

(19)



(11)

EP 1 916 643 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
30.04.2008 Patentblatt 2008/18

(51) Int Cl.:
G08G 1/07 ^(2006.01) *G08G 1/0967* ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07107129.4**

(22) Anmeldetag: **27.04.2007**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK RS

(30) Priorität: **25.10.2006 EP 06122949**

(71) Anmelder: **Signalbau Huber GmbH**
72669 Unterensingen (DE)

(72) Erfinder:
• **Junghans, Ralf**
73272 Neidlingen (DE)
• **Müller, Rainer**
80798 München (DE)

(74) Vertreter: **TBK-Patent**
Bavariaring 4-6
80336 München (DE)

Bemerkungen:

Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ.

(54) **Dynamische Steuerung einer Signalanlage an einem Verkehrsknotenpunkt**

(57) Offenbart ist eine dynamische Steuerung einer Signalanlage an einem Verkehrsknotenpunkt mit einer Übertragung von knotenpunktspezifischen Geoinformationen von der Signalanlage an ein Fahrzeug (S10), wenn das Fahrzeug den Bereich der Signalanlage er-

reicht, einer Berechnung von Verkehrskenngrößen basierend auf den empfangenen Geoinformationen in dem Fahrzeug (S20), und einer Übertragung der berechneten Verkehrskenngrößen von dem Fahrzeug an die Signalanlage (S30) zur Steuerung (S40), bevor das Fahrzeug den Bereich der Signalanlage verlässt.

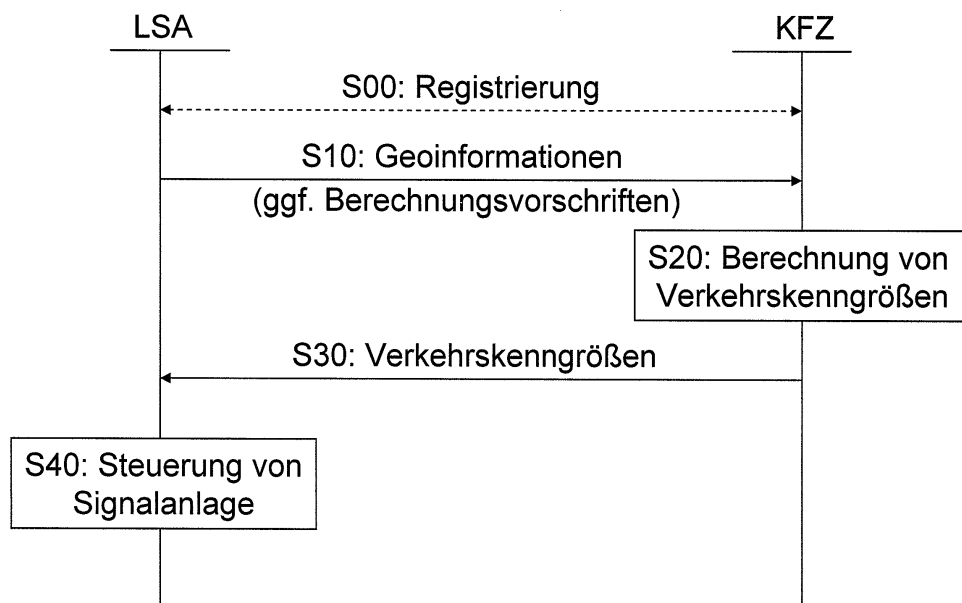


Fig. 1

EP 1 916 643 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine dynamische Steuerung einer Signalanlage, zum Beispiel einer Lichtsignalanlage, an einem Verkehrsknotenpunkt, zum Beispiel einer Straßenkreuzung.

[0002] Zur Steuerung von Verkehrssignalanlagen sind verschiedene Konzepte bekannt. Moderne Verkehrssteuerungskonzepte können zum Beispiel auf der so genannten Floating-Car-Data- (FCD) Technologie beruhen, wobei sich autonom bewegende Fahrzeuge als mobile Sensoren eingesetzt werden. Ein entsprechendes System ist zum Beispiel aus der DE 10 2004 002 808 A1 bekannt, bei dem lediglich die Position des Fahrzeugs an einen Verkehrsrechner übermittelt wird. Auch in der EP 1 628 274 A1 werden FCD-Daten zur Ermittlung von Verkehrsinformationen, insbesondere Verkehrsnachfrage, und zur Steuerung des Verkehrs verwendet.

[0003] Es ist weiterhin bekannt, dass in solchen als mobile Sensoren verwendeten Fahrzeugen Geoinformationen vorliegen müssen. Diese dienen als Katalog geografischer Ereignisbereiche und Triggerpunkte, um Eingangsgrößen aus Fahrzeugbewegungsdaten für eine Verkehrssteuerung bestimmen zu können. Eine solche Bestimmung setzt allerdings eine umfangreiche kreuzungs- und streckenspezifische Datenbasis aus Geoinformationen voraus. Die Geoinformationen umfassen zum Beispiel Geopositionen, spezifische geografische Objekte und Erfassungskorridore (auch "virtual gantries" genannt), geografische Begrenzungs- und Orientierungslinien (z.B. Haltelinien der Signalanlage) und Streckenattribute.

[0004] Für eine nachhaltige und wirkungsvolle Steuerung auf mikroskopischer Knotenpunkt- bzw. Kreuzungsebene müssen FCD-Daten regelmäßig und idealerweise in Zeitintervallen von etwa 1 bis 10 Minuten von dem Fahrzeug an die Signalanlage übermittelt werden. Dies erfordert eine hohe Abdeckung durch FCD-Flotten, die mit entsprechend angepassten Prozessoren, sogenannten "onboard-units" (OBU), ausgerüstet und mit den vorgenannten geografischen Einzelinformationen aller einbezogenen Strecken der Knotenpunkte versorgt sind.

[0005] Weil Pflege und Versorgung der Geoinformationen und auch der geografischen Berechnungsalgorithmen in den einzelnen Fahrzeugen einen erheblichen Aufwand darstellen, ist eine hohe Abdeckung an kooperativen Fahrzeugen durch FCD-Flotten allerdings momentan nicht gegeben und auch nicht zu erwarten. Auch mit Navigationssystem ausgerüstete Fahrzeuge sind ohne die Geoinformationen und die notwendigen geografischen Berechnungsalgorithmen nicht in der Lage, werthaltige mikro- und makroskopische Daten für eine Verkehrssteuerung bereitzustellen.

[0006] Damit fehlt es an einer unabdingbaren Voraussetzung für praktikable Telematikanwendungen bei einer dynamischen Knotenpunktsteuerung.

[0007] Dementsprechend liegt der Erfindung die Aufgabe zu Grunde, die vorstehenden Probleme des Stan-

des der Technik zu überwinden, und so eine dynamische Steuerung einer Signalanlage an einem Verkehrsknotenpunkt bereitzustellen.

[0008] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß jeweils durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1, eine Steuerung gemäß Anspruch 8, ein Fahrzeug gemäß Anspruch 12, eine Signalanlage gemäß Anspruch 15 und ein System gemäß Anspruch 16 gelöst.

[0009] Weitere vorteilhafte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen dargelegt.

[0010] Durch die Erfindung werden die Probleme des Standes der Technik dahingehend gelöst:

[0011] Fahrzeuge berechnen spezielle Verkehrskenngrößen, die ausschließlich für die spezifische, jeweilige Kreuzungsgeometrie, die sie passieren, Gültigkeit haben. Die zu dieser Berechnung notwendigen kreuzungsspezifischen, baulichen und verkehrlichen Geoinfrastrukturdaten sind in Navigationsgeräten (in den Fahrzeugen) nicht vorhanden und könnten dort auch nur sehr aufwendig bereitgestellt und gepflegt werden. Sie werden daher in der Signalanlage der Kreuzung vorgehalten und von dieser in Form von Geoinformationen sowie ggf. Berechnungsvorschriften und -methoden als Triggerpunkte für die Verkehrskenngrößenberechnung in den Fahrzeugen an diese übertragen. Die Verkehrskenngrößen werden nach der Berechnung im Fahrzeug an die Signalanlage der Kreuzung als Ergebnis zurückgeliefert.

[0012] Gemäß einem Aspekt der Erfindung ist also zumindest eine Geoinformationsbasis in der verkehrstechnischen Steuerungsinstanz des Knotenpunkts (d.h. in der Steuerung der Signalanlage) hinterlegt. Im Fahrzeug selbst sind also keine permanent gespeicherten geografischen Informationen bzgl. Knotenpunktsteuerungen vorhanden. Damit ist im Fahrzeug auch kein Navigationssystem erforderlich.

[0013] Gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung wird eine verkehrsabhängige Steuerung der Signalanlage geschaffen. Dazu werden verkehrstechnische Kenngrößen basierend auf knotenpunktspezifischen Geoinformationen, die von der Signalanlage an das Fahrzeug übertragen werden, an dem Fahrzeug berechnet und zurück an die Signalanlage gesendet.

[0014] Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung wird eine verkehrs- und emissionsabhängige Steuerung der Signalanlage geschaffen. Dazu werden neben den verkehrstechnischen Kenngrößen wie vorstehend erwähnt in der Steuerung auch ermittelte Emissionskenngrößen verwendet. Dies erfolgt einerseits durch die Verknüpfung von Motordaten und Verkehrskenngrößen bei der Berechnung im Fahrzeug und andererseits durch eine nachfolgende Datenfusion des Ergebnisses mit weiteren in der Signalanlagensteuerung vorliegenden Verkehrskenngrößen.

[0015] Mit anderen Worten schafft die Erfindung also die Grundlage für optimale verkehrstechnische Planungen und einen optimalen Betrieb von Kreuzungssteuerungen durch Generierung und Nutzung von kreuzungsspezifischen Verkehrskenngrößen.

[0016] Es wird u.a. auch eine Homogenisierung und Standardisierung auf der Fahrzeugseite erreicht, was wiederum einer Erhöhung der Teilnehmerzahl mobiler Sensoren ("floating cars") förderlich ist.

[0017] Da die Verknüpfung von Motordaten und Verkehrskenngrößen im Fahrzeug selbst erfolgen kann, bleiben fahrzeugseitige Daten anonym.

[0018] Im Folgenden werden bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnung ausführlicher beschrieben. Dabei zeigen:

Figur 1 ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung,

Figur 2 eine schematische Darstellung eines Knotenpunktes, bei dem eine Steuerung gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung angewandt wird, und

Figur 3 ein Blockschaltbild von Vorrichtungen gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0019] Gemäß Figur 1 ist ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung gezeigt. Dabei ist auf der linken Seite eine mit LSA (für Lichtsignalanlage als ein nicht einschränkendes Beispiel von einer Verkehrssignalanlage) bezeichnete verkehrstechnische Steuerungsinstanz eines Knotenpunktes dargestellt, und ist auf der rechten Seite ein mit KFZ (für Kraftfahrzeug als ein nicht einschränkendes Beispiel von einem Fahrzeug) bezeichnetes Fahrzeug dargestellt.

[0020] Wenn sich das Fahrzeug KFZ in den Bereich der Signalanlage hinein bewegt, d.h. bei einem funkbasierten System in den Sendebereich der Signalanlagensteuerung, wird das erfindungsgemäße Verfahren eingeleitet.

[0021] Gemäß einem Aspekt der Erfindung kann dies mittels einer Registrierung des Fahrzeugs in dem Bereich der Signalanlage realisiert werden. In Figur 1 ist dies durch den gestrichelten doppelseitigen Pfeil angedeutet, der den optionalen Schritt der Registrierung des Fahrzeugs an der Signalanlage veranschaulicht (Schritt S00).

[0022] Die Registrierung kann durch das Fahrzeug oder die Signalanlage (z.B. einen Verkehrsrechner) initiiert werden. Im erstgenannten Fall wird das Fahrzeug durch zyklische (z.B. zeit- oder wegabhängige) Datenübertragungen an die Signalanlage registriert. Im letztgenannten Fall wird das Fahrzeug dadurch registriert, dass die Signalanlage durch Sendung eines zyklischen Broadcasting-Datensatzes das Fahrzeug bei dessen Empfang dazu animiert, sich zur Registrierung zu melden. Diese Variante steht auch im Einklang mit dem Verfahren in dem EU-Projekt PREVENT/INTERSAFE. Die Wiedererkennung von Fahrzeugpaketen kann über eine eindeutige Kennung der drahtlosen Übertragungskomponente o.ä. erfolgen.

[0023] Nachdem das Fahrzeug den Signalanlagenbereich erreicht hat bzw. an der Signalanlage registriert wurde, kann die Position und/oder die geplante bzw. eine plausible Fahrtroute des Fahrzeugs festgestellt werden. Ferner überträgt die Signalanlage LSA in Schritt S10 gespeicherte kreuzungsspezifische Geoinformationen, die auch als virtuelle Schleifenbereiche oder "virtual gantries" bezeichnet werden können, an das Fahrzeug. Dies geschieht quasi prässenzgetriggert oder dynamisch, d.h. ausgelöst durch das Ereignis der Präsenz des Fahrzeugs im LSA-Bereich. Das bedeutet, dass erst die Anwesenheit des Fahrzeugs im Einflussbereich einer Signalanlage oder einer Knotensteuerung das Fahrzeug zum Träger der relevanten Geodaten und die LSA zu deren Lieferanten werden lässt.

[0024] Die Geoinformationen enthalten zum Beispiel Geoobjekte, die Triggerpunkte für bestimmte Berechnungsvorschriften (siehe unten) darstellen. Die Geoobjekte können je nach Berechnungsvorschrift beliebige zweidimensionale Formen unter Berücksichtigung von Steigungen und Gefällen annehmen und innerhalb des Kreuzungsbereichs beliebig angeordnet sein. Die übertragenen Geoinformationen können auch von Position und/oder Fahrtroute des Fahrzeugs abhängig sein.

[0025] Als Variante ist es auch möglich, dass gemeinsam mit den Geoinformationen in Schritt S10 auch notwendige Berechnungsvorschriften von der Signalanlage an das Fahrzeug übertragen werden, zum Beispiel als Pseudocode oder Remote-Procedure-Call-Anweisungen.

[0026] So initiiert durch die Übertragung der Geoinformationen (und ggf. der Berechnungsvorschriften) berechnet das Fahrzeug in Schritt S20 verkehrstechnische Kenngrößen basierend auf den empfangenen Daten. Das heißt, dass der Fahrzeugrechner (z.B. die onboard-unit) mikroskopische und/oder makroskopische Verkehrskenngrößen auf der individuellen Fahrtroute des Fahrzeugs berechnet. Die Berechnung jeweiliger Kenngrößen kann zum Beispiel an entsprechenden Geoobjekten (Triggerpunkten) erfolgen, die in den empfangenen Geoinformationen bezeichnet sind, wie etwa an einer Haltelinie der Signalanlage.

[0027] Die Verkehrskenngrößen können zum Beispiel aggregierte bzw. gemittelte Beschleunigungs- oder Geschwindigkeitswerte, Wartezeiten, die Anzahl von Halten, die Zeitdauer von Halten, Haltepositionen, Fahrprofil der gesamten Route, Sättigungsabfluss, Rückstauende bzw. -länge, usw. umfassen.

[0028] Mit anderen Worten werden die Ausgangsgrößen des Fahrzeugs berechnet, womit etwa im Vergleich zu einer bloßen Übertragung von Tracking-Informationen (d.h. GPS/Galileo-Positionsinformationen) eine höhere Datenqualität erzielt wird. Durch die Datenkombinatorik der Fülle von vorhandenen Daten, die im Fahrzeug generiert werden (z.B. CAN-Bus-Daten, Fahrerassistenzsystemdaten, Sicherheitssystemdaten, usw.) mit den Ergebnissen der Geoobjektinformationen wird eine Reduktion und Konzentration von Daten im Fahrzeug be-

wirkt und effizienterweise auch dort lokalisiert.

[0029] Anschließend an die Berechnung überträgt das Fahrzeug vor Verlassen des Bereichs der Signalanlage die berechneten Kenngrößen in Schritt S30 an die Signalanlagensteuerung LSA. Dies kann zum Beispiel an dem letzten Geoobjekt (Triggerpunkt) erfolgen, welches das Fahrzeug vor Verlassen des Bereichs der Signalanlage passiert, also wiederum ereignisgetriggert oder dynamisch. Es wäre aber auch denkbar, dass die an den jeweiligen Geoobjekten (Triggerpunkten) berechneten Kenngrößen jeweils gleich nach Berechnung an die LSA gesendet werden.

[0030] Nach Empfang der Verkehrskenngrößen in der Signalanlage werden im Kreuzungsrechner LSA in Schritt S40 die gelieferten Kenngrößen für die Steuerung der Signalanlage verarbeitet. Dies kann zum Beispiel die Plausibilisierung und/oder Synchronisation der Kenngrößen mit weiteren LSA-Daten umfassen.

[0031] Die Übertragungen können beispielsweise mittels Funk erfolgen, ohne Rücksicht auf die zu Grunde liegende Technologie.

[0032] Figur 2 zeigt eine schematische Darstellung eines Knotenpunktes, bei dem eine Steuerung gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung angewandt wird. Der beispielhaft dargestellte Knotenpunkt hat einen durch einen gestrichelten Kreis angedeuteten Einfluss- bzw. Funkbereich. Der mit LSA bezeichnete Block stellt die Steuerung einer Signalanlage dar. Die als Triggerpunkte dienenden Geoobjekte sind als Rauten dargestellt.

[0033] Bei Eintritt des als schwarzes Rechteck dargestellten Fahrzeugs erfolgt eine Registrierung (1) gemäß Schritt S00 von Figur 1. durch (2) ist eine Übertragung von Geoinformationen (und ggf. Berechnungsvorschriften) samt Geoobjektdaten an das Fahrzeug gemäß Schritt S10 von Figur 1 angedeutet. Bei Überquerung der Geoobjekte (Triggerpunkte) wird gemäß Schritt S20 von Figur 1 jeweils eine Berechnung von entsprechenden Verkehrskenngrößen basierend auf den empfangenen Geoinformationen und Berechnungsvorschriften durchgeführt, was in Figur 2 nicht dargestellt ist. Das bedeutet, dass nicht unbedingt alle Kenngrößen an jedem Geoobjekt berechnet werden müssen, sondern auch bestimmte Kenngrößen nur an bestimmten Geoobjekten berechnet werden, wobei eine solche Korrelation von Kenngrößen und Geoobjekten in den Geoinformationen enthalten sein kann. An dem letzten Geoobjekt vor Verlassen des LSA-Bereichs überträgt das Fahrzeug gemäß Schritt S30 von Figur 1 die berechneten Kenngrößen an die LSA-Steuerung, was mit (3) bezeichnet ist, wo diese dann zur Knotenpunktsteuerung gemäß Schritt S40 von Figur 1 verwendet werden. Der vorstehend beschriebene Ablauf ist in Figur 2 alternativ für drei unterschiedlich Fahrtrouten des Fahrzeugs dargestellt.

[0034] Figur 3 zeigt ein Blockschaltbild von Vorrichtungen gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung. Diese Vorrichtungen stellen zusammen auch ein erfindungsgemäßes System dar. Dabei ist wiederum eine mit LSA bezeichnete Steuerung einer Signalanlage und ein

mit KFZ bezeichnetes Fahrzeug gezeigt. Die Pfeile zwischen den einzelnen Blöcken veranschaulichen deren (drahtgebundene oder drahtlose) Verbindung und den Signalfluss zwischen diesen.

[0035] Im Wesentlichen umfasst eine LSA-Steuerung gemäß der Erfindung, die in einer erfindungsgemäßen Signalanlage enthalten sein kann, eine Speichereinrichtung für knotenpunktspezifischen Geoinformationen, eine Sende- und Empfangseinrichtung TX/RX zum Übertragen von Geoinformationen von der Signalanlage an ein Fahrzeug, wenn das Fahrzeug den Bereich der Signalanlage erreicht, und zum Empfangen von Verkehrskenngrößen von dem Fahrzeug, bevor das Fahrzeug den Bereich der Signalanlage verlässt, sowie eine Steuerung bzw. Steuereinrichtung zum Steuern der Signalanlage basierend auf den empfangenen Verkehrskenngrößen. Ein Fahrzeug gemäß der Erfindung umfasst im Wesentlichen eine Empfangseinrichtung RX' zum Empfangen von knotenpunktspezifischen Geoinformationen von der Signalanlage, einen Rechner bzw. eine Recheneinrichtung zum Berechnen von Verkehrskenngrößen basierend auf den empfangenen Geoinformationen, und eine Sendeeinrichtung TX' zum Übertragen der berechneten Verkehrskenngrößen von dem Fahrzeug KFZ an die Signalanlage LSA, bevor das Fahrzeug den Bereich der Signalanlage verlässt. Das Fahrzeug umfasst ferner eine Positionsbestimmungseinrichtung wie etwa einen GPS- oder Galileo-Empfänger zur Bestimmung der geografischen Position.

[0036] Die jeweiligen Funktionsblöcke von Signalanlagensteuerung LSA und Fahrzeug KFZ sind zur Durchführung der vorstehend beschriebenen Funktionen eingerichtet, was jeweils durch Hardware und/oder Software implementiert werden kann. Entsprechend umfasst die Erfindung auch Computerprogramme zur Implementierung der Verfahren auf Signalanlagen- und Fahrzeugseite. Die vorgenannte Registrierung kann z.B. über entsprechend angepasste Sende- und Empfangseinrichtungen in beiden Vorrichtungen realisiert werden, was in Figur 3 durch einen gestrichelten doppelseitigen Pfeil angedeutet ist.

[0037] Wie in Figur 3 dargestellt kann die LSA-Steuerung auch eine Speichereinrichtung für weitere LSA-Daten, die zur Steuerung verwendet werden können, und/oder eine Speichereinrichtung für Berechnungsvorschriften von Verkehrskenngrößen, die an das Fahrzeug übertragen werden können, umfassen.

[0038] Die in der LSA-Steuerung gespeicherte Geoinformationsbasis ist eine Teilmenge des betrachteten Gesamtnetzes bzw. des LSA-Verbundes z.B. im Sinne einer adaptiven Netzsteuerung oder einer immissionsabhängigen strategischen Steuerung. Die Attributierung der Geoinformationsbasis wird weitgehend bestimmt durch die lokalen Kreuzungsgeometrien und den daraus für die Ableitung der speziellen Verkehrskenngrößen notwendigen Geoobjekte (z.B. Erfassungskorridore, "virtual gantries", Begrenzungslinien, Haltelinien, usw.), und weiterhin beispielsweise durch die Beschaffenheit der

Fahrbahnoberfläche (z.B. Rauigkeit, Abriebeigenschaften, usw.), Neigungsgrade der Strecken, Kurvigkeit, Bebauungsparameter im Einflussbereich, und so weiter.

[0039] Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung, das nicht veranschaulicht ist, kann die Steuerung des Knotenpunktes neben der verkehrsabhängigen auch einer emissionsabhängigen Komponente unterstellt werden.

[0040] Zu diesem Zweck ermittelt die LSA-Steuerung Emissionskenngrößen, die sie neben den von dem Fahrzeug erhaltenen Verkehrskenngrößen der Knotenpunktsteuerung zu Grunde legt. Die Ermittlung der Emissionskenngrößen erfolgt prinzipiell unabhängig von der Berechnung der Verkehrskenngrößen an dem Fahrzeug. Die LSA-Steuerung gemäß diesem nicht gezeigten Ausführungsbeispiel weist hierzu zusätzlich eine Ermittlungseinrichtung zum Ermitteln von Emissionskenngrößen für das Fahrzeug auf, die mit der Steuereinrichtung verbunden ist, und die Steuereinrichtung der LSA-Steuerung ist zusätzlich eingerichtet zum Steuern der Signalanlage basierend auf den empfangenen Verkehrskenngrößen und den ermittelten Emissionskenngrößen.

[0041] Somit kann die aus den ermittelten Kenngrößen resultierende Verkehrsflusscharakteristik auch als Grundlage für die indirekte Bestimmung von Emissionsfaktoren und die Online-Berechnung von Gebiets-, Linien- oder Punktemissionswerten dienen. Die endgültige Emissionsbestimmung durch die Signalanlagensteuerung kann durch Kombination der Kenngrößen aus einem oder mehreren Fahrzeugen mit den Kenngrößen weiterer Datenlieferanten (u.a. Fahrzeugklassifizierung z.B. durch Bildverarbeitung, Identifikation der Kaltstartemittenten z.B. durch Infrarotmessung) gelöst werden. In einem solchen Fall umfasst die erfindungsgemäß Signalanlage entsprechende Vorrichtungen z.B. für Bildverarbeitung und Infrarotmessung. Für präzise Aussagen über das als mobiler Sensor dienende Fahrzeug selbst können auch CAN-Bus-Daten (CAN: "controller area network") des Fahrzeugs (z.B. Kaltstart, Kraftstoffverbrauch, Fahrzeugklasse, usw.) und z.B. die Schadstoffklasse herangezogen werden.

[0042] So ermöglicht die Erfindung gemäß einem Aspekt die Erstellung eines fusionierten Dateninhalts als Basis für eine verkehrs- und/oder emissionsabhängige Steuerung von Signalanlagen in Echtzeit, beispielsweise bestehend aus einer Geoobjekt-initiierten Kenngrößenberechnung aus FCD-Flotten, einer Geoobjekt-initiierten Kenngrößenberechnung aus der Objektverfolgung von Verkehrsteilnehmern z.B. mittels Bildverarbeitung, den ermittelten Emissionsfaktoren aus synchronisierter Erfassung der Fahrzeugklasse z.B. mittels Bildverarbeitung und der Fahrprofile der FCD-Fahrzeuge, und/oder Parametervorgaben einer zentralen Immissionsprognose. Dabei können korrelierende Kenngrößen innerhalb der Signalanlage berücksichtigt werden, wie etwa Signalgruppenzustände, Parameter und Zustände der Steuerung, Optimierungszielgrößen und Stellgrößen

von verkehrsabhängigen und adaptiven, lokalen Steuerungen.

[0043] Zusammenfassend bezieht sich die Erfindung auf eine dynamische Steuerung einer Signalanlage an einem Verkehrsknotenpunkt mit einer Übertragung von knotenpunktspezifischen Geoinformationen von der Signalanlage an ein Fahrzeug, wenn das Fahrzeug den Bereich der Signalanlage erreicht, einer Berechnung von Verkehrskenngrößen basierend auf den empfangenen Geoinformationen in dem Fahrzeug, und einer Übertragung der berechneten Verkehrskenngrößen von dem Fahrzeug an die Signalanlage zur Steuerung, bevor das Fahrzeug den Bereich der Signalanlage verlässt.

[0044] Damit wird es möglich, einen hohen Abdeckungsgrad von mobilen Sensoren zu erreichen, da die Anforderungen an die mobilen FCD-Sensoren durch die fahrzeugseitige Unabhängigkeit von kreuzungsspezifischen Geoinformationen gesenkt wird. Die erfindungsgemäß bidirektionale Fahrzeug-Signalanlage-Kommunikation ermöglicht verkehrs- und emissionsabhängige Knotenpunkt- und Netzsteuerungen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur dynamischen Steuerung einer Signalanlage an einem Verkehrsknotenpunkt, mit den Schritten:

Übertragen (S10) von knotenpunktspezifischen Geoinformationen von der Signalanlage an ein Fahrzeug, wenn das Fahrzeug den Bereich der Signalanlage erreicht,
Berechnen (S20) von Verkehrskenngrößen basierend auf den empfangenen Geoinformationen in dem Fahrzeug,
Übertragen (S30) der berechneten Verkehrskenngrößen von dem Fahrzeug an die Signalanlage, bevor das Fahrzeug den Bereich der Signalanlage verlässt, und
Steuern (S40) der Signalanlage basierend auf den empfangenen Verkehrskenngrößen.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, zusätzlich mit dem Schritt:

Übertragen (S20) von Berechnungsvorschriften zur Berechnung von Verkehrskenngrößen von der Signalanlage an das Fahrzeug.

3. Verfahren gemäß Anspruch 1 oder 2, zusätzlich mit dem Schritt:

Registrieren (S00) der Präsenz des Fahrzeugs in dem Bereich der Signalanlage mittels einer zyklischen Datenübertragung zwischen Signalanlage und Fahrzeug.

4. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die übertragenen Geoinformationen von Position und/oder Fahrtroute des Fahrzeugs abhängig sind.

5

5. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Geoinformationen Geoobjekte innerhalb des Bereichs der Signalanlage bezeichnen und die Berechnung der Verkehrskenngrößen jeweils an Geoobjekten erfolgt, die in den empfangenen Geoinformationen bezeichnet sind.

10

6. Verfahren gemäß Anspruch 5, wobei die Übertragung der berechneten Verkehrskenngrößen von dem Fahrzeug an die Signalanlage an dem letzten Geoobjekt erfolgt, welches das Fahrzeug vor Verlassen des Bereichs der Signalanlage passiert.

15

7. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, zusätzlich mit dem Schritt:

20

Ermitteln von Emissionskenngrößen an der Signalanlage,
wobei die Steuerung der Signalanlage auf den empfangenen Verkehrskenngrößen und den ermittelten Emissionskenngrößen basiert.

25

8. Steuerung (LSA) für eine Verkehrssignalanlage, die angepasst ist zur dynamischen Steuerung einer Signalanlage an einem Verkehrsknotenpunkt, mit einer Speichereinrichtung für knotenpunktspezifischen Geoinformationen,
einer Sende- und Empfangseinrichtung (TX/RX) zum Übertragen von Geoinformationen von der Signalanlage an ein Fahrzeug, wenn das Fahrzeug den Bereich der Signalanlage erreicht, und zum Empfangen von Verkehrskenngrößen von dem Fahrzeug, bevor das Fahrzeug den Bereich der Signalanlage verlässt, und
einer Steuereinrichtung zum Steuern der Signalanlage basierend auf den empfangenen Verkehrskenngrößen.

30

35

40

9. Steuerung gemäß Anspruch 8, wobei die Sende- und Empfangseinrichtung (TX/RX) zusätzlich eingerichtet ist zum Übertragen von Berechnungsvorschriften zur Berechnung von Verkehrskenngrößen von der Signalanlage an das Fahrzeug.

45

10. Steuerung gemäß Anspruch 8 oder 9, wobei die Sende- und Empfangseinrichtung (TX/RX) zusätzlich eingerichtet ist zum Registrieren der Präsenz des Fahrzeugs in dem Bereich der Signalanlage mittels einer zyklischen Datenübertragung zwischen Signalanlage und Fahrzeug.

50

55

11. Steuerung gemäß einem der Ansprüche 8 bis 10, zusätzlich mit:

einer Ermittlungseinrichtung zum Ermitteln von Emissionskenngrößen,
wobei die Steuereinrichtung eingerichtet ist zum Steuern der Signalanlage basierend auf den empfangenen Verkehrskenngrößen und den ermittelten Emissionskenngrößen.

12. Fahrzeug (KFZ), das angepasst ist zur Unterstützung einer dynamischen Steuerung einer Signalanlage an einem Verkehrsknotenpunkt, mit:

einer Empfangseinrichtung (RX') zum Empfangen von knotenpunktspezifischen Geoinformationen von der Signalanlage,
einer Recheneinrichtung zum Berechnen von Verkehrskenngrößen basierend auf den empfangenen Geoinformationen, und
einer Sendeeinrichtung (TX') zum Übertragen der berechneten Verkehrskenngrößen von dem Fahrzeug an die Signalanlage, bevor das Fahrzeug den Bereich der Signalanlage verlässt.

13. Fahrzeug gemäß Anspruch 12, wobei die Empfangseinrichtung zusätzlich eingerichtet ist zum Empfangen von Berechnungsvorschriften zur Berechnung von Verkehrskenngrößen von der Signalanlage, und die Recheneinrichtung zusätzlich eingerichtet ist zum Berechnen der Verkehrskenngrößen mittels der empfangenen Berechnungsvorschriften.

14. Fahrzeug gemäß Anspruch 12 oder 13, wobei die Sende- und Empfangseinrichtung (TX'/RX') zusätzlich eingerichtet ist zum Registrieren der Präsenz des Fahrzeugs in dem Bereich der Signalanlage mittels einer zyklischen Datenübertragung zwischen Signalanlage und Fahrzeug.

15. Signalanlage mit einer Steuerung gemäß einem der Ansprüche 8 bis 11.

16. System zur dynamischen Steuerung einer Signalanlage an einem Verkehrsknotenpunkt, mit
zumindest einer Steuerung gemäß einem der Ansprüche 8 bis 11, und
zumindest einem Fahrzeug gemäß einem der Ansprüche 12 bis 14.

Geänderte Patentansprüche gemäß Regel 137(2) EPÜ.

1. Verfahren zur dynamischen Steuerung einer Signalanlage an einem Verkehrsknotenpunkt, mit den Schritten:

Übertragen (S10) von knotenpunktspezifischen Geoinformationen von der Signalanlage an ein

- Fahrzeug, wenn das Fahrzeug den Bereich der Signalanlage erreicht, wobei die Geoinformationen Geobjekte innerhalb des Bereichs der Signalanlage bezeichnen, die Triggerpunkte Berechnen (**S20**) von Verkehrskenngrößen basierend auf den empfangenen Geoinformationen in dem Fahrzeug, wobei die Verkehrskenngrößen aggregierte oder gemittelte Haltepositionen, Fahrprofil der gesamten Route, Sättigungsabfluss, Rückstauende und/oder-länge umfassen, 5
Übertragen (**S30**) der berechneten Verkehrskenngrößen von dem Fahrzeug an die Signalanlage, bevor das Fahrzeug den Bereich der Signalanlage verlässt, und 10
Steuern (**S40**) der Signalanlage basierend auf den empfangenen Verkehrskenngrößen. 15
2. Verfahren gemäß Anspruch 1, zusätzlich mit dem Schritt: 20
- Übertragen (**S20**) von Berechnungsvorschriften zur Berechnung von Verkehrskenngrößen von der Signalanlage an das Fahrzeug. 25
3. Verfahren gemäß Anspruch 1 oder 2, zusätzlich mit dem Schritt:
- Registrieren (**S00**) der Präsenz des Fahrzeugs in dem Bereich der Signalanlage mittels einer zyklischen Datenübertragung zwischen Signalanlage und Fahrzeug. 30
4. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die übertragenen Geoinformationen von Position und/oder Fahrtroute des Fahrzeugs abhängig sind. 35
5. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Berechnung der Verkehrskenngrößen jeweils an Geobjekten erfolgt, die in den empfangenen Geoinformationen bezeichnet sind. 40
6. Verfahren gemäß Anspruch 5, wobei die Übertragung der berechneten Verkehrskenngrößen von dem Fahrzeug an die Signalanlage an dem letzten Geobjekt erfolgt, welches das Fahrzeug vor Verlassen des Bereichs der Signalanlage passiert. 45
7. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, zusätzlich mit dem Schritt: 50
- Ermitteln von Emissionskenngrößen an der Signalanlage, 55
- wobei die Steuerung der Signalanlage auf den empfangenen Verkehrskenngrößen and den ermittelten Emissionskenngrößen basiert.

8. Steuerung (**LSA**) für eine Verkehrssignalanlage, die angepasst ist zur dynamischen Steuerung einer Signalanlage an einem Verkehrsknotenpunkt, mit einer Speichereinrichtung für knotenpunktspezifischen Geoinformationen, wobei die Geoinformationen Geobjekte innerhalb des Bereichs der Signalanlage bezeichnen, die Triggerpunkte für bestimmte Berechnungsvorschriften darstellen, einer Sende- und Empfangseinrichtung (**TX/RX**) zum Übertragen von Geoinformationen von der Signalanlage an ein Fahrzeug, wenn das Fahrzeug den Bereich der Signalanlage erreicht, und zum Empfangen von Verkehrskenngrößen von dem Fahrzeug, bevor das Fahrzeug den Bereich der Signalanlage verlässt, und einer Steuereinrichtung zum Steuern der Signalanlage basierend auf den empfangenen Verkehrskenngrößen, wobei Beschleunigungs- oder Geschwindigkeitswerte, Wartezeiten, die Anzahl von Halten, die Zeitdauer von Halten, Haltepositionen, Fahrprofil der gesamten Route, Sättigungsabfluss, Rückstauende und/oder -länge umfassen.

9. Steuerung gemäß Anspruch 8, wobei die Sende- und Empfangseinrichtung (**TX/RX**) zusätzlich eingerichtet ist zum Übertragen von Berechnungsvorschriften zur Berechnung von Verkehrskenngrößen von der Signalanlage an das Fahrzeug.

10. Steuerung gemäß Anspruch 8 oder 9, wobei die Sende- und Empfangseinrichtung (**TX/RX**) zusätzlich eingerichtet ist zum Registrieren der Präsenz des Fahrzeugs in dem Bereich der Signalanlage mittels einer zyklischen Datenübertragung zwischen Signalanlage und Fahrzeug.

11. Steuerung gemäß einem der Ansprüche 8 bis 10, zusätzlich mit:

einer Ermittlungseinrichtung zum Ermitteln von Emissionskenngrößen,

wobei die Steuereinrichtung eingerichtet ist zum Steuern der Signalanlage basierend auf den empfangenen Verkehrskenngrößen and den ermittelten Emissionskenngrößen.

12. Fahrzeug (**KFZ**), das angepasst ist zur Unterstützung einer dynamischen Steuerung einer Signalanlage an einem Verkehrsknotenpunkt, mit:

einer Empfangseinrichtung (**RX'**) zum Empfangen von knotenpunktspezifischen Geoinformationen von der Signalanlage, wobei die Geoinformationen Geobjekte innerhalb des Bereichs der Signalanlage bezeichnen, die Triggerpunkte für bestimmte Berechnungsvorschriften darstellen,

einer Recheneinrichtung zum Berechnen von Verkehrskenngrößen basierend auf den empfangenen Geoinformationen, wobei die Verkehrskenngrößen aggregierte oder gemittelte Beschleunigungs- oder Geschwindigkeitswerte, Wartezeiten, die Anzahl von Halten, die Zeitdauer von Halten, Haltepositionen, Fahrprofil der gesamten Route, Sättigungsabfluss, Rückstauende und/oder -länge umfassen, und einer Sendeeinrichtung (**TX'**) zum Übertragen der berechneten Verkehrskenngrößen von dem Fahrzeug an die Signalanlage, bevor das Fahrzeug den Bereich der Signalanlage verlässt.

13. Fahrzeug gemäß Anspruch 12, wobei die Empfangseinrichtung zusätzlich eingerichtet ist zum Empfangen von Berechnungsvorschriften zur Berechnung von Verkehrskenngrößen von der Signalanlage, und die Recheneinrichtung zusätzlich eingerichtet ist zum Berechnen der Verkehrskenngrößen mittels der empfangenen Berechnungsvorschriften.

14. Fahrzeug gemäß Anspruch 12 oder 13, wobei die Sende- und Empfangseinrichtung (**TX'/RX'**) zusätzlich eingerichtet ist zum Registrieren der Präsenz des Fahrzeugs in dem Bereich der Signalanlage mittels einer zyklischen Datenübertragung zwischen Signalanlage und Fahrzeug.

15. Signalanlage mit einer Steuerung gemäß einem der Ansprüche 8 bis 11.

16. System zur dynamischen Steuerung einer Signalanlage an einem Verkehrsknotenpunkt, mit zumindest einer Steuerung gemäß einem der Ansprüche 8 bis 11, und zumindest einem Fahrzeug gemäß einem der Ansprüche 12 bis 14.

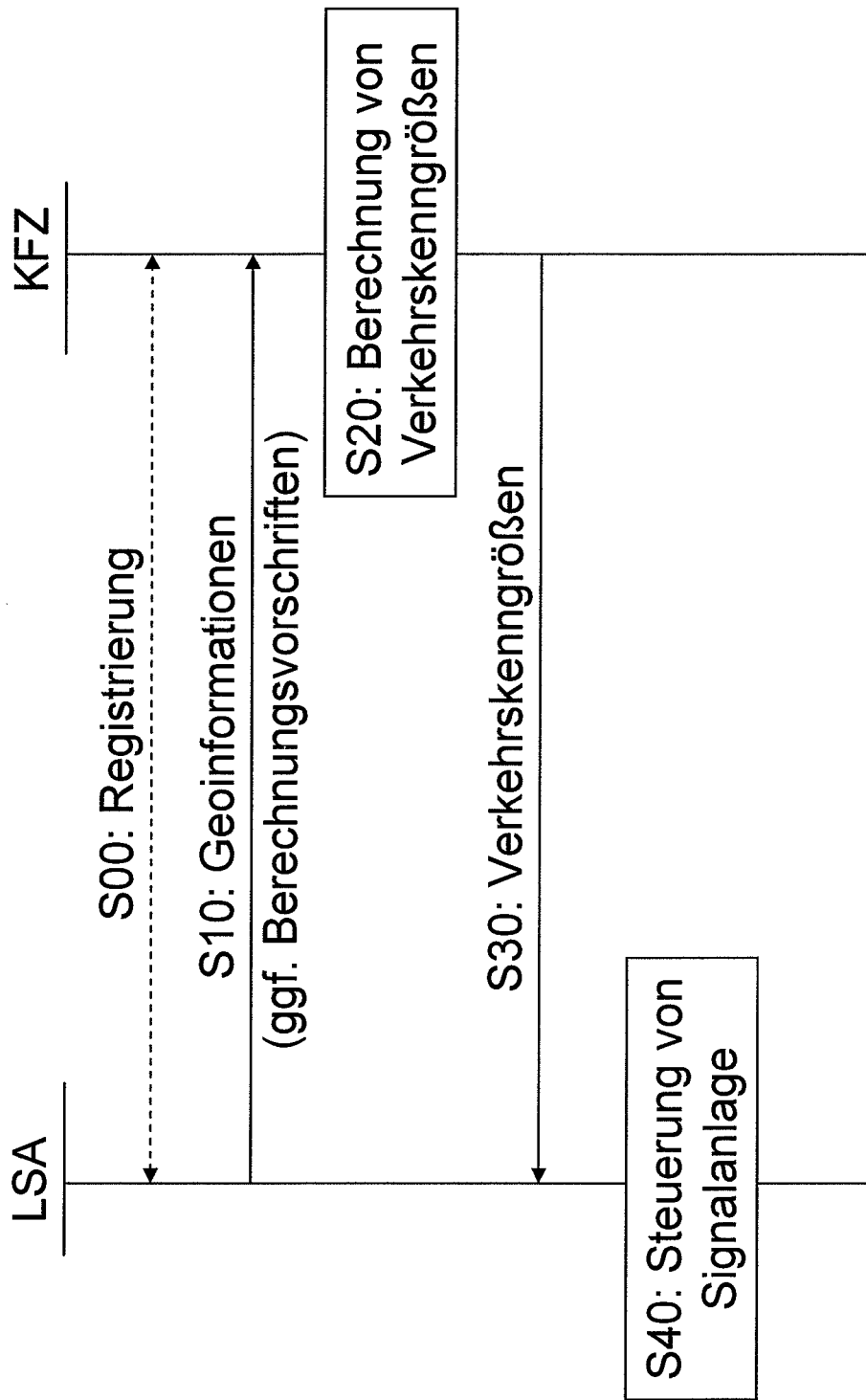


Fig. 1

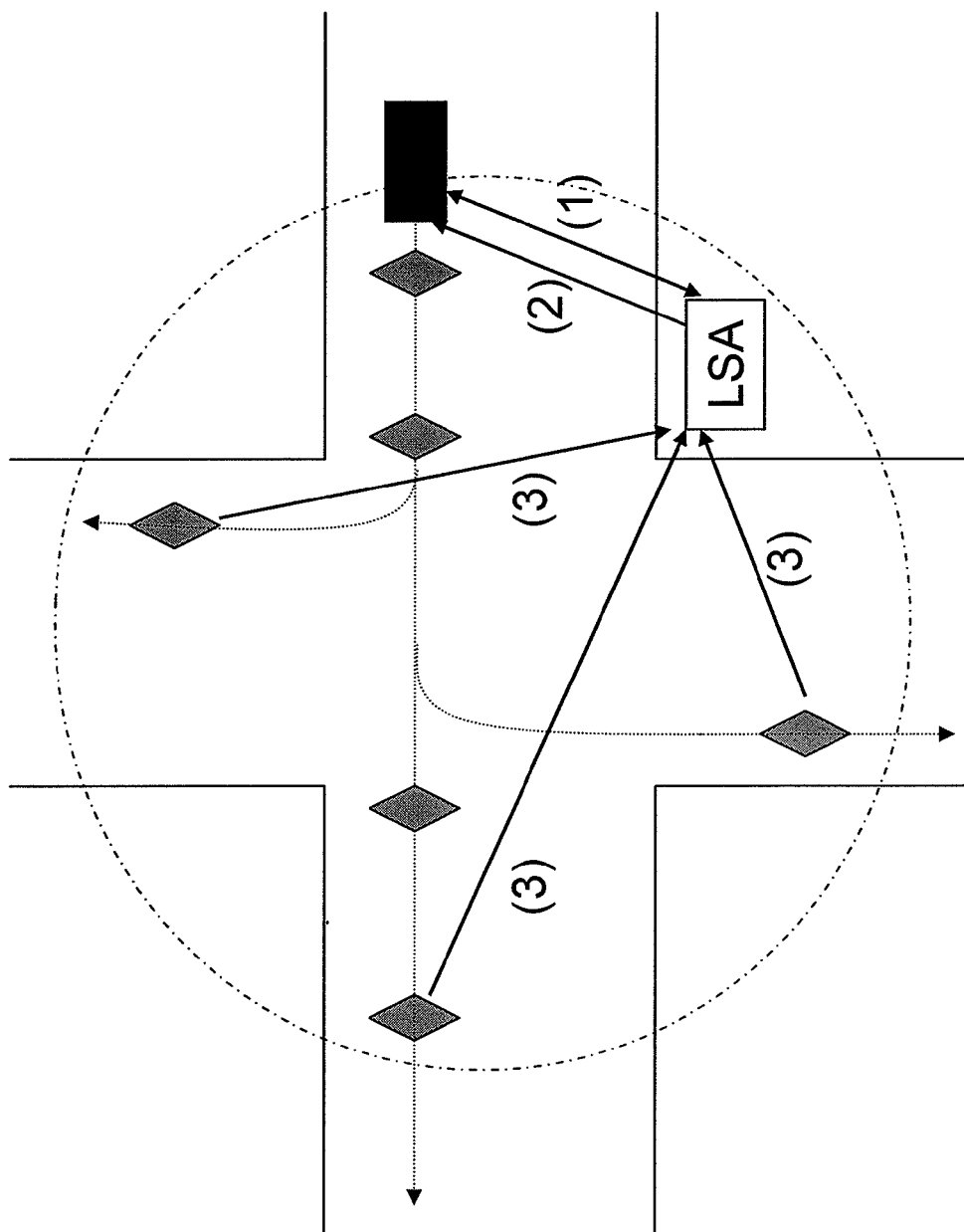


Fig. 2

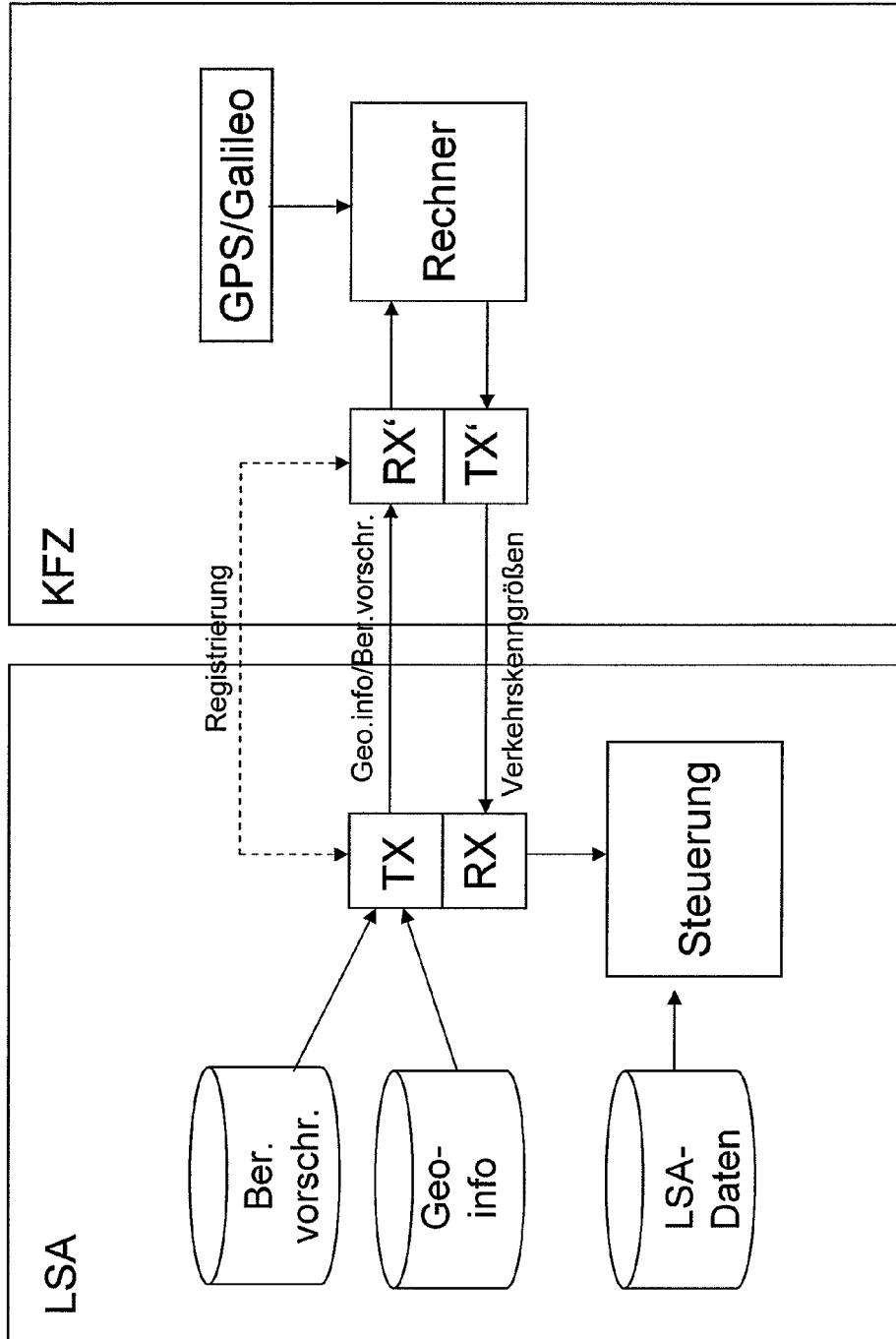


Fig. 3



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 07 10 7129

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	KONDOU T ET AL: "Application of road-to-vehicle communication and ranging system using spread spectrum technique to ADS" VTC FALL 2001. IEEE 54TH. VEHICULAR TECHNOLOGY CONFERENCE. PROCEEDINGS. ATLANTIC CITY, NJ, OCT. 7 - 11, 2001, IEEE VEHICULAR TECHNOLOGY CONFERENCE, NEW YORK, NY : IEEE, US, Bd. VOL. 1 OF 4. CONF. 54, 7. Oktober 2001 (2001-10-07), Seiten 164-167, XP010562666 ISBN: 0-7803-7005-8	1,12	INV. G08G1/07 ADD. G08G1/0967
A	* das ganze Dokument * -----	8,15,16	
A	US 6 427 113 B1 (RAHMAN MOHAMMED REZAUR [US]) 30. Juli 2002 (2002-07-30) * das ganze Dokument * -----	1,8,12, 15,16	
A	DE 10 2004 028656 A1 (PROTSCHKA HANS [DE]) 16. Februar 2006 (2006-02-16) * das ganze Dokument * -----	1,8,12, 15,16	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) G08G
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 4. Dezember 2007	Prüfer Heß, Rüdiger
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

4
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 07 10 7129

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

04-12-2007

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6427113 B1	30-07-2002	KEINE	
DE 102004028656 A1	16-02-2006	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102004002808 A1 [0002]
- EP 1628274 A1 [0002]