter fallen bekanntermaßen eine Längsbeschleunigung, eine Querschleunigung sowie eine Vertikalbeschleunigung und eine Wankrate, eine Nickrate sowie eine Gierrate des Fahrzeuges **2**. Diese Fahrdynamikdaten **16** werden in der vorliegenden Ausführung herangezogen, um den Informationsgehalt der GNSS-Lagedaten **8** zu steigern und beispielsweise die Position und die Geschwindigkeit des Fahrzeuges **2** auf der Fahrbahn **10** zu präzisieren. Die präzisierten Lagedaten **18** können dann von einem Navigationsgerät **20** selbst dann verwendet werden, wenn das GNSS-Signal **12** beispielsweise unter einem Tunnel überhaupt nicht verfügbar ist.

[0043] Zur weiteren Steigerung des Informationsgehaltes der GNSS-Lagedaten **8** können in der vorliegenden Ausführung optional noch Raddrehzahlsensoren **22** verwendet werden, die die Raddrehzahlen **24** der einzelnen Räder **26** des Fahrzeuges **2** erfassen.

[0044] Es wird auf [Fig. 2](#) Bezug genommen, die eine Prinzipdarstellung Fusionssensors **4** aus [Fig. 1](#) zeigt.

[0045] In den Fusionssensor **4** gehen die in [Fig. 1](#) bereits erwähnten Messdaten ein. Der Fusionssensor **4** soll die präzisierten Lagedaten **18** ausgeben. Grundgedanke dazu ist es, die Information aus den GNSS-Lagedaten **8** den Fahrdynamikdaten **16** aus dem Inertialsensor **14** in ein Filter **30** gegenüberzustellen und so einen Signal/Rauschbandabstand in den Lagedaten **8** des GNSS-Empfängers **6** oder den Fahrdynamikdaten **16** aus dem Inertialsensor **14** zu erhöhen. Dazu kann das Filter zwar beliebig ausgebildet, ein Kalman-Filter löst diese Aufgabe am wirkungsvollsten mit einem vergleichsweise geringen Rechenressourcenanspruch. Daher soll das Filter **30** nachstehend vorzugsweise ein Kalman-Filter **30** sein.

[0046] In das Kalman-Filter **30** gehen die präzisierten Lagedaten **18** des Fahrzeuges **2** und Vergleichslagedaten **34** des Fahrzeuges **2** ein. Die präzisierten Lagedaten **18** werden in der vorliegenden Ausführung in einem beispielsweise aus der DE 10 2006 029 148 A1 bekannten Strapdown-Algorithmus **36** aus den Fahrdynamikdaten **16** generiert. Sie enthalten präzisierten Positionsinformatio-

nen über das Fahrzeug, aber auch andere Lagedaten über das Fahrzeug **2**, wie beispielsweise seine Geschwindigkeit, seine Beschleunigung und sein Heading. Demgegenüber werden die Vergleichslagedaten **34** aus einem Modell **38** des Fahrzeuges **2** gewonnen, das zunächst einmal aus dem GNSS-Empfänger **6** mit den GNSS-Lagedaten **8** gespeist wird. Aus diesen GNSS-Lagedaten **8** werden dann in dem Modell **38** die Vergleichslagedaten **34** bestimmt, die die gleichen Informationen enthalten, wie die präzisierten Lagedaten **18**. Die präzisierten Lagedaten **18** und die Vergleichslagedaten **34** unterscheiden sich lediglich in ihren Werten.

[0047] Das Kalman-Filter **30** berechnet basierend auf den präzisierten Lagedaten **18** und den Vergleichslagedaten **34** einen Fehlerhaushalt **40** für die präzisierten Lagedaten **18** und einen Fehlerhaushalt **42** für die Vergleichslagedaten **34**. Unter einem Fehlerhaushalt soll nachstehend ein Gesamtfehler in einem Signal verstanden werden, der sich aus verschiedenen Einzelfehlern bei der Erfassung und Übertragung des Signals zusammensetzt. Bei dem GNSS-Signal **12** und damit bei den GNSS-Lagedaten **8** kann sich ein entsprechender Fehlerhaushalt aus Fehlern der Satellitenbahn, der Satellitenuhr, der restlichen Refraktionseffekte und aus Fehlern im GNSS-Empfänger **6** zusammensetzen.

[0048] Der Fehlerhaushalt **40** der präzisierten Lagedaten **18** und der Fehlerhaushalt **42** der Vergleichslagedaten **34** werden dann entsprechend dem Strapdown-Algorithmus **36** und dem Modell **38** zur Korrektur der präzisierten Lagedaten **18** beziehungsweise der Vergleichslagedaten **34** zugeführt. Das heißt, dass die präzisierten Lagedaten **18** und die Vergleichslagedaten **34** iterativ um ihre Fehler bereinigt werden.

[0049] In der vorliegenden Ausführung empfängt der GNSS-Empfänger **6** das GNSS-Signal **12** von einem in den [Fig. 3](#) dargestellten GNSS-Satelliten **44**. Das von diesem GNSS-Satelliten **44** ausgesendete GNSS-Signal **12** kann mehr oder weniger stark veräuscht sein, weshalb das Modell **38** in der vorliegenden Ausführung um eine Funktion erweitert ist, die das GNSS-Signal **12** selbst oder die basierend auf dem GNSS-Signal **12** abgeleiteten GNSS-Lagedaten **8** auswertet und den GNSS-Satelliten **44** dann basierend auf der Auswertung als Quelle für das GNSS-Signal **12** auswählt.

[0050] Die folgenden, anhand der [Fig. 3](#) dargestellten Verfahren können in beliebiger Weise miteinander kombiniert werden, auch wenn sie einzeln für sich beschrieben sind. Es ist also nicht notwendig, nur eines der Verfahren zur Auswahl eines Satelliten auszuführen. Auch die Reihenfolge ist zunächst nicht wichtig.

[0051] Es wird auf [Fig. 3](#) Bezug genommen, die eine erste schematische Darstellung eines das GNSS-Signal **12** empfangenden Fahrzeuges **2** zeigt.

[0052] Das Fahrzeug **2** bewegt sich mit einer Geschwindigkeit **46** und einer Beschleunigung **48** über die Straße **10**. Dabei soll angenommen werden, dass das Fahrzeug **2** abbremst, so dass Geschwindigkeit **46** und Beschleunigung **48** entgegengerichtet sind. Die Geschwindigkeit **46** und die Beschleunigung **48** lassen sich aus dem GNSS-Signal **12** bestimmen.

[0053] Dies kann beispielsweise durch eine differenzierte Trägerphasenmessung des GNSS-Signals **12** erfolgen. Dabei wird eine zeitliche Veränderung der Trägerphase des GNSS-Signals **12** berücksichtigt, die sich aufgrund des durch das sich bewegende Fahrzeug **2** hervorgerufenen Dopplereffektes ergibt. Als Ergebnis der differenzierten Phasenmessung ergibt sich eine Sichtrichtungsgeschwindigkeit **50**, die in einer dem Fachmann bekannten Weise in die Geschwindigkeit **46** und die Beschleunigung **48** umgerechnet werden kann.

[0054] Alternativ oder zusätzlich kann auch die Position des Fahrzeuges basierend auf einer Codemessung berücksichtigt werden, aus der über eine Laufzeiterkennung des GNSS-Signals **12** ein Abstand **52** zwischen Fahrzeug **2** und dem Satelliten **44** erkannt wird, aus dem ebenfalls in einer dem Fachmann bekannten Weise die Geschwindigkeit **46** und die Beschleunigung **48** berechnet werden kann.

[0055] Nachstehend wird das erste der vier Verfahren beschrieben:

Kerngedanke des ersten Verfahrens ist es, dass die Geschwindigkeit **46** und die Beschleunigung **48** gewissen physikalischen Randbedingungen genügen müssen, die sie nicht verletzen dürfen. Ein gewöhnlicher Personenkraftwagen, der nicht auf ein sportliches Fahrverhalten ausgelegt ist, wird nicht schneller als 300km/h fahren. Zudem lässt er sich nicht mit mehr als dem 1,2-fachen der Erdbeschleunigung abbremsen. Ergibt das GNSS-Signal **12** diese Randbedingung verletzende Werte, kann der Satellit **44** entsprechend aussortiert beziehungsweise als Informationsquelle für die GNSS-Lagedaten **8** ignoriert werden.

[0056] Nachstehend wird das zweite Verfahren beschrieben:

Dem zweiten Verfahrens liegt die Überlegung zugrunde, dass sich aus dem GNSS-Signal **12** eine Sichtgeschwindigkeit **50**, also die Bewegung des Fahrzeuges in Richtung des Satelliten, und ein Abstand **52** zum Satelliten **44** direkt erfassen lassen. Die Sichtgeschwindigkeit **50** als auch der Abstand **52** lassen sich basierend auf den präzisierten Lagedaten **18** über alternative Messprinzipien rekonstruieren, so dass die aus dem GNSS-Signal **12** abgeleitete

te Sichtgeschwindigkeit und Abstand zum Satelliten **44** als Erwartungswerte für die mit dem GNSS-Signal **12** übertragene Sichtgeschwindigkeit **50** und den Abstand **52** angesehen werden können.

[0057] Kerngedanke des zweiten Verfahrens ist es nun, dass Abweichungen zwischen den Erwartungswerten und den entsprechenden Informationen aus dem GNSS-Signal **12** zum Gesamttrauschen passen müssen, dass also eine über das Gesamttrauschen berechenbare Abweichung der zuvor genannten tatsächlichen Abweichung entspricht.

[0058] Nachstehend soll dieser Gedanke in nicht einschränkender Weise anhand eines Vergleichs der sich aus dem GNSS-Signal **12** ergebenden Sichtgeschwindigkeit **50** beschrieben werden. Das zweite Verfahren kann alternativ oder zusätzlich in der gleichen Weise basierend auf dem Abstand **52** zum Satelliten **44** durchgeführt werden.

[0059] Die Messrauschen σ_{GNSS} der Sichtgeschwindigkeit **50** aus dem GNSS-Signal und eine Unsicherheit über die präzisierten Lagedaten **18** sowie die Unsicherheit aller anderen in die rekonstruierte Sichtgeschwindigkeit **50** eingehenden Messdaten und damit das Messrauschen σ_{Rek} des Erwartungswertes addieren sich zu einem Gesamtmessrauschen $\sigma_{\text{Mess}} = \sigma_{\text{GNSS}} + \sigma_{\text{Rek}}$. Zudem kann zwischen der Sichtgeschwindigkeit **50** und der rekonstruierten Sichtgeschwindigkeit, also dem Erwartungswert eine Abweichung μ bestimmt werden. Für die Auswahl des Satelliten wird nun eine Schwelle festgelegt, inwieweit eine sich aus dem Gesamtmessrauschen ergebende Standardnormalabweichung:

$$\mu_{\text{Stan}} = \sqrt{\sigma_{\text{GNSS}} + \sigma_{\text{Rek}}}$$

von der Abweichung μ des Erwartungswertes, also der rekonstruierten Sichtgeschwindigkeit zur aus dem GNSS-Signal **12** gemessenen Sichtgeschwindigkeit **50** abweicht.

[0060] Damit ist gewährleistet, dass die Präzision der mit dem GNSS-Signal **12** übertragenen Messwerten **50**, **52** an die Präzision des Erwartungswertes, also die rekonstruierte Sichtgeschwindigkeit und/oder den rekonstruierten Abstand zum Satelliten aus den präzisierten Lagedaten **18** des Fusionssensors **4** angepasst wird.

[0061] Damit durch das angegebene Verfahren nicht zu viele Satelliten **44** aussortiert werden, kann als Schwelle für die Abweichung μ ein Vielfaches der Standardabweichung μ_{Stand} verwendet werden, wobei das Vielfache sich an der gewünschten Streubreite für die Auswahl orientieren kann.

[0062] Nachstehend wird das dritte Verfahren beschrieben.

[0063] Grundgedanke des vierten Verfahrens ist es, die Lage des Satelliten **44** und weiterer Satelliten **54**, **56** zueinander und aus Sicht des Fahrzeuges unabhängig von der Sichtgeschwindigkeit **50** und dem Abstand **52** bestimmbar ist, also beispielsweise anhand von Informationen, die mit dem GNSS-Signal **12** übertragen werden.

[0064] Bei bekannter Lage der Satelliten **44**, **54**, **56** zueinander, können sich die Sichtgeschwindigkeit **50** als auch der Abstand **52** zu den einzelnen Satelliten **44**, **54**, **56** nicht in beliebiger Weise ändern. Befinden sich beispielsweise alle Satelliten in Fahrtrichtung **46** vor dem Fahrzeug **2**, dann müssten alle Abstände **52** zu den einzelnen Satelliten **44**, **54**, **56** entsprechend kleiner werden.

[0065] Praktisch kann dies beispielsweise über einen trigonometrischen Vergleich durchgeführt werden. Sind die Abstände **58** der Satelliten untereinander bekannt, und die Abstände des Fahrzeuges **2** zu mindestens zwei der Satelliten **54**, **56**, dann ist der Abstand **52** überbestimmt, denn er kann aus den vorherigen Informationen rekonstruiert werden. Dennoch muss der rekonstruierte Abstand zu dem tatsächlichen Abstand **52** passen, dann kann die Qualität des GNSS-Signals **12** aus dem Satellit **44** als für den Fusionssensor **4** ausreichend angenommen werden.

[0066] Letztendlich kann aus den gesamten Abständen **58** zwischen den Satelliten **44**, **54**, **56** und den gemessenen Abständen **52** beziehungsweise den Sichtgeschwindigkeiten **50** des Fahrzeuges **2** zu den Satelliten **44**, **54**, **56** mathematisch über bekannte trigonometrische Abhängigkeiten der Satelliten **44**, **54**, **56** und dem Fahrzeug **2** zueinander ein überbestimmtes Gleichungssystem aufgestellt werden, dass sich widerspruchsfrei auflösen lassen muss. Vorteil an diesem Gleichungssystem ist, dass der Widerspruch lokalisierbar und damit einem bestimmten Satelliten **44**, **54**, **56** zuordenbar ist, so dass der entsprechende Satellit **44**, **54**, **56** und damit sein GNSS-Signal **12** aussortiert werden kann.

[0067] Im Rahmen des vierten Verfahrens ist es Grundgedanke, dass die Sichtgeschwindigkeit **50** und der Abstand **52** zwischen Fahrzeug **2** und dem Satelliten **44** mittels unterschiedlicher Messmethoden (Trägerphasenmessung und Codemessung) erfasst werden. Sie müssen dennoch zueinander passen. Das heißt, dass wenn der Abstand **52** zeitlich abgeleitet wird, sich die Sichtgeschwindigkeit **50** ergeben muss. Anderenfalls liegt ein Fehler vor, aufgrund dessen der Satellit **44** aussortiert werden kann.

[0068] Vorzugsweise werden die Verfahren zur Auswahl des Satelliten **44** in der angegebenen Reihenfolge durchgeführt, denn die durch die angegebenen Verfahren abgeprüfte Präzision einerseits sowie der zur Durchführung des angegebenen Verfahrens andererseits steigen vom ersten zum vierten Verfahren hin an. Es ist daher rechentechnisch ungünstig, von den physikalischen Randbedingungen her völlig un-plausible Satelliten, die bereits mit dem ersten Verfahren aussortiert werden können, in das Gleichungssystem des dritten Verfahrens mit aufzunehmen.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- WO 2011/098333 A1 [[0002](#)]
- DE 102006029148 A1 [[0046](#)]

Patentansprüche

1. Verfahren zum Auswählen eines Satelliten (44), der ausgebildet ist ein Globales Navigationssatellitensystem-Signal, nachstehend GNSS-Signal (12) genannt, an ein Fahrzeug (2) zu senden, umfassend:

- Messen von Messlagedaten (50, 52) des Fahrzeuges gegenüber dem Satelliten (44) basierend auf dem GNSS-Signal (12),
- Bestimmen von zu den basierend auf dem GNSS-Signal (12) bestimmten Messlagedaten (50, 52) redundanten Referenzlagedaten des Fahrzeuges (12); und
- Auswählen des Satelliten (44), wenn eine Gegenüberstellung der Messlagedaten (50, 52) und der Referenzlagedaten einer vorbestimmten Bedingung genügt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei zur Gegenüberstellung der Messlagedaten (50, 52) und der Referenzlagedaten eine Differenz (μ) zwischen den Messlagedaten (50, 52) und den Referenzlagedaten gebildet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei die vorbestimmte Bedingung ein maximal zulässiger Fehler (μ_{Stan}) zwischen den Messlagedaten (50, 52) und den Referenzlagedaten ist.

4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei der maximal zulässige Fehler (μ_{Stan}) von einer Standardabweichung abhängig ist, die basierend auf einer Summe aus einer Referenzvarianz (σ_{Rek}) für die Referenzlagedaten und einer Messvarianz (σ_{GNSS}) für die Messlagedaten (50, 52) berechnet wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei der maximal zulässige Fehler (μ_{Stan}) einem Vielfachen der Standardabweichung derart entspricht, dass eine Wahrscheinlichkeit, dass die Messlagedaten (50, 52) in ein von der Standardabweichung abhängiges Streuintervall einen vorbestimmten Schwellwert unterschreiten.

6. Verfahren zum Auswählen eines Satelliten (44), der ausgebildet ist ein Globales Navigationssatellitensystem-Signal, nachstehend GNSS-Signal (12) genannt, an ein Fahrzeug (2) zu senden, umfassend:

- Messen von Messlagedaten (50, 52) des Fahrzeuges (2) gegenüber dem Satelliten (44) basierend auf dem GNSS-Signal (12),
- Auswählen des Satelliten, wenn die Messlagedaten (50, 52) eine vorbestimmte Bedingung erfüllen.

7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei die physikalische Randbedingung eine Grenzbeschleunigung und/oder eine Grenzgeschwindigkeit für das Fahrzeug (2) ist.

8. Verfahren nach Anspruch 6, oder 7, wobei die Messlagedaten (50, 52) eine Geschwindigkeit und/

oder eine Beschleunigung umfassen, die aus dem GNSS-Signal (12) abgeleitet werden.

9. Verfahren zum Auswählen eines Satelliten (44), der ausgebildet ist ein Globales Navigationssatellitensystem-Signal, nachstehend GNSS-Signal (12) genannt, an ein Fahrzeug (2) zu senden, umfassend:

- Erfassen einer Lage wenigstens dreier Satelliten (44, 54, 56) untereinander, die den auszuwählenden Satelliten (44) umfassen;
- Messen von Messlagedaten (50, 52) des Fahrzeuges gegenüber dem Satelliten (44) basierend auf dem GNSS-Signal (12) des auszuwählenden Satelliten (44),
- Auswählen des auszuwählenden Satelliten (44) basierend auf einer Gegenüberstellung der Lage (58) der drei Satelliten (44, 54, 56) zueinander und der Messlagedaten (50, 52).

10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei die Gegenüberstellung der Lage (58) der drei Satelliten (44, 54, 56) zueinander und der Messlagedaten (50, 52) eine Gegenüberstellung der Abstände (52) und/oder der Sichtgeschwindigkeiten (52) des Fahrzeuges (2) zu den drei Satelliten (44, 54, 56) umfasst.

11. Verfahren zum Auswählen eines Satelliten (44), der ausgebildet ist ein Globales Navigationssatellitensystem-Signal, nachstehend GNSS-Signal (12) genannt, an ein Fahrzeug (2) zu senden, umfassend:

- Erfassen eines Abstandes (52) des Fahrzeuges (2) zum Satelliten (44) und einer Relativgeschwindigkeit (50) des Fahrzeuges (2) zum Satelliten (44) in Sichtrichtung zum Satelliten (44) aus dem GNSS-Signal (12);
- Auswählen des Satelliten (44) basierend auf einer Gegenüberstellung des erfassten Abstandes (52) und der erfassten Relativgeschwindigkeit (50).

12. Verfahren nach Anspruch 11, wobei die Gegenüberstellung basierend auf einer Differenzbildung erfolgt.

13. Verfahren zum Auswählen eines Satelliten (44), der ausgebildet ist ein Globales Navigationssatellitensystem-Signal, nachstehend GNSS-Signal (12) genannt, an ein Fahrzeug (2) zu senden, umfassend:

- ein Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8,
- ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
- ein Verfahren nach einem der Ansprüche 9 oder 10, und
- ein Verfahren nach einem der Ansprüche 11 oder 12.

14. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Messlagedaten (50, 52) des Fahrzeuges (2) und die Referenzlagedaten des Fahrzeuges (2) je einen Abstand (52) vom Satelliten (44) und/

oder eine Relativgeschwindigkeit (50) in Sichrichtung des Satelliten (44) umfassen.

15. Verfahren nach Anspruch 14, wobei der Abstand (52) vom Satelliten (44) und/oder die Relativgeschwindigkeit (50) in Sichrichtung des Satelliten (44) entsprechend aus einer Codemessung und einer Phasenmessung des GNSS-Signals (12) ermittelt werden.

16. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Referenzlagedaten von Fahrdaten und/oder Odometriedaten des Fahrzeuges abhängig sind.

17. Steuervorrichtung (4), die eingerichtet ist, ein Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche durchzuführen.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

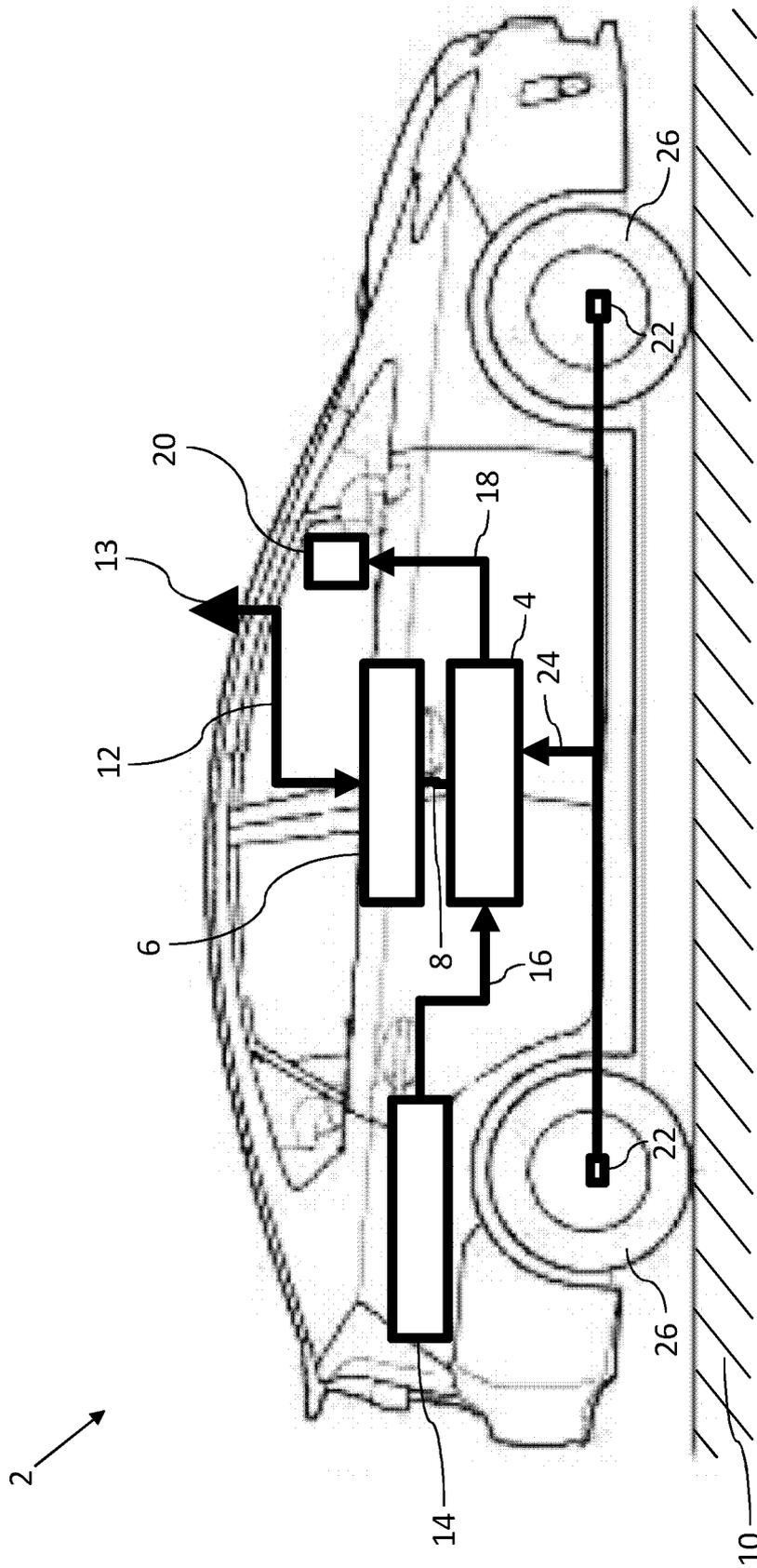


Fig. 1

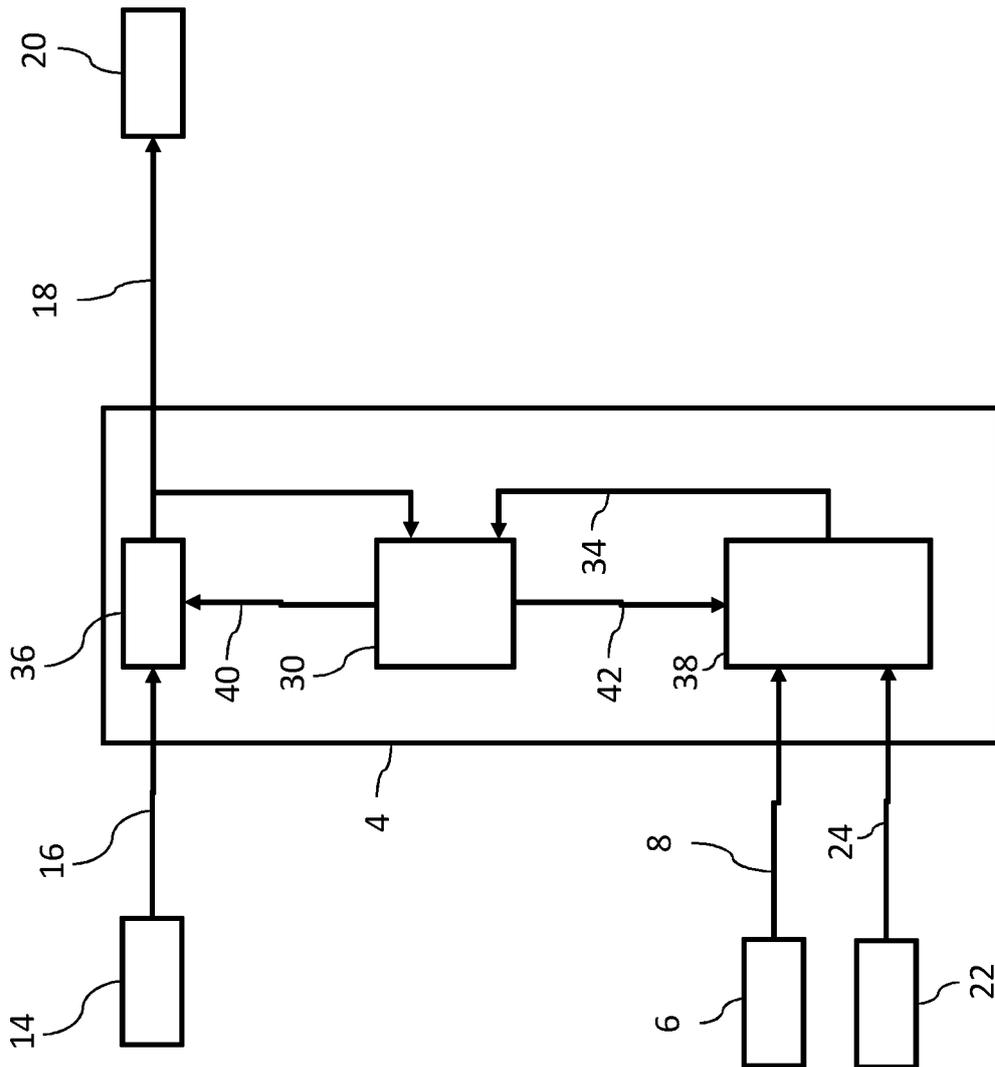


Fig. 2

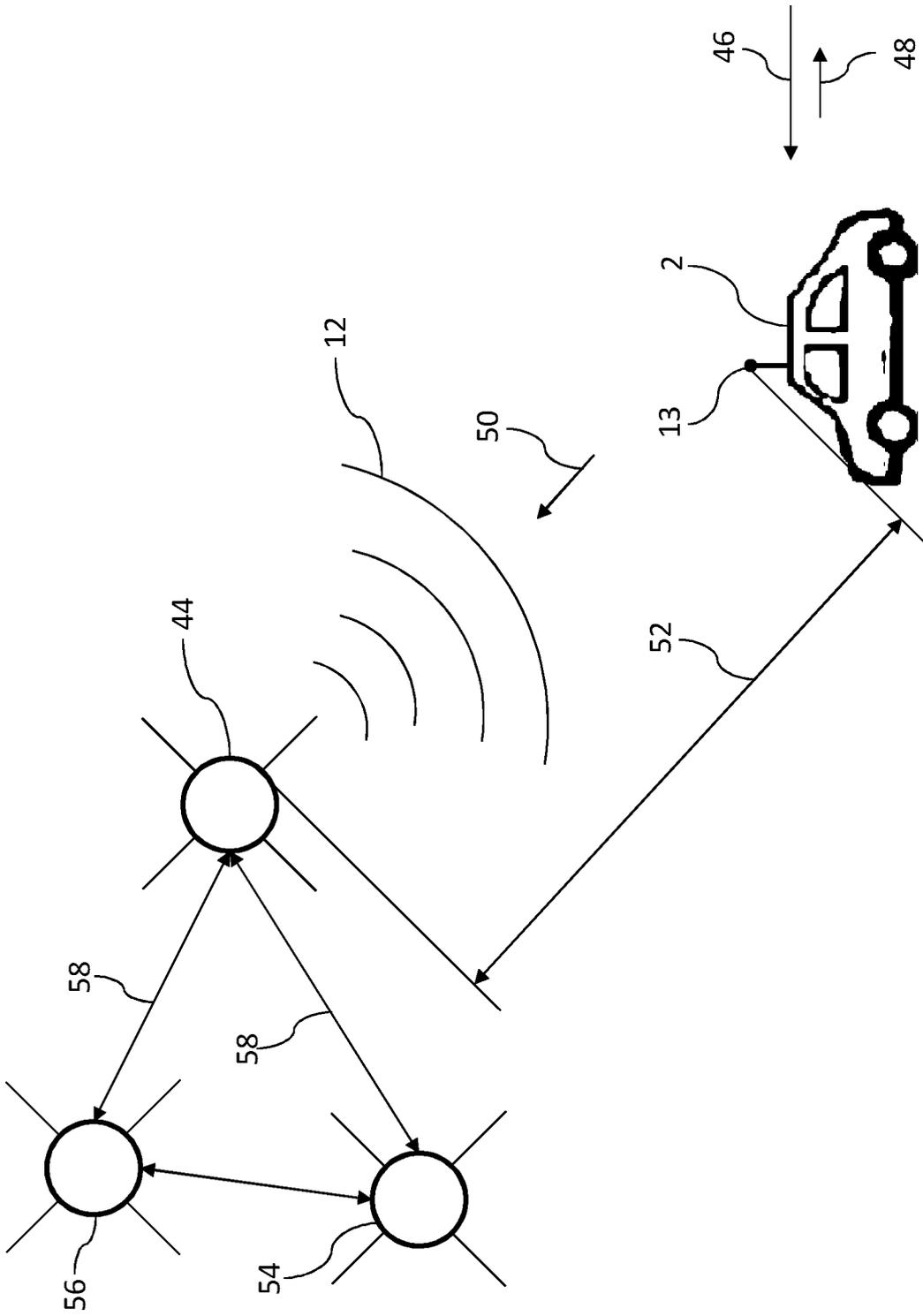


Fig. 3