

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

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
22. Juni 2017 (22.06.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/102178 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G01S 5/02 (2010.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/076928

(22) Internationales Anmeldedatum:
8. November 2016 (08.11.2016)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2015 225 388.0
16. Dezember 2015 (16.12.2015) DE

(71) Anmelder: OSRAM GMBH [DE/DE]; Marcel-Breuer-Straße 6, 80807 München (DE).

(72) Erfinder: FEIL, Henry; Nordstrasse 5, 82008 Unterhaching (DE). WILDNER, Florian; Herterichstr. 70, 81477 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK,

DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: METHOD AND SYSTEM FOR ANALYZING AN ENVIRONMENT OF A MOBILE TERMINAL

(54) Bezeichnung : VERFAHREN UND SYSTEM ZUR ANALYSE EINER UMGEBUNG EINES MOBILLEN ENDGERÄTS

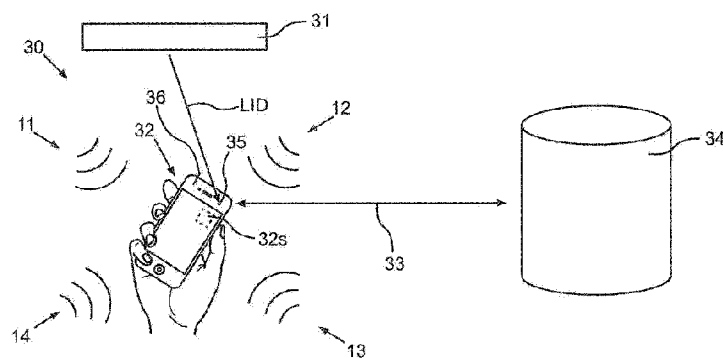


Fig.3

(57) Abstract: The invention relates to a method for analyzing an environment of a mobile terminal (32) by the emission of unique identification data (LID) associated with a lighting device by the lighting device (31) by means of light-based communication and by the determination of location coordinates of the mobile terminal in accordance with the identification data sensed by means of an optical sensing unit (35) of the mobile terminal with respect to the lighting device on the basis of stored location coordinates of the lighting device that are correlated with respective installation positions of the at least one lighting device. The method also comprises providing a sensor signal by means of at least one environment signal sensor (36), obtaining environment data from the sensor signal, and storing the environment data in connection with the location coordinates of the mobile terminal, whereby existing environment data are updated. The invention further relates to a system (30) for performing such a method.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2017/102178 A1



Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Analyse einer Umgebung eines mobilen Endgeräts (32) durch Aussendung eindeutiger, einer Beleuchtungseinrichtung zugeordneter Identifikationsdaten (LID) mittels lichtbasierter Kommunikation durch die Beleuchtungseinrichtung (31), und Bestimmen von Ortskoordinaten des mobilen Endgeräts in Abhängigkeit von den über eine optische Erfassungseinheit (35) des mobilen Endgeräts erfassten Identifikationsdaten bezüglich der Beleuchtungseinrichtung auf der Basis von gespeicherten, mit einer jeweiligen Einbauposition der zumindest einen Beleuchtungseinrichtung korrelierten Ortskoordinaten der Beleuchtungseinrichtung. Das Verfahren umfasst weiterhin Bereitstellen eines jeweiligen Sensorsignals durch zumindest einen Umgebungssignalsensor (36), Gewinnen von Umgebungsdaten aus dem jeweiligen Sensorsignal, und Speichern der Umgebungsdaten in Abhängigkeit von den Ortskoordinaten des mobilen Endgeräts, wodurch bereits vorhandene Umgebungsdaten aktualisiert werden. Die Erfindung betrifft weiterhin ein System (30) zur Ausführung eines derartigen Verfahrens.

Beschreibung

VERFAHREN UND SYSTEM ZUR ANALYSE EINER UMGEBUNG EINES MOBILEN
ENDGERÄTS

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Analyse einer
Umgebung eines mobilen Endgeräts gemäß dem Oberbegriff des
Patentanspruchs 1. Überdies betrifft die Erfindung ein System
zur Analyse einer Umgebung eines mobilen Endgeräts gemäß dem
10 Oberbegriff des Patentanspruchs 9.

Lichtbasierte Indoor-Navigation beruht auf der Aussendung
einer eindeutigen Licht-ID (LID), die mithilfe eines mobilen
Endgeräts empfangen und detektiert werden kann. Die LID wird
15 hierzu in den Lichtstrom - unsichtbar für das menschliche
Auge - aufmoduliert. Um das Signal mit einem mobilen Endgerät
zu detektieren, muss eine Sichtverbindung (line-of-sight)
zwischen dem Detektor und der modulierten Lichtquelle
bestehen. Die LID wird bei dem Empfänger wieder aus dem Licht
20 herausgefiltert und demoduliert. Die LID selbst kann direkt
eine Positionsinformation beinhalten, oder aber indirekt über
eine Lookup-Tabelle ermittelt werden. Hierzu findet in der
Lookup-Tabelle eine Zuordnung von LID und
Positionsinformationen statt. Neben der Positionsinformation
25 können beliebige weitere Meta-Daten mit der LID verknüpft
werden. Diese Lookup-Tabelle kann als integrierter Teil in
einer Anwendung hinterlegt sein, welche auf dem mobilen
Endgerät abläuft, oder aber auf einem externen Server
hinterlegt sein, auf welchen das mobile Endgerät zugreift.
30 Umgekehrt kann die Lookup-Tabelle auch dynamische
Informationen aufnehmen, beispielsweise welches mobile
Endgerät welche Positionsinformation abgefragt hat. Somit
lässt sich ein dynamisches Bewegungsprofil aufzeichnen
(Tracking) und mit einem Zeitstempel abspeichern (Tracing).
35 Diese Bewegungsinformationen bilden die Grundlage für
verschiedenste ortsbezogene Dienste und Analysen.

Eine Beleuchtungseinrichtung, welche Daten an ein mobiles Endgerät überträgt, ist beispielsweise aus der WO 2015/148696 A1 bekannt. Diese offenbart Techniken für positionsbasierte Aktionen mithilfe von lichtbasierter Kommunikation.

5

Das System funktioniert allerdings nur, wenn eine Sichtverbindung zwischen dem mobilen Endgerät und der Lichtquelle mit der LID besteht. Wird als mobiles Endgerät beispielsweise ein Mobiltelefon (Smartphone) benutzt und
10 dieses nach der Positionsabfrage wieder in die Tasche gesteckt, erhält man zwar eine Positionsinformation, die im System abgespeichert werden kann, allerdings kann im weiteren Verlauf nicht mehr ermittelt werden, wie die Person oder das mobile Endgerät seine Position im Raum weiter verändert hat.

15

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren und ein System bereitzustellen, welches eine detailliertere Analyse einer Umgebung eines mobilen Endgeräts erlaubt.

20

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 sowie durch ein System mit den Merkmalen des Patentanspruchs 9. Vorteilhafte Weiterbildungen der vorliegenden Erfindung sind Gegenstand
25 der abhängigen Ansprüche.

Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zur Analyse einer Umgebung eines mobilen Endgeräts durch Aussendung eindeutiger, einer Beleuchtungseinrichtung zugeordneter
30 Identifikationsdaten mittels lichtbasierter Kommunikation durch die Beleuchtungseinrichtung, und Bestimmen von Ortskoordinaten des mobilen Endgeräts in Abhängigkeit von den über eine optische Erfassungseinheit des mobilen Endgeräts erfassten Identifikationsdaten bezüglich der
35 Beleuchtungseinrichtung auf der Basis von gespeicherten, mit einer jeweiligen Einbauposition der zumindest einen Beleuchtungseinrichtung korrelierten Ortskoordinaten der Beleuchtungseinrichtung.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass beispielsweise verschiedene drahtlose, funkbasierte Systeme wie WLAN oder Bluetooth zur Positionsbestimmung in Gebäuden und damit für eine Indoor-Navigation verwendet werden können. Hierbei ist zum einen die Position des Senders (WLAN Access Point WAC oder iBeacon) bekannt, und anhand der Signalfeldstärke des empfangenen Signals (received signal strength RSSI) lässt sich der Abstand zwischen Sender und mobilem Empfänger abschätzen. Für eine eindeutige Positionsbestimmung werden mindestens drei verschiedene Sendequellen benötigt (Trilateration). Um das System weiter zu verbessern, wird eine einmalige Referenzmessung einer Umgebung durchgeführt. Es wird ein sogenannter „Fingerprint“ erstellt, das heißt es werden verschiedene Signalquellen in der Umgebung erfasst und deren Signal-Feldstärke ermittelt. Hierdurch ergibt sich eine Karte, die diese verschiedenen Signal-Feldlinien aus unterschiedlichen Quellen ortsgenau widerspiegelt.

Anhand einer solchen Signal-Referenz-Karte können nun schneller ohne aufwendige Trilaterationsberechnungen Ortskoordinaten abgeleitet werden, um eine Positionsbestimmung des Empfängers, beispielsweise in Form eines mobilen Endgeräts (Smartphone) zu ermöglichen. Gleichzeitig erhöht sich die Abbildungsgenauigkeit, je mehr unterschiedliche statische Signalquellen mit einbezogen werden. Für eine qualitativ hochwertige Erfassung der Umgebung in einer derartigen Fingerprint-Karte ist es unverzichtbar, ein genaues Ortsbestimmungssystem bei der Messung zu verwenden, um die gemessenen Signale und Informationen möglichst genau einem Ort zuordnen zu können. Die Erfinder haben erkannt, dass mittels lichtbasierter Kommunikation eine sehr genaue Positionsreferenz bereitstellbar ist. Mittels einer optischen Erfassungseinheit, beispielsweise einer Kamera, des mobilen Endgeräts kann somit sehr genau ermittelt werden, wo sich das

mobile Endgerät befindet. Auf diese Weise kann eine hochgenaue Ortsreferenz zur Verfügung gestellt werden.

Die lichtbasierte Kommunikation kann jedoch nicht als
5 jederzeit verfügbar vorausgesetzt werden. Wenn die Beleuchtungseinrichtung ausgeschaltet ist, kann beispielsweise keine lichtbasierte Kommunikation zur Verfügung gestellt werden. Überdies ist die Positionsbestimmung mittels lichtbasierter Kommunikation auf
10 einen Sichtkontakt des mobilen Endgeräts mit der Beleuchtungseinrichtung angewiesen. Überdies kann auch die Notwendigkeit bestehen, aus Stromspargründen oder aus Datenschutzgründen (data privacy) die optische Erfassungseinheit, insbesondere in Form einer Kamera,
15 abzuschalten. In einem solchen Fall kann daher lediglich auf die übrigen Signalquellen der Umgebung und die gespeicherte Fingerprint-Karte zur Ermittlung des jeweiligen Orts zurückgegriffen werden.

20 Der Erfindung liegt die weitere Erkenntnis zugrunde, dass sich die Signale der Signalquellen in der Umgebung über die Zeit verändern können, beispielsweise ihre Charakteristik über ihre Lebensdauer verändern, abgebaut oder neuinstalliert werden. Insbesondere kann auch über eine Umgestaltung der
25 räumlichen Gegebenheiten ein großer Einfluss auf die Signale gegeben sein. So verändern in einen Raum eingebrachte Gegenstände - insbesondere aus Metall - die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen.

30 Erfindungsgemäß wird das Verfahren daher weitergebildet durch Bereitstellen eines jeweiligen Sensorsignals durch zumindest einen Umgebungssignalsensor, Gewinnen von Umgebungsdaten aus dem jeweiligen Sensorsignal, und Speichern der Umgebungsdaten in Abhängigkeit von den Ortskoordinaten des mobilen
35 Endgeräts, wodurch bereits vorhandene Umgebungsdaten aktualisiert werden. Unter bereits vorhandenen Umgebungsdaten sind hierbei solche Speicherdaten zu verstehen, welche mit den Ortskoordinaten korreliert sind, und zumindest für einen

zurückliegenden Zeitraum gültige Umgebungsdaten bildeten. Keinesfalls handelt es sich hierbei um Daten, die lediglich aufgrund einer Vorbelegung und/oder Initialisierung einer entsprechenden Speichereinrichtung mit Grundeinstellungen
5 beispielsweise in Form von vorgebbaren Bitmustern (00_{hex}/FF_{hex}) oder basierend auf Zufallswerten vorhanden sind.

Gemäß der Erfindung stellt die Erstellung einer Fingerprint-Karte somit keinen einmaligen Vorgang dar, sondern ist ein
10 kontinuierlicher Vorgang, das heißt die Datenbasis wird stetig mit den aktuellsten Informationen aus der Umgebung eines bekannten Ortes aktualisiert. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass bei jedem Bestimmen von Ortskoordinaten des mobilen Endgeräts mittels lichtbasierter Kommunikation
15 jeweils neu gewonnene Umgebungsdaten gespeichert und damit die vorhandenen Umgebungsdaten aktualisiert werden. Durch die Verwendung der lichtbasierten Kommunikation zur Positionsbestimmung bereits bei der Vermessung und Erstellung einer Fingerprint-Karte wird ein kostengünstiges und
20 hinreichend genaues System zur Verfügung gestellt, welches eine Ortsinformation bis auf kleiner 10 Zentimeter in allen drei Raumrichtungen zur Verfügung stellt. Bevorzugt ist das jeweilige Sensorsignal eindeutig identifizierbar, beispielsweise über eine mit dem Sensorsignal übertragene
25 Kennung oder durch ein charakteristisches Frequenzspektrum.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung umfasst das Verfahren in einem weiteren Schritt ohne Verfügbarkeit von den über die optische Erfassungseinheit erfassbaren Identifikationsdaten
30 Bestimmen der Ortskoordinaten des mobilen Endgeräts in Abhängigkeit von den über den zumindest einen Umgebungssignalsensor gewonnenen Umgebungsdaten. Somit ist nach einer zumindest einmaligen Ausführung einer Bestimmung von Ortskoordinaten des mobilen Endgeräts mittels
35 lichtbasierte Kommunikation und dem Abspeichern der gewonnenen Umgebungsdaten in Abhängigkeit von diesen Ortskoordinaten auch bei einer abgeschalteten optischen Erfassungseinheit und/oder abgeschalteten

Beleuchtungseinrichtung und/oder fehlendem Sichtkontakt zu der Beleuchtungseinrichtung eine Positionsermittlung möglich.

Für den Fall, dass die Ortskoordinaten, welche dem momentanen
5 Aufenthaltsort des mobilen Endgeräts entsprechen, im Zusammenhang mit den zugehörigen Umgebungsdaten noch nicht gespeichert wurden, mit anderen Worten keine genaue Korrelation von Ortskoordinaten mit den gewonnenen Umgebungsdaten besteht, kann vorgesehen sein, dass zu den
10 aktuell gewonnenen Umgebungsdaten am besten entsprechende gespeicherte Umgebungsdaten mittels eines vorgebbaren Kriteriums, beispielsweise mittels der Methode der kleinsten Quadrate, ermittelt werden. Die Ortskoordinaten, welche zu den auf diese Weise ermittelten Umgebungsdaten gehören,
15 können dann auf dem mobilen Endgerät angezeigt werden, wobei vorgesehen sein kann, dass zusätzlich ein Hinweis auf die Abweichung von der tatsächlichen Position, insbesondere ein Hinweis auf das abgeschätzte Ausmaß der Abweichung, angezeigt wird. Durch die wiederholte Aktualisierung der
20 gespeicherten Umgebungsdaten ergibt sich somit im Laufe der Zeit eine zunehmend detailreichere Abbildung der Signalcharakteristik der Umgebung. Überdies kann vorgesehen sein, dass die gespeicherten Umgebungsdaten, welche zu einer bestimmten Signalquelle korrelierte Werte aufweisen,
25 koordiniert angepasst werden, wenn eine Änderung der Signalquelle, beispielsweise ein Absinken der Signalfeldstärke, detektiert wird. Auf diese Weise können auf der Basis von einem oder - für eine höhere Zuverlässigkeit - mehreren ausgeführten Vorgängen des Bestimmens von
30 Ortskoordinaten in Abhängigkeit der lichtbasierten Kommunikation und dem Speichern der zugehörigen Umgebungsdaten auch solche Umgebungsdaten in dem Speicher aktualisiert werden, an deren zugeordneten Ortskoordinaten nicht unmittelbar eine Aktualisierungsmessung vorgenommen
35 wurde.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform umfasst das Verfahren Erfassen eines periodisch veränderlichen

physikalischen Umgebungsparameters zur Bereitstellung des Sensorsignals, wobei die Umgebungsdaten Werte betreffend zumindest eine Frequenz und/oder eine Amplitude des Sensorsignals enthalten. Hierbei kann es sich um elektrische und/oder magnetische Felder, Änderungen in der Lichtintensität oder Schall handeln. Neben statischen Signalen können somit auch Wechselsignale als eindeutige Informationen mit einbezogen werden. Bei Wechselsignalen schwankt das Signal um einen bestimmbaren Wert, den Mittelwert, mit einer bestimmbaren Amplitude und einer bestimmbaren Frequenz. Die Wechselsignale bilden spezielle Muster, die bei einer Positionsbestimmung helfen können. Diese Muster können auch nur temporär auftreten und in Wechselwirkung mit anderen Signalen aus der Umgebung treten beziehungsweise diese beeinflussen.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des Verfahrens kann vorgesehen sein, dass die Umgebungsdaten in Abhängigkeit von der jeweiligen Tageszeit gespeichert werden. Eine Aufzeichnung der Umgebungsinformation und die zugehörige Auswertung, das heißt das Gewinnen der Umgebungsdaten, kann somit auch tageszeitabhängige Schwankungen der Informationen beinhalten. Somit kann erfasst werden, welche Signalquelle an welchem Ort und zu welcher Zeit und gegebenenfalls mit welcher Signalintensität aktiv ist. Je mehr Messungen über einen Tag verteilt durchgeführt werden, umso besser ist das Resultat in der daraus erzeugten Fingerprint-Karte. Umgekehrt kann unter Berücksichtigung der Tageszeit bei der Erstellung der Fingerprint-Karte diese Abhängigkeit minimiert werden. Damit wird in vorteilhafter Weise die Fingerprint-Karte als Funktion der Tageszeit erstellt. Dadurch können in vorteilhafter Weise Signalquellen bei der Erstellung der Fingerprint-Karte berücksichtigt werden, deren Betriebsverhalten an einen vorbestimmten Tagesrhythmus gekoppelt ist.

Alternativ oder zusätzlich zur Speicherung der Umgebungsdaten in Abhängigkeit von der Tageszeit kann vorgesehen sein, dass

die Umgebungsdaten in Abhängigkeit von einem bestimmten Umgebungsereignis gespeichert werden. Hier kann beispielsweise durch eine Auswertung des zumindest einen Umgebungsensors erkannt werden, wenn eine U-Bahn in
5 eine Haltestelle einfährt, und eine entsprechende Fingerprint-Karte verwendet werden. Alternativ kann die Gültigkeit eines Sensorsignals ausgeblendet werden, beispielsweise wenn sich infolge eines einfahrenden Zugs in einem Bahnhof für die Dauer der Einfahrt das erfasste
10 Sensorsignal so stark verändert, dass hier keine verlässliche Aussage getroffen werden kann. In diesem Fall kann ein Hinweis auf dem mobilen Endgerät vorgesehen sein, dass zur Zeit nur ein Signal basierend auf der störunempfindlichen lichtbasierten Kommunikation zur Verfügung steht - das
15 beispielsweise auf dem Empfang eines Funksignals basierte Sensorsignal wird ignoriert.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform umfasst das Verfahren die Schritte Prüfen der Umgebungsdaten auf das
20 Vorhandensein einer vorbekannten Umgebungsensorsignatur und Anzeigen einer der Umgebungsensorsignatur zugeordneten Einrichtung für einen Benutzer des mobilen Endgeräts. Bei der Auswertung von Umgebungsinformationen kann eine Mustererkennung ausgeführt werden. Über die Änderung der
25 Signalinformationen können auch umgekehrt Ableitungen über die Umgebung selbst getroffen werden. Sind beispielsweise viele Besucher oder Kunden an einem Ort, so verändern sich die Signalisierungsinformationen signifikant. Dabei sind nicht notwendigerweise weitere Signalquellen in dem
30 Empfangsbereich angebracht, sondern die zusätzlichen Objekte verändern die Fingerprint-Karte. Darauf basierend können die Umgebungsdaten aktualisiert werden, wenn sich eine Umgebung signifikant verändert hat. Hierbei kann eine neue Messung angestoßen werden, die alte Referenz ist bis auf Weiteres
35 nicht mehr gültig, es kann somit ein selbstlernendes Verfahren implementiert werden. Somit können Informationen generiert werden, wann sich wie viele oder wenige Personen an einem Ort aufgehalten haben, ob Maschinen oder elektrische

Geräte im Einsatz waren und sogar, um welche Art von Maschinen es sich handelt. So erzeugt ein Gabelstapler ein anderes Umgebungssignal als beispielsweise eine Kaffeemaschine. Sind diese Signal-Muster bekannt, so lassen sich Rückschlüsse auf die Umgebung ableiten und auch an andere Orte übertragen. So können in Abhängigkeit von der vorhandenen Infrastruktur ganz spezielle Muster auftreten, beispielsweise hat ein Kühlschrank eine signifikante Abstrahlcharakteristik. Wenn genau ein solches Muster erkannt wird, wird sich mit großer Wahrscheinlichkeit ein weiteres solches Gerät an der jeweiligen Stelle befinden. Somit kann ein entsprechendes Attribut in die Fingerprint-Karte eingetragen werden, mittels dem auf entsprechende Objekte rückgeschlossen werden kann. Dadurch kann einem Benutzer des mobilen Endgeräts beispielsweise ein Hinweis auf eine Kühlmöglichkeit angezeigt werden.

Wenn das mobile Endgerät über eine Datenverbindung mit einer Datenspeichereinheit, insbesondere einer zentralen Datenspeichereinheit in Form eines Servers in einem Netzwerk, welcher zur Verwaltung der Fingerprint-Karte eingerichtet ist, gekoppelt ist, können die Attribute zu den entsprechend detektierten Werten an die Datenspeichereinheit übermittelt werden. Auf diese Weise können die ermittelten Daten an weitere mobile Endgeräte beziehungsweise deren Benutzer bereitgestellt werden. Eine entsprechende Aktualisierung der Fingerprint-Karte in Abhängigkeit von einem Vorhandensein einer vorbekannten Umgebungssignalsignatur kann selbstverständlich auch autark auf einem mobilen Endgerät implementiert sein.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform weist das Verfahren die Schritte auf Vergleichen von Umgebungsdaten, insbesondere auf Funksignale beruhende Umgebungsdaten, mit einer vorgebbaren Referenz, und Ausgeben eines Warnsignals, wenn ein mit einer Intensität des den Umgebungsdaten zugrundeliegenden Sensorsignals korrelierter Wert einen vorgebbaren Referenzwert unterschreitet. Die automatisch

generierten Fingerprint-Karten können auch dazu verwendet werden, Defekte oder Ausfälle in der Umgebung zu detektieren und zurückzumelden. Die verwendeten Signalquellen dienen oftmals hauptsächlich der Mobilkommunikation von Daten und werden nur in zweiter Linie als Positions-Informationsquelle benutzt. Es gibt aber auch Signalquellen, die ausschließlich als Positionsinformationsquellen benutzt werden, sogenannte (Funk-)Baken (Beispiel iBeacons). Wird eine Sendequelle kontinuierlich schwächer, beispielsweise infolge entladener Batterie, oder fällt ganz aus, so kann diese Information zeitnah mit der genauen Ortsangabe an einen Wartungsdienst weiterübermittelt werden.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform umfasst das Verfahren Protokollieren von Resultaten des Bestimmens der Ortskoordinaten des mobilen Endgeräts für eine statistische Auswertung. Dadurch kann beispielsweise eine Abdeckung einer Mobilfunk-Infrastruktur ermittelt und für eine Qualitätsverbesserung genutzt werden. Bei der automatischen Erstellung der Fingerprint-Karten können zwei Informationen ausgewertet werden. Ersten wird die vorhandene Abdeckung existierender Signal-Informations-Quellen ermittelt. Zweitens wird die tatsächliche Ab- und Nachfrage von Positions-Informationen, mit welcher Genauigkeitsanforderung und mit welcher Häufigkeit protokolliert. Hierdurch kann eine optimale Bedarfsanpassung der vor Ort bereitgestellten Infrastruktur basierend auf den lokalen Abfragen erfolgen. Insbesondere kann hierbei vorgesehen sein, dass die Art der Abfrage, die Häufigkeit der Abfrage und die zugehörige Genauigkeitsanforderung protokolliert und ausgewertet werden.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform umfasst das Verfahren eindeutiges Identifizieren des mobilen Endgeräts, wobei das Speichern der Umgebungsdaten in Abhängigkeit von der Identität des mobilen Endgeräts erfolgt. Die Zuordnung der ermittelten Umgebungsdaten zu einer Identität des mobilen Endgeräts, mit welchem die

Umgebungsdaten ermittelt wurden, ist besonders vorteilhaft, wenn das mobile Endgerät in einer Datenverbindung mit einer zentralen Speichereinheit, beispielsweise einem Netzwerkserver, steht, auf welchen auch weitere mobile Endgeräte Zugriff haben. Dadurch können individuelle Empfangseigenschaften des jeweiligen mobilen Endgeräts berücksichtigt werden und/oder dass je nach Ausstattung des verwendeten Endgeräts kein entsprechender Umgebungssignalsensor für den jeweiligen Umgebungsparameter, beispielsweise ein Magnetfeldsensor, vorhanden ist. Somit wird das System selbständig durch die Nutzung stetig aktualisiert und verbessert. Auch neue Informationsquellen, für welche heute noch keine Nutzung vorgesehen ist, oder wofür noch keine Sensoren in dem mobilen Endgerät (Smartphone) vorhanden sind, können später mit einbezogen werden. Hierzu ist lediglich eine Software (App) auf dem mobilen Endgerät zu aktualisieren.

Weiterhin kann die Einbindung der Orientierung des mobilen Endgeräts bei der Aufzeichnung der Fingerprint-Karte vorgesehen sein, was eine weitere Verbesserung der Datenbasis darstellt. Diese kann bei dieser Methode auch automatisch mit eingebunden werden, was bei einer manuellen Erfassung mit einem sehr hohen zeitlichen Aufwand verbunden wäre. Dies betrifft insbesondere auch die Problematik der Körperabschirmung. Bluetooth und Zigbee arbeiten beispielsweise in einem Frequenzbereich, in dem Wasser eine starke Dämpfungswirkung aufweist; der eigene Körper der Person, welche das mobile Endgerät trägt, schirmt somit das Signal ab.

Die Erfindung geht weiterhin aus von einem System zur Analyse einer Umgebung eines mobilen Endgeräts, umfassend das mobile Endgerät und zumindest eine Beleuchtungseinrichtung, die ausgelegt ist, eindeutige, der Beleuchtungseinrichtung zugeordnete Identifikationsdaten mittels lichtbasierter Kommunikation auszusenden. Dabei ist das mobile Endgerät dazu ausgelegt, Ortskoordinaten des mobilen Endgeräts in

Abhängigkeit von den über eine optische Erfassungseinheit des mobilen Endgeräts erfassten Identifikationsdaten bezüglich der Beleuchtungseinrichtung auf der Basis von in einer Datenspeichereinheit gespeicherten, mit einer jeweiligen
5 Einbauposition der zumindest einen Beleuchtungseinrichtung korrelierten Ortskoordinaten der Beleuchtungseinrichtung zu bestimmen. Erfindungsgemäß wird das System dadurch weitergebildet, dass das mobile Endgerät zumindest einen Umgebungssignalsensor zur Bereitstellung eines jeweiligen
10 Sensorsignals umfasst, wobei das mobile Endgerät dazu ausgelegt ist, Umgebungsdaten aus dem jeweiligen Sensorsignal zu gewinnen, und wobei das System dazu ausgelegt ist, die Umgebungsdaten in Abhängigkeit von den Ortskoordinaten des mobilen Endgeräts zu speichern und dadurch bereits vorhandene
15 Umgebungsdaten zu aktualisieren.

Bevorzugt ist die Beleuchtungseinrichtung als LED-Leuchte ausgebildet, welche insbesondere ein LED-Leuchtmittel (LED-Modul) und ein elektronisches Betriebsgerät (Vorschaltgerät)
20 zum Betreiben des LED-Leuchtmittels umfasst. Das mobile Endgerät kann bevorzugt ein Smartphone, Tablet-PC, ein Laptop oder eine mobile kameraunterstützte Erfassungseinheit, insbesondere für den Einsatz bei mobilen Robotern, sein.

25 Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung umfasst das System eine zentrale Servereinheit, welche die Datenspeichereinheit umfasst und für eine bidirektionale Kommunikationsverbindung mit dem mobilen Endgerät ausgelegt ist. Dadurch können die gewonnenen Umgebungsdaten zentral gespeichert werden und
30 stehen auch für andere mobile Endgeräte zur Verfügung. Die zentrale Servereinheit ist nicht zwingend an eine physische Netzwerkkomponente gebunden, es kann sich selbstverständlich um eine virtuelle Maschine handeln, die beispielsweise in einer sogenannten Cloud implementiert ist.

35

Gemäß einer alternativen Ausführungsform des Systems kann vorgesehen sein, dass die Datenspeichereinheit als interne Speichereinheit auf dem mobilen Endgerät ausgebildet ist. In

diesem Fall können die gewonnenen Umgebungsdaten direkt auf dem mobilen Endgerät gespeichert werden. Zweckmäßigerweise werden in diesem Fall die Umgebungsdaten ebenfalls auf die Datenspeichereinheit, das heißt auf dem mobilen Endgerät, selbst gespeichert. Die Datenspeichereinheit auf dem mobilen Endgerät kann hierbei selbstverständlich aus unterschiedlichen physikalischen Speichereinheiten zusammengesetzt sein, beispielsweise aus einem internen Speicher des mobilen Endgeräts sowie aus einer Steckkarte, beispielsweise einer Micro-SD-Karte.

Ebenso kann vorgesehen sein, dass wahlweise je nach Verfügbarkeit eine Datenspeichereinheit auf einer Servereinheit und/oder eine interne/externe Datenspeichereinheit des mobilen Endgeräts verwendet werden. Besonders vorteilhaft kann eine lokale Speicherung auf dem mobilen Endgerät und eine serverbasierte Speicherung außerhalb des mobilen Endgeräts vorgesehen sein.

Die Bestimmung der Ortskoordinaten des mobilen Endgeräts kann in Abhängigkeit der konkreten Ausgestaltung der Datenspeichereinheit entweder als zentrale Datenspeichereinheit auf einer Servereinheit oder als dezentrale Speichereinheit auf dem jeweiligen mobilen Endgerät bereits auf der Servereinheit selbst oder auf dem mobilen Endgerät erfolgen. Denkbar ist hierbei auch eine Bereitstellung von Positionsbestimmungs-Rohdaten durch eine Servereinheit an das mobile Endgerät, wobei auf dem mobilen Endgerät entsprechende Berechnungen durchgeführt werden, die schließlich in der Bestimmung der Ortskoordinaten des mobilen Endgeräts resultieren.

Der Vorteil einer erfindungsgemäßen Lösung besteht darin, dass, auch wenn keine Sichtverbindung zu einem lichtbasierten Navigationssystem zur Verfügung steht, stets auf aktuellste Fingerprint-Karten zurückgegriffen werden kann und somit die bestmögliche nicht-lichtbasierte Positionsbestimmung ermöglicht wird. Insbesondere wird durch die Methode zur

kontinuierlichen Aufzeichnung von Signal- und Umgebungsinformationen für die Optimierung von Positionsbestimmungssystemen das System selbständig durch die Nutzung stetig aktualisiert und verbessert. Die beschriebene
5 Methode lässt sich auch auf andere Positionsbestimmungssysteme übertragen. Hierbei wird stets vom genauesten Ortungssystem ausgegangen, auf dessen Basis eine Referenzmessung erfolgt. Andere Systeme, welche dieses genaue Ortungssystem nicht benutzen, können somit auf die
10 erzeugten Referenz-Karten (Fingerprint-Karte) zurückgreifen.

Die für das erfindungsgemäße Verfahren beschriebenen Vorteile und bevorzugten Ausführungsformen gelten auch für das erfindungsgemäße System und umgekehrt. Folglich können für
15 Verfahrensmerkmale entsprechende Vorrichtungsmerkmale und umgekehrt vorgesehen sein.

Die vorstehend in der Beschreibung genannten Merkmale und Merkmalskombinationen sowie die nachstehend in der
20 Figurenbeschreibung genannten und/oder in den Figuren alleine gezeigten Merkmale und Merkmalskombinationen sind nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen. Es sind somit auch
25 Ausführungen als von der Erfindung offenbart anzusehen, die in den Figuren nicht explizit gezeigt oder erläutert sind, jedoch durch separierte Merkmalskombinationen aus den erläuterten Ausführungen hervorgehen und erzeugbar sind.

30 Weitere Vorteile und Merkmale ergeben sich anhand der folgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen unter Berücksichtigung der beigefügten Figuren. In den Figuren bezeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche Merkmale und Funktionen.

35

Es zeigen:

Fig. 1 in vereinfachter schematischer Darstellung eine erste Anordnung eines mobilen Endgeräts innerhalb des Einwirkungsbereichs mehrerer Signalquellen,

5 Fig. 2 in vereinfachter schematischer Darstellung eine zweite Anordnung in modifizierter Form,

Fig. 3 in vereinfachter schematischer Darstellung ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel eines
10 erfindungsgemäßen Systems, und

Fig. 4 in vereinfachter schematischer Darstellung ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verfahrens.

15

Die Erstellung einer sogenannten Fingerprint-Karte (Fingerprint Map) beruht darauf, dass verfügbare Signalquellen, welche eindeutig identifizierbar sind, hinsichtlich ihrer an einem jeweils bestimmten Ort
20 vorliegenden Empfangsparameter ausgewertet werden. Als besonders geeignet haben sich hierbei Funksender erwiesen, bei denen die Signalstärke des elektrischen beziehungsweise magnetischen Feldes reziprok mit dem Abstand zu der Signalquelle beziehungsweise deren Sendeantenne abnimmt.

25

Eine in der Fig. 1 dargestellte Anordnung umfasst ein mobiles Endgerät 15, sowie eine erste Signalquelle 11, eine zweite Signalquelle 12, eine dritte Signalquelle 13 sowie eine vierte Signalquelle 14. Die vier Signalquellen 11, 12, 13, 14
30 sind an den Ecken eines Rechtecks angeordnet, das mit einem rechtwinkligen Koordinatengitter überzogen ist. In waagrechter Richtung von links nach rechts sind X-Koordinaten mit den Werten X_1 , X_2 , X_3 , X_4 bis X_n eingetragen, in senkrechter Richtung von oben nach unten sind Y-Koordinaten mit Werten Y_1 , Y_2 , Y_3 , Y_4 , Y_5 bis Y_n eingetragen.
35

Für jede der vier Signalquellen 11, 12, 13, 14 sind jeweils Linien gleicher Signalstärke („Höhenlinien“) eingezeichnet,

die Nummerierung beginnt jeweils mit 1 bei der der jeweiligen Signalquelle nächstgelegenen Linie und stellt somit die höchste dargestellte Stufe der Signalstärke dar, welche durch die einzelnen Linien des gleichen Signalstärkeverlaufs
5 repräsentiert werden, mit zunehmender Entfernung von der jeweiligen Signalquelle und damit ansteigender Nummerierung nimmt die entsprechende Signalstärke entsprechend ab.

Somit ergibt sich ein erster Satz von Linien eines
10 abgestuften Signalstärkenverlaufs RSSI_11_1, RSSI_11_2, RSSI_11_3, RSSI_11_4, RSSI_11_5, welcher der ersten Signalquelle 11 zugeordnet ist. In gleicher Weise ergibt sich ein entsprechender Satz von zweiten Linien gleichen
15 Signalstärkeverlaufs, welcher mit der zweiten Signalquelle 12 korreliert ist, nämlich RSSI_12_1, RSSI_12_2, RSSI_12_3, RSSI_12_4, RSSI_12_5. Ebenso ergibt sich ein dritter Satz von Linien gleichen Signalstärkeverlaufs, welche der dritten
20 Signalquelle 13 zugeordnet ist, welcher die Linien RSSI_13_1, RSSI_13_2, RSSI_13_3, RSSI_13_4 umfasst. Entsprechend gilt für einen vierten Satz von Linien gleicher Signalstärke
RSSI_14_1, RSSI_14_2, RSSI_14_3, RSSI_14_4 die Zuordnung zu der vierten Signalquelle 14.

In dem rechtwinkligen Raster ist ein mobiles Endgerät 15 bei
25 den Koordinaten X4/Y5 angeordnet. Die Linien gleicher Signalstärke sind dabei nur insoweit in der Fig. 1 eingezeichnet, wie diese zur Bestimmung des jeweiligen Werts für das mobile Endgerät 15 benötigt werden. Gemäß der dargestellten Anordnung ist somit am Ort des mobilen
30 Endgeräts 15 das Signal der ersten Signalquelle 11 mit einer Signalstärke empfangbar, welche im Bereich der Signalstärkelinie RSSI_11_5, im Bereich der Signalstärkelinie RSSI_12_5, im Bereich der Signalstärkelinie RSSI_13_4 sowie im Bereich der Signalstärkelinie RSSI_14_4 liegt.

35

Zweckmäßigerweise kennzeichnen die Linien gleicher Signalstärke unabhängig von der jeweiligen Signalquelle 11, 12, 13, 14 jeweils einen gleichen Bereich der zugehörigen

Signalfeldstärke, mit anderen Worten wird also beispielsweise die zweite Signalquelle 12 auf der zweiten Linie RSSI_12_2 genauso stark empfangen wie die vierte Signalquelle 14 auf der Linie RSSI_14_2.

5

Fig. 2 zeigt dieselbe Anordnung des mobilen Endgeräts 15 innerhalb der vier Signalquellen 11, 12, 13, 14, wobei im Unterschied zu der Darstellung in der Fig. 1 nunmehr ein erster Gegenstand 21 und ein zweiter Gegenstand 22 in den
10 Raum eingebracht sind mit entsprechenden Auswirkungen auf die Ausbreitung der von den jeweiligen Signalquellen 11, 12, 13, 14 abgestrahlten Signale.

Das von der ersten Signalquelle 11 abgestrahlte Signal wird
15 auf dem Weg zu dem mobilen Endgerät 15 weder durch den ersten Gegenstand 21 noch durch den zweiten Gegenstand 22 behindert, sodass hier weiterhin, wie bereits zuvor in der Darstellung der Fig. 1, gilt, dass die erste Signalquelle 11 mit einer Signalstärke im Bereich der Linie RSSI_11_5 empfangen wird.
20 Dasselbe gilt sinngemäß für die dritte Signalquelle 13, auch hier ist die direkte Sichtlinie zwischen dem mobilen Endgerät 15 und der dritten Signalquelle 13 nicht durch einen der beiden Gegenstände 21, 22 verstellt, sodass hier weiterhin eine ungestörte Signalausbreitung möglich ist. Demzufolge ist
25 der Empfang des von der dritten Signalquelle 13 abgestrahlten Signals an der Position X4/Y5 in dem Bereich der Linie RSSI_13_4 möglich.

Allerdings steht der erste Gegenstand 21 direkt zwischen der
30 zweiten Signalquelle 12 und dem mobilen Endgerät 15 und verhindert damit eine ungestörte Ausbreitung des von der zweiten Signalquelle 12 ausgestrahlten Signals. Vereinfachend sind daher lediglich drei Linien RSSI_12_1, RSSI_12_2, RSSI_12_3 dargestellt. Aufgrund der Größe des ersten
35 Gegenstands 21 wird hierbei das Signal 15 bei den Koordinaten X4/Y5 vollständig abgeschirmt (No_RSSI_12).

In vergleichbarer Weise steht der zweite Gegenstand 22 direkt zwischen der vierten Signalquelle 14 und dem mobilen Endgerät 15. Der zweite Gegenstand 22 ist zwar kleiner als der erste Gegenstand 21, steht dafür allerdings in einem wesentlich geringeren Abstand zu der vierten Signalquelle 14 als der erste Gegenstand 21 zu der zweiten Signalquelle 12, und verhindert damit noch ausgeprägter eine ungestörte Ausbreitung des von der vierten Signalquelle 14 ausgestrahlten Signals. Vereinfachend ist daher lediglich eine Linie RSSI_12_1 dargestellt. Somit ist auch das Signal der vierten Signalquelle 14 an den Koordinaten X4/Y5, an denen sich das mobile Endgerät 15 befindet, nicht mehr empfangbar (No_RSSI_14).

Unter der vereinfachenden Annahme, dass die Nummerierung der Signalfeldstärkelinien reziprok zu der jeweils empfangbaren Signalstärke ist, ergibt sich somit für einen Signalstärkevektor {RSSI_11/RSSI_12/RSSI_13/RSSI_14} jeweils an der Position (X4/Y5) in der ersten Anordnung: {0,2/0,2/0,25/0,25} beziehungsweise in der durch den ersten Gegenstand 1 und den zweiten Gegenstand 2 gestörten Umgebung gemäß der zweiten Anordnung: {0,2/0/0,25/0}.

Somit führen nachträgliche Veränderungen der Umgebung zu einer signifikanten Änderung der Verteilung der jeweiligen Signalstärken, sodass entweder völlig falsche Werte für die X-Koordinaten beziehungsweise Y-Koordinaten ermittelt werden, oder gar keine Koordinaten mehr gefunden werden können, welche mit einer derartigen Wertekombination in Einklang zu bringen sind.

Somit werden zweckmäßigerweise bei jeder sich bietenden Gelegenheit die jeweiligen Umgebungsdaten ermittelt, also in dem vorliegenden Beispiel Wertepaare der jeweiligen Signalstärken RSSI_11, RSSI_12, RSSI_13, RSSI_14 abgeglichen.

Fig. 3 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Systems. Das System 30 umfasst eine Leuchte

31, ein Smartphone 32 sowie eine zentrale Servereinheit 34.
Die Leuchte 31 sendet eine Licht-ID LID aus, welche von einer
Kamera 35 des Smartphones 32 empfangen werden kann. Zwischen
dem Smartphone 32 und der zentralen Servereinheit 34 besteht
5 eine Datenverbindung 33. Weiterhin umfasst das Smartphone 32
ein Funkempfangsmodul 36, welches dazu ausgebildet ist,
Funksignale der ersten Signalquelle 11, der zweiten
Signalquelle 12, der dritten Signalquelle 13 sowie der
vierten Signalquelle 14 zu empfangen, in deren
10 Einwirkungsbereich sich das Smartphone 32 befindet.

Das Smartphone 32 gemäß der Darstellung in der Fig. 3
entspricht somit dem Empfänger 15 der Darstellungen in den
Fig. 1 und 2. Das Funkempfangsmodul 36 ist dazu ausgebildet,
15 zu jedem der empfangenen Funksignale jeweils eine
Signalstärke zu bestimmen, im Einzelnen eine erste
Signalstärke RSSI_11 der ersten Signalquelle 11, eine zweite
Signalstärke RSSI_12 der zweiten Signalquelle 12, eine dritte
Signalstärke RSSI_13 der dritten Signalquelle 13 sowie eine
20 vierte Signalstärke RSSI_14 der vierten Signalquelle 14.

Über die Datenverbindung 33 kann die Licht-ID LID an die
zentrale Servereinheit 34 übertragen werden, ebenso können
die jeweiligen Signalstärken RSSI_11, RSSI_12, RSSI_13,
25 RSSI_14 an die zentrale Servereinheit 34 übertragen werden.
Im Gegenzug kann eine daraus jeweils ermittelte
Positionsangabe, beispielsweise in Form von X-Koordinaten und
Y-Koordinaten, an das Smartphone 32 zurückübertragen werden.

30 Optional kann das Smartphone 32 eine dezentrale
Speichereinheit 32s in Form eines internen, fest eingebauten
Speicherbausteins oder eines externen, steckbaren
Speicherbausteins, beispielsweise in Form einer SD-Karte,
insbesondere in Form einer Micro-SD-Karte, ausgestattet sein,
35 welche anstelle der zentralen Servereinheit 34 die für die
Positionsbestimmung benötigten Daten bereitstellt. Dies kann
beispielsweise dadurch realisiert sein, dass die benötigten
Daten vorab von der zentralen Servereinheit 34

heruntergeladen wurden und nunmehr offline zur Verfügung stehen, auch ohne eine bestehende Datenverbindung 33. Selbstverständlich können die zwischenzeitlich in der dezentralen Speichereinheit 32s aktualisierten Umgebungsdaten bei einer später wieder hergestellten Datenverbindung 33 zu der zentralen Servereinheit 34 mit dieser wieder synchronisiert werden.

Fig. 4 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verfahrens. Die Ausführung der einzelnen Verfahrensschritte ist hierbei aufgeteilt auf eine Software SW32, welche auf dem Smartphone 32 abläuft, sowie auf eine Software SW34, welche auf der zentralen Servereinheit 34 ausgeführt wird. Die Ausführung beginnt jeweils bei einem Start S0. In einem ersten Schritt S1 erfolgt von dem Smartphone 32 eine Positionsbestimmungsanfrage auf der Basis von lichtbasierter Kommunikation, wobei die Licht-ID LID an die zentrale Servereinheit 34 übermittelt wird. In einem zweiten Schritt S2 ermittelt die zentrale Servereinheit 34 daraus die Position des Smartphones 32, welches repräsentativ für jedes beliebige mobile Endgerät steht, und überträgt die zugehörigen X-Koordinate X und Y-Koordinate Y an das Smartphone 32, welches diese in einem dritten Schritt S3 empfängt und weiterverarbeitet.

Im weiteren Verlauf führt das Smartphone 32 einen vierten Schritt S4 aus, bei welchem eine Messung zur Ermittlung von Umgebungsdaten angestoßen wird. In einem fünften Schritt S5 werden die ermittelten Umgebungsdaten in Form der Signalstärken RSSI_11, RSSI_12, RSSI_13, RSSI_14 (erste Signalstärke, zweite Signalstärke, dritte Signalstärke, vierte Signalstärke) an die zentrale Servereinheit 34 übertragen, wo in einem sechsten Schritt S6 die sogenannte Fingerprint-Karte aktualisiert wird (update). Dabei werden sowohl die ermittelten Umgebungsdaten als auch die zugehörigen Positionsdaten, beispielsweise in Form der X-Koordinate X und der Y-Koordinate Y hinterlegt.

In einer ersten Ausführungsstufe (erster Schritt S1, zweiter Schritt S2, dritter Schritt S3) wird das lichtbasierte Navigationssystem verwendet, um die Position - wie eingangs beschrieben - zu bestimmen. In einer zweiten Stufe (vierter Schritt S4, fünfter Schritt S5, sechster Schritt S6) werden
5 alle verfügbaren Informationen aus der Umgebung erfasst (wie beispielsweise die Signalfeldstärke anwesender Sender in der Umgebung wie zum Beispiel Mobilfunknetze, WiFi, Bluetooth, Ultra-Wide-Band, Magnetfeld, Erdmagnetfeld oder
10 elektromagnetische Felder durch stromführende Leiter oder Maschinen, Lichtintensität beispielsweise durch Fenster, akustische Signale) und zu einer Datenbank in Form der zentralen Servereinheit 34 übertragen. Dieser Vorgang wird beispielsweise im Hintergrund ausgelöst, wenn ein Nutzer über
15 sein Smartphone 32 eine genaue (lichtbasierte) Positionsbestimmung ausführt.

Durch die stetige Aufzeichnung der Umgebungssignale entsteht eine stets aktuelle Fingerprint-Karte mit aktuellen Zeit-,
20 Orts- und Signalinformationen. Dadurch wird zum Beispiel auch der oben genannte Nachteil einer lediglich einmaligen Messung zur Erstellung der Fingerprint-Karte ausgeglichen, dass Veränderungen in der Umgebung die Signale verändern. Somit verbessern sich die Genauigkeit und die Zuverlässigkeit bei
25 der Ortsauflösung für Geräte, die keine lichtbasierte Ortung verwenden, erheblich.

Die Ausführungsbeispiele dienen lediglich der Erläuterung der Erfindung und sind für diese nicht beschränkend. So kann
30 insbesondere der Ort der Ausführung von Verfahrensschritten von dem Smartphone 32 auf die zentrale Servereinheit 34 verlagert werden und/oder von der zentralen Servereinheit 34 auf das Smartphone 32 verlagert werden, ohne den Gedanken der Erfindung zu verlassen.

35

Somit wurde voranstehend gezeigt, wie eine Referenzinformationsquelle für hochgenaue Ortung in Gebäuden erzeugt werden kann.

Bezugszeichenliste

	erste Signalquelle	11
	zweite Signalquelle	12
5	dritte Signalquelle	13
	vierte Signalquelle	14
	Empfänger	15
	System	30
	Leuchte	31
10	Smartphone	32
	dezentrale Speichereinheit	32s
	Datenverbindung	33
	zentrale Servereinheit	34
	Kamera	35
15	Funkempfangsmodul	36
	Licht-ID	LID
	erste Signalstärke	RSSI_11
	zweite Signalstärke	RSSI_12
	dritte Signalstärke	RSSI_13
20	vierte Signalstärke	RSSI_14
	erster Satz von Signalstärkelinien	RSSI_11_1, RSSI_11_2, RSSI_11_3, RSSI_11_4, RSSI_11_5
25	zweiter Satz von Signalstärkelinien	RSSI_12_1, RSSI_12_2, RSSI_12_3, RSSI_12_4, RSSI_12_5
30	dritter Satz von Signalstärkelinien	RSSI_13_1, RSSI_13_2, RSSI_13_3, RSSI_13_4
	vierter Satz von Signalstärkelinien	RSSI_14_1, RSSI_14_2, RSSI_14_3, RSSI_14_4

	Start	S0
	erster Schritt	S1
	zweiter Schritt	S2
	dritter Schritt	S3
5	vierter Schritt	S4
	fünfter Schritt	S5
	sechster Schritt	S6

Patentansprüche

1. Verfahren zur Analyse einer Umgebung eines mobilen Endgeräts (15, 32) durch

- 5 - Aussendung eindeutiger, einer Beleuchtungseinrichtung zugeordneter Identifikationsdaten (LID) mittels lichtbasierter Kommunikation durch die Beleuchtungseinrichtung, und
- Bestimmen von Ortskoordinaten (X, Y) des mobilen Endgeräts
10 in Abhängigkeit von den über eine optische Erfassungseinheit (35) des mobilen Endgeräts erfassten Identifikationsdaten bezüglich der Beleuchtungseinrichtung auf der Basis von gespeicherten, mit einer jeweiligen Einbauposition der zumindest einen Beleuchtungseinrichtung korrelierten
15 Ortskoordinaten der Beleuchtungseinrichtung, gekennzeichnet durch:
- Bereitstellen eines jeweiligen Sensorsignals durch zumindest einen Umgebungssignalsensor (36),
- Gewinnen von Umgebungsdaten (RSSI_11, RSSI_12, RSSI_13,
20 RSSI_14) aus dem jeweiligen Sensorsignal, und
- Speichern der Umgebungsdaten in Abhängigkeit von den Ortskoordinaten des mobilen Endgeräts, wodurch bereits vorhandene Umgebungsdaten aktualisiert werden.

25 2. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch

- in einem weiteren Schritt ohne Verfügbarkeit von den über die optische Erfassungseinheit erfassbaren Identifikationsdaten (LID) Bestimmen der Ortskoordinaten (X4,
30 Y5) des mobilen Endgeräts in Abhängigkeit von den über den zumindest einen Umgebungssignalsensor gewonnenen Umgebungsdaten (RSSI_11, RSSI_12, RSSI_13, RSSI_14).

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
35 gekennzeichnet durch

- Erfassen eines periodisch veränderlichen physikalischen Umgebungsparameters zur Bereitstellung des Sensorsignals,

wobei die Umgebungsdaten Werte betreffend zumindest eine Frequenz und/oder eine Amplitude des Sensorsignals enthalten.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
5 dadurch gekennzeichnet, dass
die Umgebungsdaten in Abhängigkeit von der jeweiligen
Tageszeit gespeichert werden.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
10 gekennzeichnet durch
- Prüfen der Umgebungsdaten auf das Vorhandensein einer
vorbekanntem Umgebungssignalsignatur, und
- Anzeigen einer der Umgebungssignalsignatur zugeordneten
Einrichtung für einen Benutzer des mobilen Endgeräts.
15
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
gekennzeichnet durch
- Vergleichen von Umgebungsdaten, insbesondere auf
Funksignalen beruhende Umgebungsdaten, mit einer vorgebbaren
20 Referenz, und
- Ausgeben eines Warnsignals, wenn ein mit einer Intensität
des den Umgebungsdaten zugrunde liegenden Sensorsignals
korrelierter Wert einen vorgebbaren Referenzwert
unterschreitet.
25
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
gekennzeichnet durch
- Protokollieren von Resultaten des Bestimmens der
Ortskoordinaten des mobilen Endgeräts für eine statistische
30 Auswertung.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
gekennzeichnet durch
- eindeutiges Identifizieren des mobilen Endgeräts (15, 32),
35 wobei das Speichern der Umgebungsdaten in Abhängigkeit von
der Identität des mobilen Endgeräts erfolgt.

9. System (30) zur Analyse einer Umgebung eines mobilen Endgeräts, umfassend:

- das mobile Endgerät (15, 32), und

- zumindest eine Beleuchtungseinrichtung (31), die ausgelegt ist, eindeutige, der Beleuchtungseinrichtung zugeordnete Identifikationsdaten (LID) mittels lichtbasierter Kommunikation auszusenden, wobei

- das mobile Endgerät dazu ausgelegt ist, Ortskoordinaten des mobilen Endgeräts in Abhängigkeit von den über eine optische

Erfassungseinheit (35) des mobilen Endgeräts erfassten Identifikationsdaten bezüglich der Beleuchtungseinrichtung auf der Basis von in einer Datenspeichereinheit (32s, 34) gespeicherten, mit einer jeweiligen Einbauposition der

zumindest einen Beleuchtungseinrichtung korrelierten

Ortskoordinaten der Beleuchtungseinrichtung zu bestimmen, dadurch gekennzeichnet, dass

- das mobile Endgerät zumindest einen Umgebungssignalsensor (36) zur Bereitstellung eines jeweiligen Sensorsignals umfasst, wobei das mobile Endgerät dazu ausgelegt ist,

- Umgebungsdaten aus dem jeweiligen Sensorsignal zu gewinnen, und wobei das System dazu ausgelegt ist,

- die Umgebungsdaten in Abhängigkeit von den Ortskoordinaten des mobilen Endgeräts zu speichern und dadurch bereits vorhandene Umgebungsdaten zu aktualisieren.

10. System (30) nach Anspruch 9, gekennzeichnet durch

- eine zentrale Servereinheit (34), welche die Datenspeichereinheit (32s, 34) umfasst und für eine

bidirektionale Kommunikationsverbindung mit dem mobilen Endgerät (15, 32) ausgelegt ist.

11. System (30) nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet,

dass die Datenspeichereinheit (32s, 34) als interne Speichereinheit (32s) auf dem mobilen Endgerät (15, 32) ausgebildet ist.

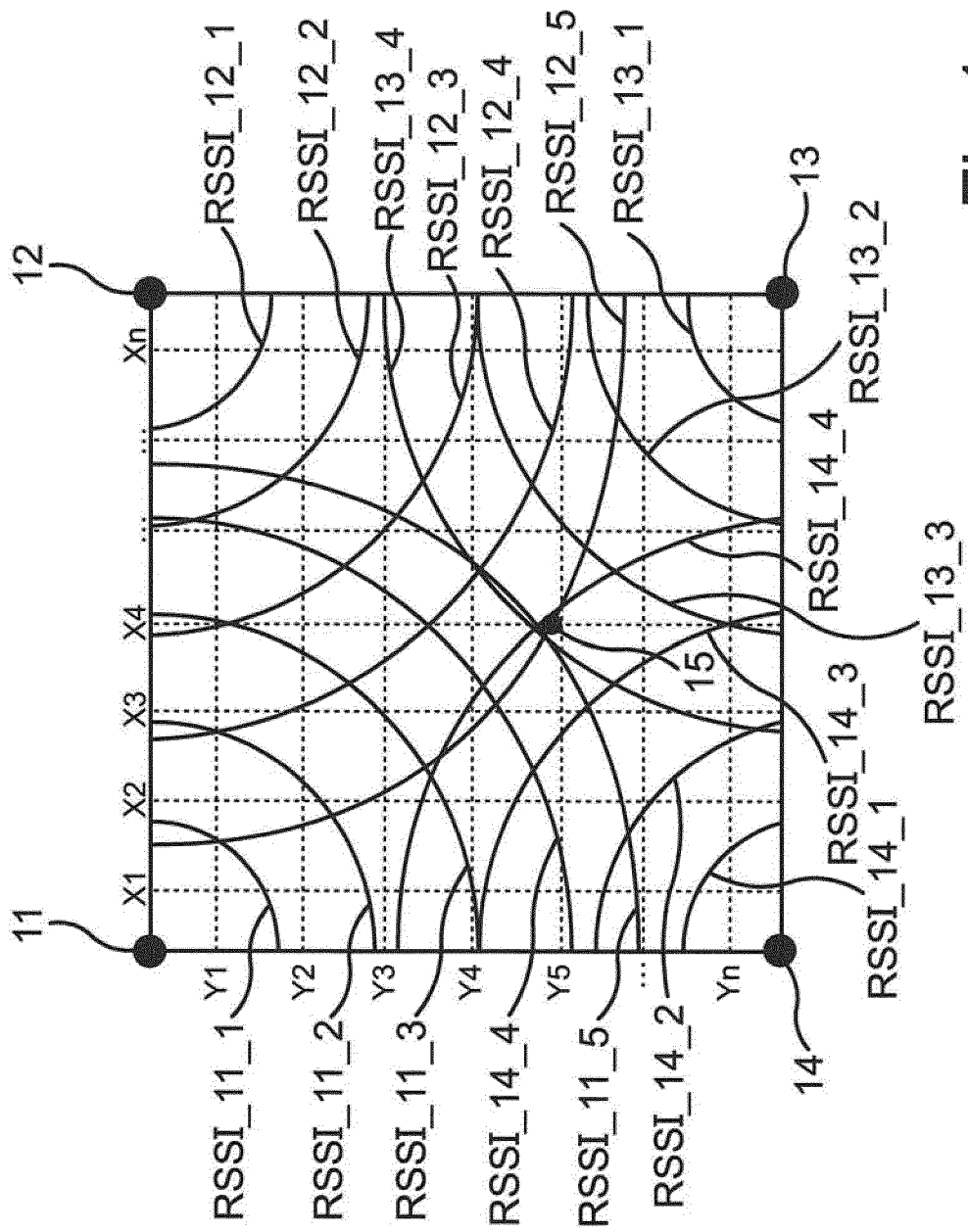


Fig.1

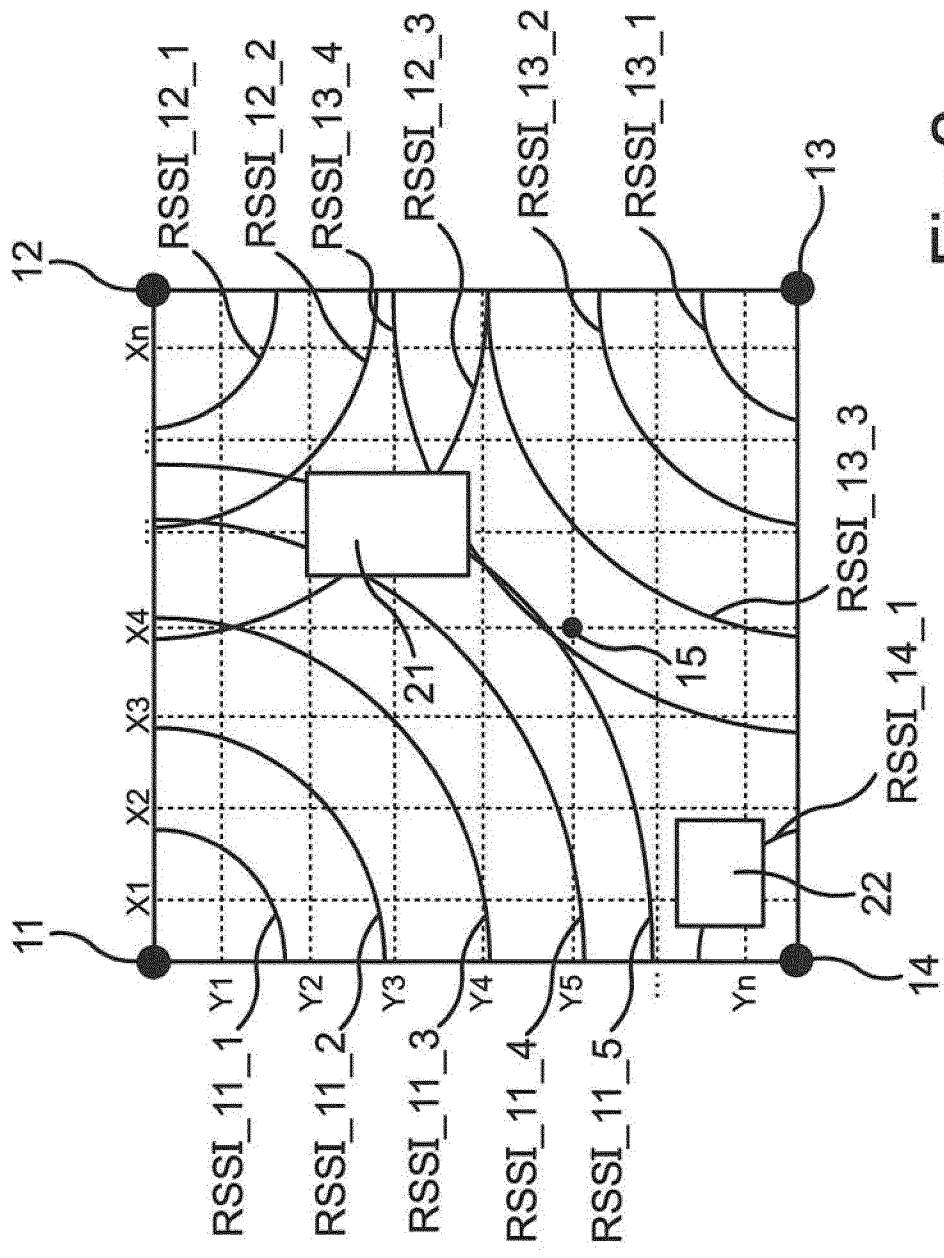


Fig.2

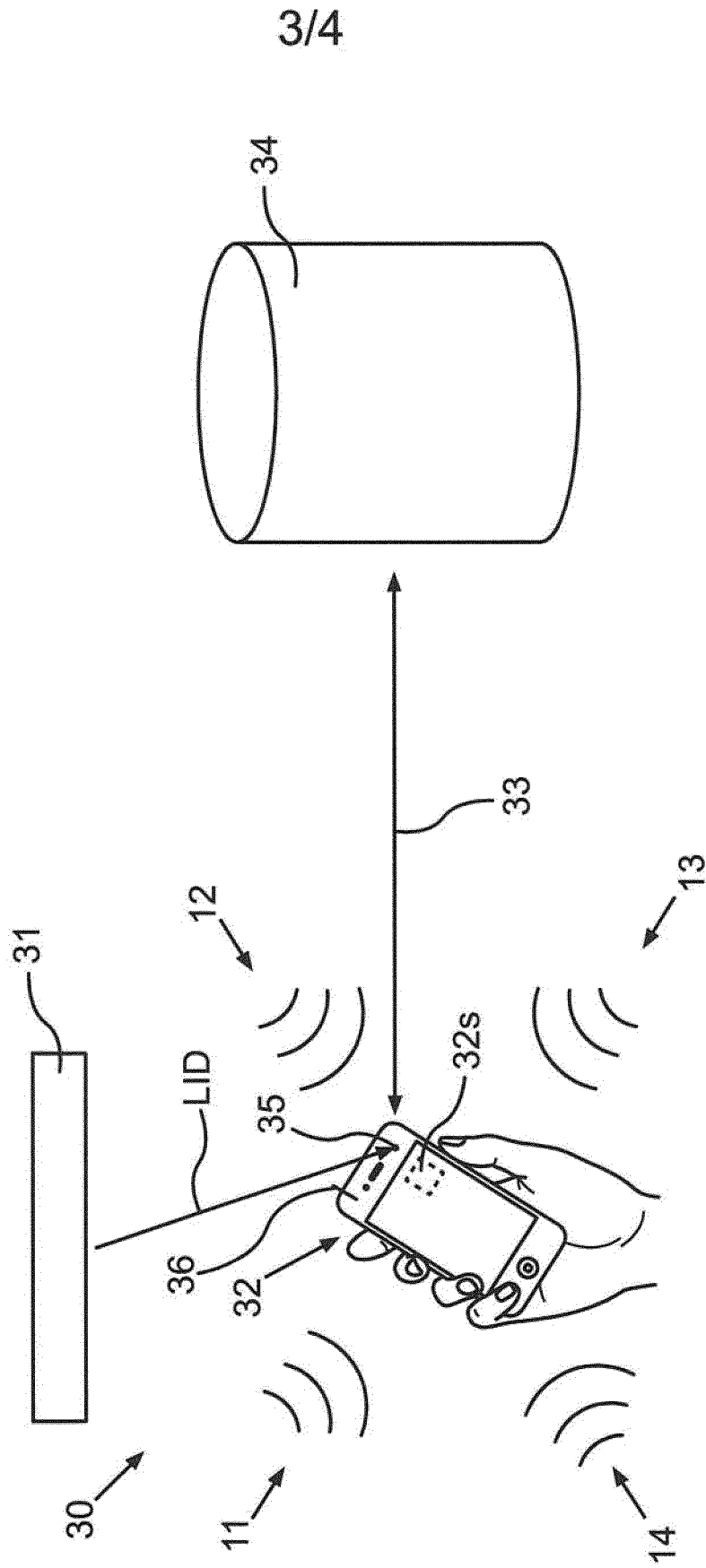


Fig.3

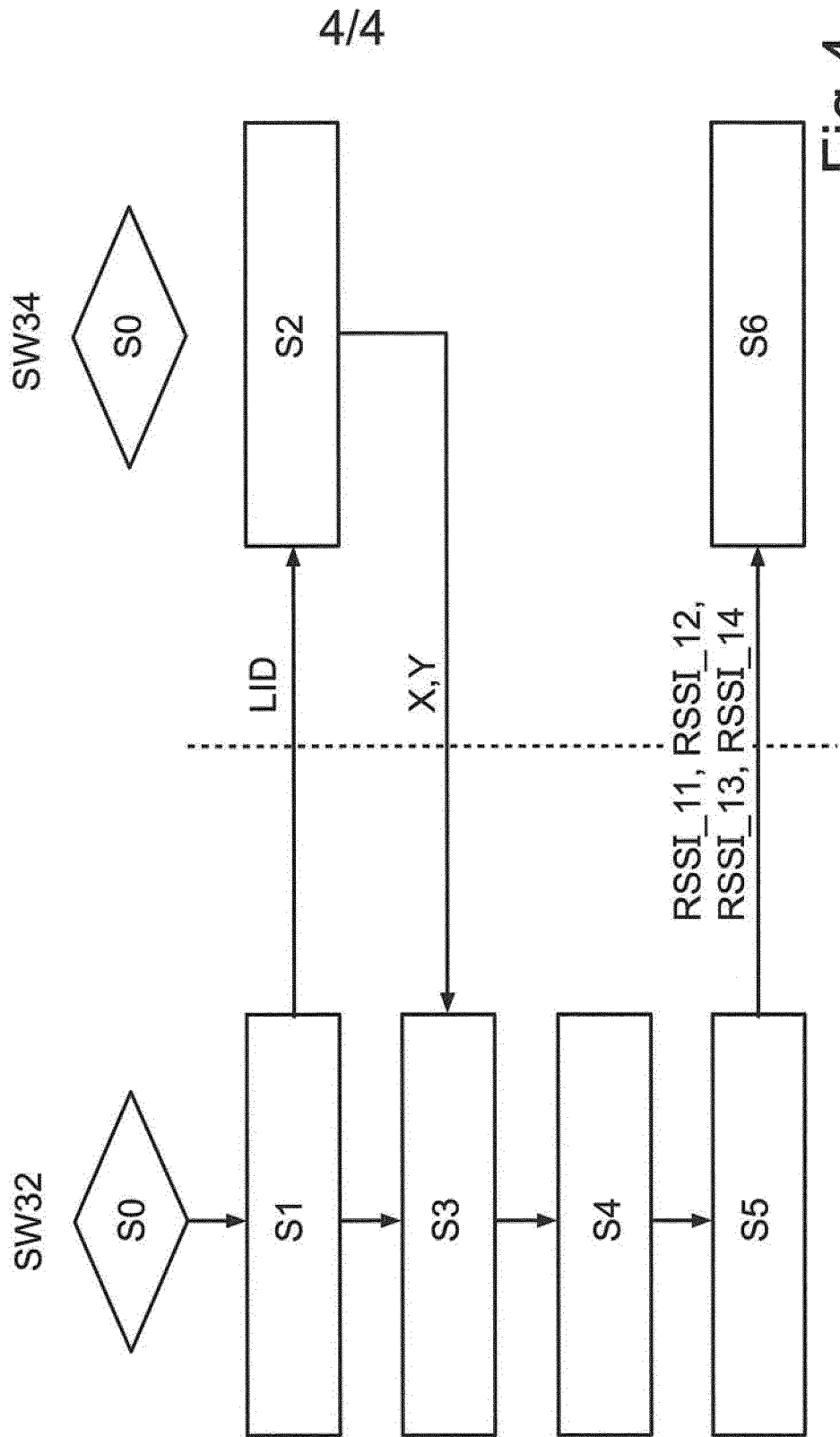


Fig.4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/076928

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01S5/02
ADD.
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G01S

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

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, INSPEC, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2013/141554 A1 (GANICK AARON [US] ET AL) 6 June 2013 (2013-06-06) page 2, paragraph 30 - page 10, paragraph 117 figures 1-17 abstract	1-11
X	JP 2010 197050 A (NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE; KEIO GIJUKU) 9 September 2010 (2010-09-09) page 7, paragraph 54 - page 9, paragraph 70 figures 5-7 abstract	1-11
	----- -/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search 24 January 2017	Date of mailing of the international search report 03/02/2017
--	--

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer von Walter, Sven-Uwe
--	--

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/076928

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2012/056785 A1 (JOVICIC ALEKSANDAR [US] ET AL) 8 March 2012 (2012-03-08) page 8, paragraph 74 - page 10, paragraph 90 figure 11 abstract	1-11
X,P	----- WO 2015/195373 A1 (QUALCOMM INC [US]) 23 December 2015 (2015-12-23) page 5, paragraph 22 - page 24, paragraph 87 figures 1-6 abstract -----	1-5,7-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/076928

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2013141554 A1	06-06-2013	US 8957951 B1	17-02-2015
		US 9054803 B1	09-06-2015
		US 9055200 B1	09-06-2015
		US 2013141554 A1	06-06-2013
		US 2013141555 A1	06-06-2013
		US 2016119590 A1	28-04-2016
		US 2016139232 A1	19-05-2016
		US 2016139233 A1	19-05-2016
		US 2016139234 A1	19-05-2016
		US 2016178724 A1	23-06-2016

JP 2010197050 A	09-09-2010	NONE	

US 2012056785 A1	08-03-2012	NONE	

WO 2015195373 A1	23-12-2015	US 2015373503 A1	24-12-2015
		WO 2015195373 A1	23-12-2015

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. G01S5/02 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) G01S		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, INSPEC, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2013/141554 A1 (GANICK AARON [US] ET AL) 6. Juni 2013 (2013-06-06) Seite 2, Absatz 30 - Seite 10, Absatz 117 Abbildungen 1-17 Zusammenfassung	1-11
X	JP 2010 197050 A (NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE; KEIO GIJUKU) 9. September 2010 (2010-09-09) Seite 7, Absatz 54 - Seite 9, Absatz 70 Abbildungen 5-7 Zusammenfassung	1-11
A	US 2012/056785 A1 (JOVICIC ALEKSANDAR [US] ET AL) 8. März 2012 (2012-03-08) Seite 8, Absatz 74 - Seite 10, Absatz 90 Abbildung 11 Zusammenfassung	1-11
	----- -/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
24. Januar 2017		03/02/2017
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter von Walter, Sven-Uwe

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X,P	WO 2015/195373 A1 (QUALCOMM INC [US]) 23. Dezember 2015 (2015-12-23) Seite 5, Absatz 22 - Seite 24, Absatz 87 Abbildungen 1-6 Zusammenfassung -----	1-5,7-11

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/076928

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2013141554 A1	06-06-2013	US 8957951 B1	17-02-2015
		US 9054803 B1	09-06-2015
		US 9055200 B1	09-06-2015
		US 2013141554 A1	06-06-2013
		US 2013141555 A1	06-06-2013
		US 2016119590 A1	28-04-2016
		US 2016139232 A1	19-05-2016
		US 2016139233 A1	19-05-2016
		US 2016139234 A1	19-05-2016
		US 2016178724 A1	23-06-2016

JP 2010197050 A	09-09-2010	KEINE	

US 2012056785 A1	08-03-2012	KEINE	

WO 2015195373 A1	23-12-2015	US 2015373503 A1	24-12-2015
		WO 2015195373 A1	23-12-2015
