



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
20.11.2013 Patentblatt 2013/47

(51) Int Cl.:
G07B 15/06 (2011.01)

(21) Anmeldenummer: **12168187.8**

(22) Anmeldetag: **16.05.2012**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(72) Erfinder: **Tijink, Jasja**
2384 Breitenfurt (AT)

(74) Vertreter: **Weiser, Andreas**
Patentanwalt
Kopfgasse 7
1130 Wien (AT)

(71) Anmelder: **Kapsch TrafficCom AG**
1120 Wien (AT)

(54) **Verfahren zum Messen der Leistungsfähigkeit eines Straßenmautsystems**

(57) Verfahren zum Messen der Leistungsfähigkeit (P_x) eines Straßenmautsystems (1, 1'), das auf einer Vielzahl fahrzeuggestützter, jeweils ihre Position (p) bestimmender Onboard-Units (2, 2', 2'') basiert, die mit geographisch verteilten Funkstationen (8, 18) funkkommunizieren können, um in einer an diese angeschlossenen Mautzentrale (10) positionsbezogene Mauttransaktionen (ta) anzusammeln, umfassend:
Senden (13) eines Datensammelauftrags (m) mit einem Start-Ort (A) und einem Stop-Ort (B) von der Mautzentrale (10) über ein Mobilfunknetz (9) an eine Gruppe von Onboard-Units (2, 2', 2''),
in jeder Onboard-Unit (2, 2', 2'') der Gruppe: wenn die eigene Position (p) in vorgegebene Nähe zum Start-Ort

(A) gelangt, Starten eines Aufzeichnens der eigenen Positionen (p) oder davon abgeleiteter Daten (S) oder von Funkkommunikationen mit DSRC-Funkbaken (R) und, wenn die eigene Position (p) in vorgegebene Nähe zum Stop-Ort (B) gelangt, Stoppen des Aufzeichnens und Senden (14) der Aufzeichnung (rc) über das Mobilfunknetz (9) an die Mautzentrale (10),
in der Mautzentrale (10): Vergleichen (16) der von allen Onboard-Units (2, 2', 2'') der Gruppe empfangenen Aufzeichnungen (rc) mit den von diesen Onboard-Units in Bezug auf Positionen (p), die zwischen dem Start- und dem Stop-Ort (A, B) liegen, gesammelten Mauttransaktionen (ta), und

Berechnen eines Leistungsmaßes (P_x) des Straßenmautsystems (1, 1') auf Basis des Vergleichs (16).

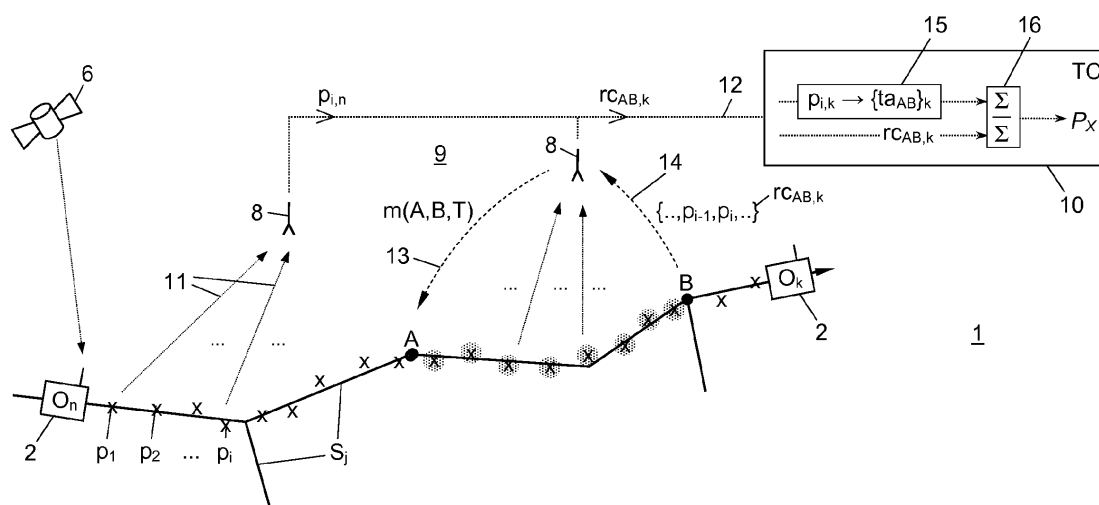


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Messen der Leistungsfähigkeit eines Straßenmautsystems, das auf einer Vielzahl fahrzeuggestützter, jeweils ihre Position bestimmender Onboard-Units basiert, die mit geographisch verteilten Funkstationen funkkommunizieren können, um in einer an diese angeschlossenen Mautzentrale positionsbezogene Mauttransaktionen anzusammeln.

[0002] Moderne Straßenmautsysteme (electronic fee collection systems, EFC-Systeme) folgen in ihren Funktionen, Rollenverteilungen und Schnittstellen häufig den im Standard ISO 17573, "Road Transport and Traffic Telematics - Electronic Fee Collection - System Architecture for Vehicle Related Transport Services", definierten Prinzipien. Für den europäischen Raum wurden mit der EU-Richtlinie 2004/52/EG vom 29. April 2004 sowie der Entscheidung der Europäischen Kommission 2009/750/EG vom 6. Oktober 2009 Anforderungen für die Interoperabilität solcher EFC-Systeme festgesetzt ("European Electronic Toll Service", EETS). Danach soll der Benutzer mit einer Onboard-Unit (OBU), die bei einem einzigen Serviceprovider registriert ist bzw. unter Vertrag steht, in der gesamten Europäischen Union über unterschiedlichste Infrastrukturen wie länderspezifische GSM-Mobilfunknetze oder DSRC (dedicated short range communication)-Funkbakenetze bei den jeweiligen Straßenerhaltern und Behörden, den sog. "Toll Chargers", Mautgebühren zahlen können. Umgekehrt sollen Toll Charger freie Hand bei der Auswahl von Serviceprovidern und dem Einsatz von Infrastruktur haben.

[0003] Für Serviceprovider ergibt sich dabei häufig das Problem, dass sie dem Toll Charger eine bestimmte Leistungsfähigkeit, z.B. einen bestimmten Vermautungsgrad auf einer Mautstrecke, garantieren müssen, ohne jedoch volle Disposition über die zwischenliegende Infrastruktur wie Mobilfunk- und DSRC-Bakenetze zu haben. Toll Charger möchten wiederum ein Instrumentarium haben, mit dem sie die Leistungsfähigkeit eines von verschiedenen Serviceprovidern und Infrastrukturinhabern betriebenen Straßenmautsystems überprüfen können, um deren Vertragskonformität zu überwachen.

[0004] Zum Messen der Leistungsfähigkeit von Straßenmautsystemen werden derzeit Flotten von Testfahrzeugen eingesetzt, die beispielsweise vorgegebene Mautstrecken stichprobenartig abfahren, um anschließend die in der Zentrale des Toll Chargers anfallenden Mauttransaktionen mit den Stichprobenfahrten zu vergleichen. Dies bedeutet einen hohen personellen und organisatorischen Aufwand, insbesondere wenn die Leistungsfähigkeit kontinuierlich überwacht oder ein Leistungsmaß des Straßenmautsystems periodisch ermittelt werden soll.

[0005] Die Erfindung setzt sich zum Ziel, ein Verfahren zum Messen der Leistungsfähigkeit eines Straßenmautsystems zu schaffen, welches die Nachteile des bekannten Standes der Technik überwindet und eine einfache,

rasche und automatisierbare Erstellung eines Leistungsmaßes für das Straßenmautsystem gestattet.

[0006] Dieses Ziel wird erfindungsgemäß mit einem Verfahren der einleitend genannten Art erreicht, umfassend:

Senden eines Datensammelauftrags mit einem Start-Ort und einem Stop-Ort von der Mautzentrale über ein Mobilfunknetz an eine Gruppe von Onboard-Units,
in jeder Onboard-Unit der Gruppe: wenn die eigene Position in vorgegebene Nähe zum Start-Ort gelangt, Starten eines Aufzeichnens der eigenen Positionen oder davon abgeleiteter Daten oder von Funkkommunikationen mit DSRC-Funkbaken und, wenn die eigene Position in vorgegebene Nähe zum Stop-Ort gelangt, Stoppen des Aufzeichnens und Senden der Aufzeichnung über das Mobilfunknetz an die Mautzentrale,
in der Mautzentrale: Vergleichen der von allen Onboard-Units der Gruppe empfangenen Aufzeichnungen mit den von diesen Onboard-Units in Bezug auf Positionen, die zwischen dem Start- und dem Stop-Ort liegen, gesammelten Mauttransaktionen, und Berechnen eines Leistungsmaßes des Straßenmautsystems auf Basis des Vergleichs.

[0007] Die Erfindung erübrigt den Einsatz einer Referenzflotte, indem jederzeit stichprobenartig auf Anforderung der Mautzentrale eines Toll Chargers alle eine bestimmte Strecke zwischen einem Start-Ort und einem Stop-Ort benutzenden Fahrzeuge bzw. OBUs zur direkten Aufzeichnung der ursächlichen, mauttransaktionskausalen Daten verwendet werden können. Die solcherart vor Ort, "im Feld", erhobenen OBU-Aufzeichnungen werden in der Mautzentrale mit den vom gesamten Straßenmautsystem, d.h. der gesamten Kette aus Onboard-Unit, Infrastruktur und Toll Charger erzeugten Mauttransaktionen verglichen. Aus dem Vergleich der vor Ort aufgezeichneten, mauttransaktionskausalen Daten mit den final erzeugten Mauttransaktionen wird anschließend ein Leistungsmaß erzeugt, welches die Leistungsfähigkeit des Straßenmautsystems, z.B. seinen Vermautungsgrad, widerspiegelt.

[0008] Das Leistungsmaß kann dabei auf verschiedene Arten berechnet werden. Bevorzugte Varianten des erfindungsgemäßen Verfahrens bestehen darin,

- dass die Mauttransaktionen von der Mautzentrale vermauteten Weglängen entsprechen und die Aufzeichnungen von den Onboard-Units zurückgelegte Weglängen angeben und das Leistungsmaß auf Basis zumindest eines Verhältnisses von vermauteten Weglängen zu zurückgelegten Weglängen berechnet wird;
- dass die Mauttransaktionen von der Mautzentrale vermauteten Wegzeiten entsprechen und die Aufzeichnungen von den Onboard-Units verbrachte

Wegzeiten angeben und das Leistungsmaß auf Basis zumindest eines Verhältnisses von vermuteten Wegzeiten zu verbrachten Wegzeiten berechnet wird;

- dass die Mauttransaktionen von der Mautzentrale verrechneten Ist-Mautgebühren entsprechen und die Aufzeichnungen von den Onboard-Units aufgezeichnete Soll-Mautgebühren angeben und das Leistungsmaß auf Basis zumindest eines Verhältnisses von verrechneten Ist-Mautgebühren zu aufgezeichneten Soll-Mautgebühren berechnet wird;
- dass die Mauttransaktionen von der Mautzentrale vermuteten Straßenabschnitten entsprechen und die Aufzeichnungen von den Onboard-Units befahrene Straßenabschnitte angeben und das Leistungsmaß auf Basis zumindest eines Verhältnisses von vermuteten Straßenabschnitten zu befahrenen Straßenabschnitten berechnet wird; oder
- dass die Mauttransaktionen von der Mautzentrale vermuteten DSRC-Funkbaken-Passagen entsprechen und die Aufzeichnungen von den Onboard-Units aufgezeichnete DSRC-Funkbaken-Passagen angeben und das Leistungsmaß auf Basis zumindest eines Verhältnisses von vermuteten Bakenpassagen zu aufgezeichneten Bakenpassagen berechnet wird.

[0009] In jeder Ausführungsform der Erfindung ist es besonders günstig, wenn der Datensammelauftrag auch eine Angabe über einen Gültigkeitszeitraum enthält, wobei das Aufzeichnen in einer Onboard-Unit nur innerhalb dieses Gültigkeitszeitraums durchgeführt wird. Dadurch kann das Leistungsmaß für ganz bestimmte Zeiträume ermittelt werden.

[0010] Das Verfahren der Erfindung ist für alle Arten von Straßenmautsystemen geeignet, und zwar sowohl für GNSS-Straßenmautsysteme, bei denen die Onboard-Units ihre Positionen autark in einem globalen Satellitennavigationssystem (global navigation satellite system, GNSS) bestimmen und über ein Mobilfunknetz an eine Mautzentrale zur Verarbeitung senden (oder selbst zu Mautdaten verarbeiten, welche sie an die Mautzentrale senden), als auch für DSRC-Straßenmautsysteme, bei welchen geographisch verteilte DSRC-Funkbaken passierende Onboard-Units mittels DSRC-Funkkommunikationen (dedicated short range communications) auf ihr jeweiliges Funkabdeckungsgebiet lokalisieren, um daraus Mauttransaktionen zu erzeugen. Während Onboard-Units für GNSS-Straßenmautsysteme, z.B. EETS-OBUs, bereits über die für die Erfindung geforderte Kommunikationsfähigkeit in Mobilfunknetzen verfügen, erfordert der Einsatz der Erfindung in DSRC-Straßenmautsystemen sog. "Hybrid"-OBUs, welche zusätzlich zu ihrer DSRC-Kommunikationsfähigkeit über einen Sendeempfänger für Mobilfunknetze verfügen.

[0011] In einer ersten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens speziell für GNSS-Straßenmautsysteme sind demnach die Funkstationen Basissta-

tionen von Funkzellen des Mobilfunknetzes und die Onboard-Units senden die von ihnen bestimmten Positionen in der Art sog. "thin clients" über das Mobilfunknetz an die Mautzentrale, welche daraus Mauttransaktionen erzeugt. In einer zweiten Ausführungsform der Erfindung für GNSS-Straßenmautsysteme sind die Funkstationen Basisstationen von Funkzellen des Mobilfunknetzes und die Onboard-Units erzeugen aus den von ihnen bestimmten Positionen in der Art sog. "thick clients" Mauttransaktionen, welche sie über das Mobilfunknetz an die Mautzentrale senden.

[0012] In einer dritten Ausführungsform des Verfahrens der Erfindung, welches speziell für DSRC-Straßenmautsysteme geeignet ist, sind die Funkstationen DSRC-Funkbaken, welche die Positionen der Onboards-Units aus den Passagen der jeweiligen DSRC-Funkbake bestimmen, um daraus Mauttransaktionen zu erzeugen.

[0013] Die genannte Gruppe von Onboard-Units, denen die Datensammelaufträge erteilt werden, kann alle Onboard-Units des Straßenmautsystems umfassen. Bevorzugt ist die Gruppe nur ein Teil aller Onboard-Units, um den Datenverkehr in Straßenmautsystemen zu minimieren. Bevorzugt umfasst die Gruppe alle sich in einem vorgegebenen Bereich um den Start-Ort befindlichen Onboard-Units. Beispielsweise können die sich im genannten Bereich befindlichen Onboard-Units anhand ihrer letzten positionsbezogenen Mauttransaktionen bestimmt werden.

[0014] Alternativ könnte die Gruppe von Onboard-Units z.B. anhand einer Fahrzeugklasse ausgewählt werden, beispielsweise um nicht-mautpflichtige Fahrzeuge als Bezugsgröße für das Leistungsmaß auszuschließen oder um ein Leistungsmaß nur für eine bestimmte Klasse von Fahrzeugen zu erzeugen.

[0015] Besonders günstig ist es, wenn die Aufzeichnungen der Onboard-Units anonymisiert an die Mautzentrale gesandt werden, um jegliche Datenschutzbedenken hinsichtlich der Nachverfolgbarkeit von Fahrzeugen zu entkräften. Bevorzugt kann das Anonymisieren mit Hilfe eines an das Mobilfunknetz angeschlossenen Proxy-Rechners durchgeführt werden, wie in der Technik bekannt.

[0016] Die Onboard-Units können ihre Positionen auf verschiedenste in der Technik bekannte Arten bestimmen, beispielsweise durch optische Erkennung bestimmter Landmarken in Kamerabildern ihrer Umgebung, Funktriangulation in terrestrischen Funknetzen, durch Zellkennungsdetektion in Mobilfunknetzen, usw. Bevorzugt bestimmen die Onboard-Units ihre Positionen mittels Satellitennavigation in GNSS-Systemen wie GPS, GLONASS, Galileo od. dgl.

[0017] Die Erfindung wird nachstehend anhand von in den beigeschlossenen Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. In den Zeichnungen zeigt:

Fig. 1 eine erste Ausführungsform des Verfahrens der Erfindung zur Messung der Leistungsfähigkeit

eines GNSS-Straßenmautsystems auf Basis von "thin client"-GNSS-OBUs;

Fig. 2 ein Blockschaltbild einer OBU für das Verfahren von Fig. 1;

Fig. 3 eine zweite Ausführungsform des Verfahrens der Erfindung für ein GNSS-Straßenmautsystem auf Basis von "thick client"-GNSS-OBUs;

Fig. 4 ein Blockschaltbild einer OBU für das Verfahren von Fig. 3;

Fig. 5 eine dritte Ausführungsform des Verfahrens der Erfindung für ein DSRC-Straßenmautsystem auf Basis von Hybrid-OBUs; und

Fig. 6 ein Blockschaltbild einer OBU für das Verfahren von Fig. 5.

[0018] Fig. 1 zeigt ein GNSS-Straßenmautsystem 1, das auf einer Vielzahl von Onboard-Units (OBUs) 2 basiert, welche von Fahrzeugen (nicht dargestellt) mitgeführt werden, um deren Ortsnutzungen in einem Straßennetz aus Straßensegmenten $S_1, S_2, \dots$, allgemein S_j , zu vermuten bzw. vergütungen. Die Ortsnutzungen können beispielsweise das Befahren eines bestimmten Straßensegments S_j , das Überschreiten einer Grenze, der Aufenthalt in einem bestimmten geographischen Gebiet od.dgl. sein und auf beliebige Weise, z.B. pro Straßensegment, pro gefahrener Strecke bzw. Weglänge, pro verbrachter Zeit (z.B. Parkgebühr), pro Grenzübertritt usw. abgerechnet werden.

[0019] Zu diesem Zweck verfügen die OBUs 2 gemäß Fig. 2 neben einem Prozessor 3 und einem Speicher 4 über einen Satellitennavigationsempfänger 5, mit welchem sie fortlaufend ihre Positionen ("position fixes") $p_1, p_2, \dots$, allgemein p_i , in einem globalen Satellitennavigationssystem 6 (global navigation satellite system, GNSS) bestimmen. Ferner sind die OBUs 2 mit einem Sendempfeänger 7 ausgestattet, über welchen sie die ermittelten Positionen p_i an Funkstationen 8, hier Basisstationen eines zellularen Mobilfunknetzes 9, zur Weiterleitung an eine Mautzentrale 10 eines Toll Service Provides (TSP) und/oder eines Toll Chargers (TC) senden, siehe Pfade 11, 12 für eine stellvertretende OBU 2 mit der OBU-Kennung O_n . In der Mautzentrale 10 kann aus den so erhaltenen Positionsdaten $p_{i,n}$ einer OBU O_n z.B. durch einen Kartenabgleich ("map matching") mit einer digitalen Straßenkarte von mautpflichtigen Straßenkarten S_j eine Mauttransaktion $ta_{j,n}$ für die OBU O_n und das Straßensegment S_j erzeugt werden. Der Mautkartenabgleich (map matching) kann auch in einem der Mautzentrale 10 vorgeordneten, gesonderten Kartenabgleichsserver (map matching proxy) durchgeführt werden, falls gewünscht.

[0020] Zur Messung der Leistungsfähigkeit des Straßenmautsystems 1, beispielsweise zur Ermittlung eines "Vermutungsgrades" als Verhältnis von korrekt vermuteten OBUs 2 zu allen OBUs 2 oder von korrekt vermuteten Straßensegmenten S_j zu allen Straßensegmenten S_j , wird das folgende Verfahren eingesetzt.

[0021] In einer ersten Phase 13 des Verfahrens wird

an eine Gruppe von K OBUs 2, hier stellvertretend dargestellt durch eine OBU 2 mit der Kennung O_k , eine Auftragsnachricht bzw. ein Datensammelauftrag m über das Mobilfunknetz 9 gesandt. Der Datensammelauftrag m enthält (zumindest) die Angabe eines Start-Orts A und eines Stop-Orts B. Die Datensammelaufträge m können zusätzlich auch die Angabe eines Gültigkeitszeitraums T enthalten, innerhalb dessen eine OBU 2 Daten sammeln bzw. aufzeichnen soll.

[0022] Die Anzahl K von OBUs O_k kann kleiner oder gleich der Anzahl N aller OBUs O_n des Straßenmautsystems 1 sein ($k \leq N$). Bevorzugt wird die Datensammelnachricht m nur an solche Onboard-Units 2 gesandt, die sich in einem vorgegebenen Bereich rund um den Start-Ort A befinden, was beispielsweise aus den letzten Positionsmeldungen $p_{i,n}$ oder Mauttransaktionen $ta_{j,n}$ der OBUs 2 in der Mautzentrale 10 ermittelt werden kann.

[0023] Die Gruppe von OBUs O_k , an welche die Datensammelaufträge m im Schritt 13 gesendet werden, kann beispielsweise auch anhand von Eigenschaften der OBUs 2 oder ihrer Fahrzeuge ausgewählt werden, z.B. nach in den OBUs 2 gespeicherten Berechtigungen (z.B. "Kein-Freifahrer", "Kein-Einsatzfahrzeug", usw.) oder einer bestimmten Fahrzeugklasse (z.B. "LKW", "LKW mit drei Achsen", "LKW mit Anhänger", usw.), welche in den OBUS gespeichert ist.

[0024] Sobald eine OBU 2 bzw. O_k , welche einen Datensammelauftrag m erhalten hat, das Erreichen des Start-Orts A detektiert, d.h. wenn ihre fortlaufend ermittelte Position $p_{i,k}$ in eine vorgegebene Nähe (Toleranzbereich) des Start-Orts A gelangt, beginnt sie mit einem Aufzeichnen aller in der Folge ermittelten Positionen $p_{i,k}$, wie durch die grau hinterlegten Kreuze in Fig. 1 veranschaulicht. Das Aufzeichnen wird beendet, wenn die OBU 2 das Erreichen des Stop-Orts B detektiert, d.h. wenn ihre Position $p_{i,k}$ in eine vorgegebene Nähe (Toleranzbereich) des Stop-Orts B gelangt. Die OBU 2 speichert die aufgezeichneten Daten dabei in ihrem Speicher 4.

[0025] Nach Beenden der Aufzeichnung am Stop-Ort B sendet die OBU 2 ihre Aufzeichnung ("record") rc über das Mobilfunknetz 9 an die Mautzentrale 10, siehe Pfade 14 und 12. In dem in Fig. 1 gezeigten Beispiel ist die Aufzeichnung rc der OBU O_k zwischen den Punkten A und B mit $rc_{AB,k}$ bezeichnet und umfasst zumindest jene Folge von Positionen $p_{i,k}$, welche zwischen den Punkten A und B ermittelt wurde. Die Aufzeichnung $rc_{AB,k}$ kann auch zusätzliche Daten enthalten, z.B. Messdaten von Umgebungssensoren der OBU O_k oder ihres Fahrzeugs, Kenndaten der OBU O_k oder ihres Fahrzeugs, usw. Es versteht sich, dass anstelle von einzelnen Positionen auch Folgen von Positionen ("position fix tracks") $tr_{i,n}, tr_{i,k}$ von den OBUs 2 gemeldet (Pfeile 11, 12) bzw. aufgezeichnet (Pfeile 14, 12) werden können.

[0026] In der Mautzentrale 10 werden anschließend die Aufzeichnungen $rc_{AB,k}$ aller K OBUs O_k der Gruppe mit den von allen K OBUs O_k hinsichtlich des Streckenabschnitts A-B erzeugten Transaktionen $ta_{AB,k}$ vergli-

chen, um ein Leistungsmaß P_X des Straßenmautsystems 1 zu berechnen. Dazu werden in einem Filterschritt 15 zunächst die in der Mautzentrale 10 aus den Positionsmeldungen $p_{i,n}$ bzw. $p_{i,k}$ erzeugten Mauttransaktionen $ta_{j,n}$ bzw. $ta_{j,k}$ in Bezug auf jene OBUs O_k und Positionen $p_{i,k}$ gefiltert, welche zwischen den Start- und Stop-Orten A, B liegen, um ausschließlich die in den Abschnitt A-B fallenden Transaktionen $\{ta_{AB}\}_k$ der O-BUs O_k zu erhalten.

[0027] Aus den derart gefilterten Transaktionen $\{ta_{AB}\}_k$ einerseits und OBU-Aufzeichnungen $rc_{AB,k}$ andererseits kann nun das Leistungsmaß P_X hinsichtlich jeglicher aus den Transaktionen $\{ta_{AB}\}_k$ und Aufzeichnungen $rc_{AB,k}$ ableitbarer Kenngrößen berechnet werden, siehe Schritt 16. Diese Kenngrößen können sein:

- in den Transaktionen $\{ta_{AB}\}_k$ vermutete und laut den Aufzeichnungen $rc_{AB,k}$ gefahrene Weglängen L (aus Kartenmaterial oder real gemessen);
- in den Transaktionen $\{ta_{AB}\}_k$ vermutete und in den Aufzeichnungen $rc_{AB,k}$ aufgezeichnete Wegzeiten T;
- anhand der Transaktionen $\{ta_{AB}\}_k$ verrechnete Ist- und laut den Aufzeichnungen $rc_{AB,k}$ zu entrichtende Soll-Mautgebühren F;
- laut den Transaktionen $\{ta_{AB}\}_k$ vermutete und laut den Aufzeichnungen $rc_{AB,k}$ befahrene Arten oder Anzahlen ("segment counts", SC) von Straßensegmenten S_j ;
- laut den Transaktionen $\{ta_{AB}\}_k$ vermutete und laut den Aufzeichnungen $rc_{AB,k}$ erfahrene Anzahlen von Bakenpassagen ("beacon passage counts", BC), wie später anhand von Fig. 3 noch ausführlicher erläutert; usw. usf.

[0028] Beispielsweise berechnet sich das Leistungsmaß auf Basis von vermuteten Weglängen L zu aufgezeichneten Weglängen L zu

$$P_L = \frac{\sum_k L(\{ta_{AB}\}_k)}{\sum_k L(rc_{AB,k})}$$

wobei $L(\{ta_{AB}\}_k)$ die aus der Folge von auf den Abschnitt AB bezogenen Transaktionen ta der OBU O_n berechneten Weglängen und $L(rc_{AB,k})$ die aus der Aufzeichnung rc der OBU O_k hinsichtlich des Abschnitts A-B benutzte Weglängen sind. Wenn beispielsweise alle in den Mauttransaktionen ta abgerechneten Weglängen L für einen Abschnitt A-B gleich den von allen OBUs 2 im Abschnitt A-B aufgezeichneten Weglängen L sind, ist das Leistungsmaß P_L gleich 100%. Wenn nur ein Teil der von den OBUs 2 aufgezeichneten Weglängen L in Mauttransaktionen abgerechnet wurde, ist das Leistungsmaß P_L entsprechend geringer.

[0029] In derselben Art können Leistungsmaße auf Grundlage von Wegzeiten, Gebühren, Straßensegmenten, Bakenpassagen od.dgl. Kenngrößen berechnet werden. Allgemein berechnet sich das Leistungsmaß P_X zu

$$P_X = \frac{\sum_k X(\{ta_{AB}\}_k)}{\sum_k X(rc_{AB,k})}$$

mit

$$X = (L, T, F, SC, BC, \dots)$$

wie oben erläutert.

[0030] Es versteht sich, dass anstelle eines Verhältnisses (Division) auch jede andere Art von Vergleichsmaß zwischen einerseits aus $\{ta_{AB}\}_k$ und andererseits aus $rc_{AB,k}$ ermittelten Kenngrößen berechnet werden könnte, z.B. eine Differenz oder andere Norm für eine Vergleichsabweichung.

[0031] Die Fig. 3 und 4 zeigen eine alternative Ausführungsform des Straßenmautsystems 1 auf Grundlage von "thick client"-OBUs 2', welche zusätzlich über einen Map Matcher 17 verfügen, der den Mautkartenabgleich der Positionen $p_{i,n}$ bzw. $p_{i,k}$ mit z.B. mautpflichtigen Straßensegmenten S_j durch führt, um daraus "fertige" Mauttransaktionen $ta_{j,n}$ bzw. $ta_{j,k}$ zu erstellen und über das Mobilfunknetz 9 an die Mautzentrale 10 zu senden (Pfade 11, 12). Die OBUs 2 bzw. O_k zeichnen im vorliegenden Beispiel in den Aufzeichnungen $rc_{AB,k}$ nicht mehr einzelne Positionen $p_{i,k}$ auf, sondern z.B. die Tatsache des Befahrens ganzer Straßensegmente S_j , beispielsweise als Liste oder einfach als Anzahl (segment count) SC von zwischen den Start- und Stop-Orten A, B befahrenen Straßensegmenten S_j . Das Leistungsmaß P_X kann in diesem Fall z.B. ein auf Straßensegmente gebührenbezogenes Leistungsmaß P_F oder ein segmentbezogenes Leistungsmaß P_{SC} sein.

[0032] Die Fig. 5 und 6 zeigen die Anwendung des geschilderten Verfahrens im Rahmen eines DSRC-Straßenmautsystems 1', das auf Hybrid-OBUs 2" basiert. Das DSRC-Straßenmautsystem 1' umfasst ein Netz geographisch verteilter, insbesondere straßenseitig aufgestellter DSRC-Funkbaken 18 bzw. $R_1, R_2, \dots$, allgemein R_j , welche beispielsweise jeweils zur Vermutung eines Straßensegments S_j dienen. Die Funkbaken 18 haben jeweils einen lokal begrenzten Funkabdeckungsbereich 19, in dem sie Kurzreichweiten-Funkkommunikationen (dedicated short range communications) mit DSRC-Sendeempfängern 20 der OBUs 2" errichten können, um diese auf den jeweiligen Funkabdeckungsbereich 19 zu verorten. Jede OBU 2", die eine DSRC-Funkbake 18 passiert, stößt damit in der Funkbake 18 eine Mauttransak-

tion $ta_{j,n}$ bzw. $ta_{j,k}$ an, welche über ein Datennetz 21 an die Mautzentrale 10 gesandt (oder erst dort erzeugt) wird.

[0033] Um die Leistungsfähigkeit des DSRC-Straßenmautsystems 1' zu messen, werden den Hybrid-OBUs 2" von der Mautzentrale 10 über das Mobilfunknetz 9 und Mobilfunk-Sendeempfänger 7 in den OBUs 2" Datensammelaufträge m aufgegeben, siehe Pfeil 13. Die OBUs 2" detektieren daraufhin mit Hilfe ihrer Satellitennavigationsempfänger 5 das Erreichen des Start-Orts A, um z.B. eine Aufzeichnung der Funkkommunikationen mit den Funkbaken 18 bzw. R_j (der "Bakenpassagen") auszulösen. Die Aufzeichnungen $rc_{AB,k}$ der OBUs 2" können hier beispielsweise eine Liste der passierten Funkbaken R_j , eine Summe der dort bezahlten Maut oder einfach nur die Anzahl (beacon count) BC an passierten Funkbaken R_j sein. Bei Detektion des Stop-Orts B wird das Aufzeichnen wieder beendet.

[0034] Die Mautzentrale 10 sammelt nun einerseits die von den Funkbaken R_j für eine OBU O_k erzeugten oder angestoßenen Mauttransaktionen $ta_{j,k}$ und andererseits die von den OBUs O_k über das Mobilfunknetz 9 nach Abschluss der Aufzeichnung gesendeten (Pfeil 14) Aufzeichnungen $rc_{AB,k}$, filtert die Mauttransaktionen wieder in Schritt 15 und vergleicht sie in Schritt 16 wie zuvor beschrieben, um das Leistungsmaß P_X zu erstellen, hier z.B. das Leistungsmaß P_{BC} , P_{SC} oder P_F .

[0035] Die von den OBUs 2, 2', 2" über das Mobilfunknetz 9 an die Mautzentrale 10 gesandten Aufzeichnungen rc werden bevorzugt anonymisiert gesendet, um eine Nachverfolgung ("tracking") von Fahrzeugen zu erschweren. Dazu kann beispielsweise ein (nicht dargestellter) Proxy-Rechner der Mautzentrale 10 vorgeschaltet werden, welcher die Aufzeichnungen rc anonymisiert, beispielsweise OBU-Kennungen O_k daraus entfernt oder durch zufällige ("anonyme") Kennungen ersetzt.

[0036] Die Erfindung ist nicht auf die dargestellten Ausführungsformen beschränkt, sondern umfasst alle Varianten und Modifikationen, die in den Rahmen der angesprochenen Ansprüche fallen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Messen der Leistungsfähigkeit (P_X) eines Straßenmautsystems (1, 1'), das auf einer Vielzahl fahrzeuggestützter, jeweils ihre Position (p) bestimmender Onboard-Units (2, 2', 2") basiert, die mit geographisch verteilten Funkstationen (8, 18) funkkommunizieren können, um in einer an diese angeschlossenen Mautzentrale (10) positionsbezogene Mauttransaktionen (ta) anzusammeln, umfassend:

Senden (13) eines Datensammelauftrags (m) mit einem Start-Ort (A) und einem Stop-Ort (B) von der Mautzentrale (10) über ein Mobilfunknetz (9) an eine Gruppe von Onboard-Units (2, 2', 2"),

in jeder Onboard-Unit (2, 2', 2") der Gruppe: wenn die eigene Position (p) in vorgegebene Nähe zum Start-Ort (A) gelangt, Starten eines Aufzeichnens der eigenen Positionen (p) oder davon abgeleiteter Daten (S) oder von Funkkommunikationen mit DSRC-Funkbaken (R) und, wenn die eigene Position (p) in vorgegebene Nähe zum Stop-Ort (B) gelangt, Stoppen des Aufzeichnens und Senden (14) der Aufzeichnung (rc) über das Mobilfunknetz (9) an die Mautzentrale (10), in der Mautzentrale (10): Vergleichen (16) der von allen Onboard-Units (2, 2', 2") der Gruppe empfangenen Aufzeichnungen (rc) mit den von diesen Onboard-Units in Bezug auf Positionen (p), die zwischen dem Start- und dem Stop-Ort (A, B) liegen, gesammelten Mauttransaktionen (ta), und Berechnen eines Leistungsmaßes (P_X) des Straßenmautsystems (1, 1') auf Basis des Vergleichs (16).

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mauttransaktionen (ta) von der Mautzentrale (10) vermauteten Weglängen (L) entsprechen und die Aufzeichnungen (rc) von den Onboard-Units (2, 2') zurückgelegte Weglängen (L) angeben, und dass das Leistungsmaß (P_L) auf Basis zumindest eines Verhältnisses (16) von vermauteten Weglängen zu zurückgelegten Weglängen berechnet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mauttransaktionen (ta) von der Mautzentrale (10) vermauteten Wegzeiten (T) entsprechen und die Aufzeichnungen (rc) von den Onboard-Units (2, 2') verbrachte Wegzeiten (T) angeben, und dass das Leistungsmaß (P_T) auf Basis zumindest eines Verhältnisses (16) von vermauteten Wegzeiten zu verbrachten Wegzeiten berechnet wird.

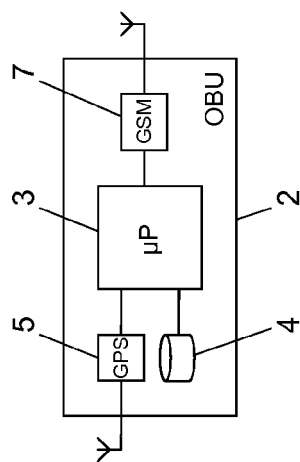
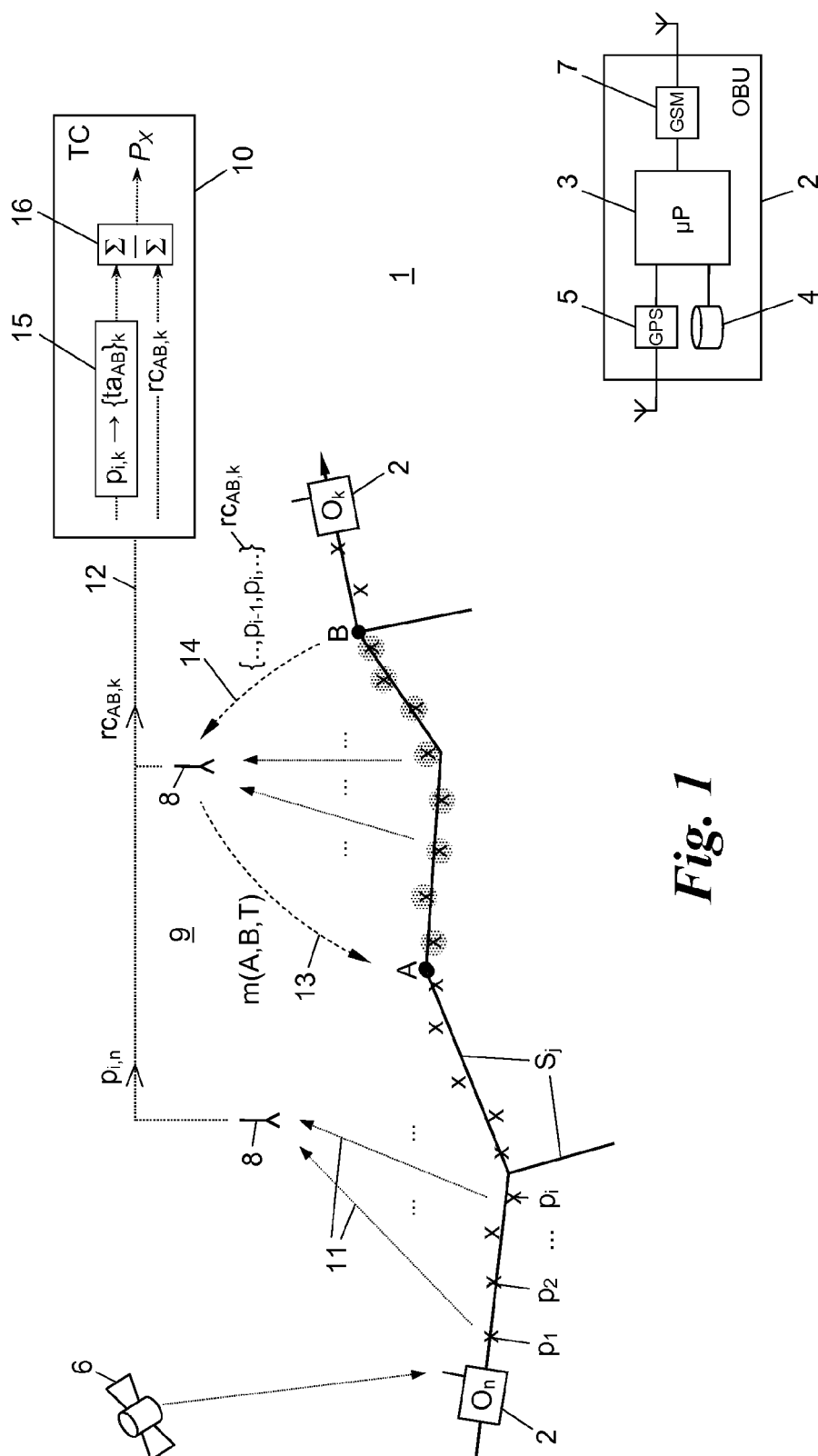
4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mauttransaktionen (ta) von der Mautzentrale (10) verrechneten Ist-Mautgebühren (F) entsprechen und die Aufzeichnungen (rc) von den Onboard-Units (2, 2', 2") aufgezeichnete Soll-Mautgebühren (F) angeben, und dass das Leistungsmaß (P_F) auf Basis zumindest eines Verhältnisses (16) von verrechneten Ist-Mautgebühren zu aufgezeichneten Soll-Mautgebühren berechnet wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mauttransaktionen (ta) von der Mautzentrale (10) vermauteten Straßenabschnitten (SC) entsprechen und die Aufzeichnungen (rc) von den Onboard-Units (2, 2', 2") befahrene Straßenab-

schnitte (SC) angeben, und dass das Leistungsmaß (P_{SC}) auf Basis zumindest eines Verhältnisses (16) von vermuteten Straßenabschnitten zu befahrenen Straßenabschnitten berechnet wird.

6. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mauttransaktionen (ta) von der Mautzentrale (10) vermuteten DSRC-Funkbaken-Passagen (BC) entsprechen und die Aufzeichnungen (rc) von den Onboard-Units (2'') aufgezeichnete DSRC-Funkbaken-Passagen (BC) angeben, und dass das Leistungsmaß (P_{BC}) auf Basis zumindest eines Verhältnisses (16) von vermuteten Bakenpassagen zu aufgezeichneten Bakenpassagen berechnet wird. 5
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Datensammelauftrag (m) auch eine Angabe über einen Gültigkeitszeitraum (T) enthält, wobei das Aufzeichnen in einer Onboard-Unit (2, 2', 2'') nur innerhalb dieses Gültigkeitszeitraums (T) durchgeführt wird. 10
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Funkstationen (8) Basisstationen von Funkzellen des Mobilfunknetzes (9) sind und dass die Onboard-Units (2) die von ihnen bestimmten Positionen (p) über das Mobilfunknetz (9) an die Mautzentrale (10) senden, welche daraus Mauttransaktionen (ta) erzeugt. 15
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Funkstationen (8) Basisstationen von Funkzellen des Mobilfunknetzes (9) sind und dass die Onboard-Units (2') aus den von ihnen bestimmten Positionen (p) Mauttransaktionen (ta) erzeugen, welche sie über das Mobilfunknetz (9) an die Mautzentrale (10) senden. 20
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Funkstationen (18) DSRC-Funkbaken sind, welche die Positionen (p) der Onboards-Units (2'') aus den Passagen der jeweiligen DSRC-Funkbake (18) bestimmen, um daraus Mauttransaktionen (ta) zu erzeugen. 25
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gruppe von Onboard-Units (2, 2', 2''), an die der Datensammelauftrag (m) gesendet wird, alle sich in einem vorgegebenen Bereich um den Start-Ort (A) befindlichen Onboard-Units (2, 2', 2'') umfasst. 30
12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die sich im genannten Bereich befindlichen Onboard-Units (2, 2', 2'') anhand ihrer letzten positionsbezogenen Mauttransaktionen (ta) bestimmt werden. 35

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gruppe von Onboard-Units (2, 2', 2''), an die der Datensammelauftrag (m) gesendet wird, anhand einer Fahrzeugklasse ausgewählt wird. 40
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aufzeichnungen (rc) von den Onboard-Units (2, 2', 2'') anonymisiert an die Mautzentrale gesandt (14) werden. 45
15. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Anonymisieren mit Hilfe eines an das Mobilfunknetz (9) angeschlossenen Proxy-Rechners, über den die Aufzeichnungen (rc) geleitet werden, durchgeführt wird. 50
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Onboard-Units (2, 2', 2'') ihre Positionen (p) mittels Satellitennavigation (5, 6) bestimmen. 55



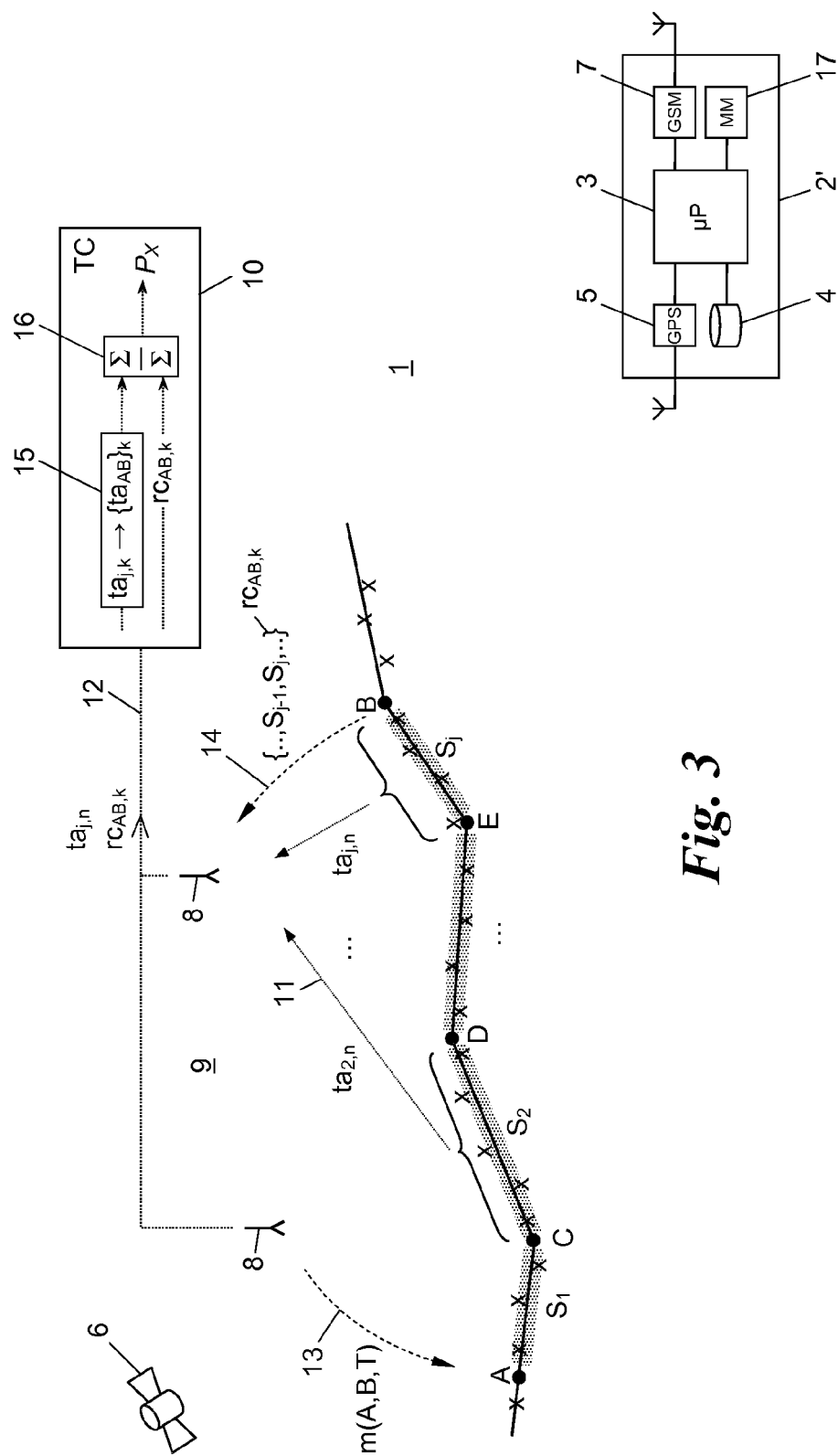


Fig. 3

Fig. 4

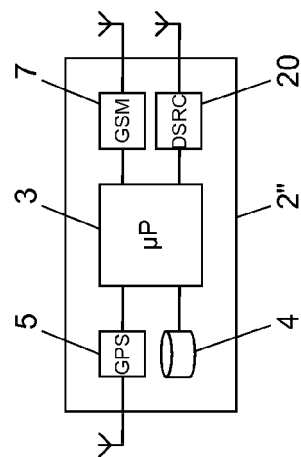
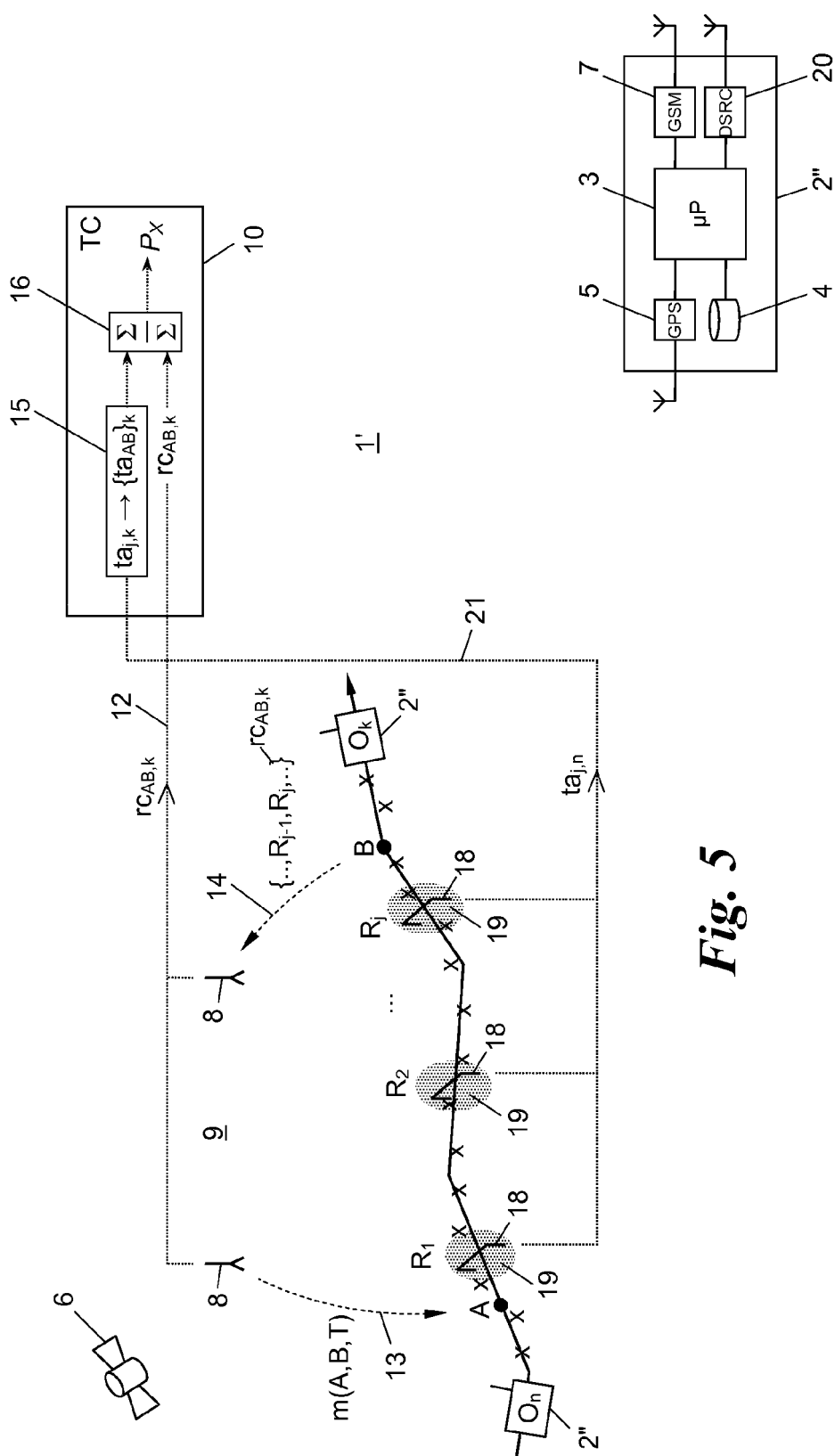


Fig. 6



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 12 16 8187

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	EP 2 423 885 A1 (KAPSCH TRAFFICOM AG [AT]) 29. Februar 2012 (2012-02-29) * Zusammenfassung * * Absatz [0006] - Absatz [0009] * * Absatz [0025] - Absatz [0031] * * Absatz [0038] - Absatz [0043] * -----	1-16	INV. G07B15/06
A	US 2008/316042 A1 (SCALES JAMES [GB]) 25. Dezember 2008 (2008-12-25) * Zusammenfassung * * Absatz [0027] - Absatz [0030] * * Absatz [0107] - Absatz [0110] * * Absatz [0121] - Absatz [0123] * * Absatz [0147] * -----	1-16	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			G07B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 18. Juli 2012	Prüfer Stenger, Michael
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 Patentdokument, 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	

 2
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 12 16 8187

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

18-07-2012

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2423885 A1	29-02-2012	KEINE	
US 2008316042 A1	25-12-2008	AT 534105 T	15-12-2011
		AU 2008267395 A1	31-12-2008
		CN 101785034 A	21-07-2010
		EP 2168099 A2	31-03-2010
		EP 2299293 A1	23-03-2011
		JP 2010532507 A	07-10-2010
		PT 2168099 E	30-12-2011
		TW 200907390 A	16-02-2009
		US 2008316042 A1	25-12-2008
		US 2012173141 A1	05-07-2012
		WO 2009000457 A2	31-12-2008

EPO FORM P0461

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