



(10) **DE 10 2015 120 655 A1** 2017.06.01

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2015 120 655.2**

(22) Anmeldetag: **27.11.2015**

(43) Offenlegungstag: **01.06.2017**

(51) Int Cl.: **G01S 15/04 (2006.01)**

**G01S 7/527 (2006.01)**

**G01S 15/88 (2006.01)**

(71) Anmelder:  
**ICE Gateway GmbH, 12489 Berlin, DE**

(74) Vertreter:  
**COHAUSZ & FLORACK Patent- und  
Rechtsanwälte Partnerschaftsgesellschaft mbB,  
40211 Düsseldorf, DE**

(72) Erfinder:  
**Lücken, Volker Mathis, 52062 Aachen, DE; Voß,  
Nils, 52074 Aachen, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

**DE 10 2014 102 678 A1**  
**EP 0 473 835 A1**  
**JP 2007- 178 125 A**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

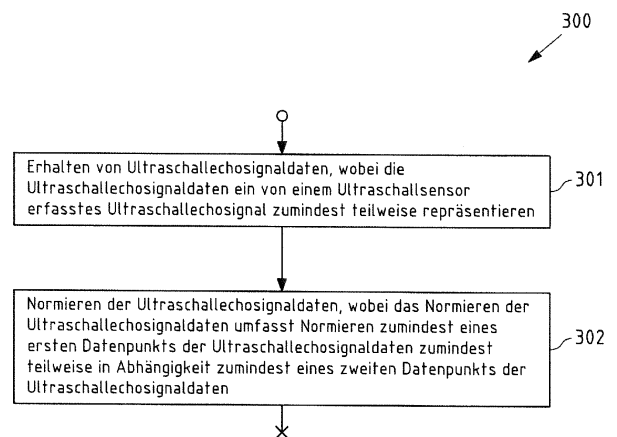
**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zum Normieren von Ultraschallechosignaldaten**

(57) Zusammenfassung: Es wird unter anderem offenbart ein Verfahren, das folgendes umfasst:

– Erhalten (301, 402) von Ultraschallechosignaldaten, wobei die Ultraschallechosignaldaten ein von einem Ultraschallsensor erfasstes Ultraschallechosignal (51, 61) zumindest teilweise repräsentieren,

– Normieren (302, 404) der Ultraschallechosignaldaten, wobei das Normieren der Ultraschallechosignaldaten umfasst Normieren zumindest eines ersten Datenpunkts (54) der Ultraschallechosignaldaten zumindest teilweise in Abhängigkeit zumindest eines zweiten Datenpunkts (55) der Ultraschallechosignaldaten, wobei der erste Datenpunkt (54) den Wert der Signalstärke ( $s(t_1)$ ) des erfassten Ultraschallechosignals zu einem ersten Erfassungszeitpunkt ( $t_1$ ) repräsentiert, wobei der zweite Datenpunkt (55) der Ultraschallechosignaldaten den Wert der Signalstärke ( $s(t_2)$ ) des erfassten Ultraschallechosignals zu einem früheren zweiten Erfassungszeitpunkt ( $t_2$ ) repräsentiert, wobei als Ergebnis des Normierens der Ultraschallechosignaldaten normierte Ultraschallechosignaldaten umfassend den normierten ersten Datenpunkt erhalten werden.



**Beschreibung**Zusammenfassung einiger beispielhafter  
Ausführungsformen der Erfindung

## Gebiet

**[0001]** Beispielhafte Ausführungsformen der Erfindung betreffen das Normieren von Ultraschallechosignaldaten, beispielsweise um auf Reflektionen an bewegten Objekten zurückgehende Effekte oder auf Reflektionen an unbewegten und/oder quasi-unbewegten Objekten zurückgehende Effekte zu reduzieren.

## Hintergrund

**[0002]** Es sind verschiedene Systeme zur Erkennung von bewegten und unbewegten Objekten, beispielsweise zur Verkehrsüberwachung, bekannt. Diese Systeme umfassen häufig ortsfeste bildgebende Sensoren, Infrarotsensoren und Radarsensoren, oder eine Kombination dieser Sensorarten. Die Verwendung von Radarsensoren ist aufgrund der Komplexität der Technologie teuer und aufwändig. Infrarotsensoren können durch Umgebungslicht und durch hohe Umgebungstemperaturen gestört werden, so dass gerade bei einer Anwendung im Außenbereich keine optimalen Ergebnisse erzielt werden können. Die Verwendung von bildgebenden Sensoren ist bei Systemen im Außenbereich aus datenschutzrechtlichen Gründen häufig problematisch und erfordert eine hohe Rechenleistung, um die Sensordaten auszuwerten. Gemeinsamer Vorteil aller bisher beschriebenen Verfahren ist, dass alle nicht-intrusiv sind, das bedeutet, dass die Sensoren nicht im Straßenbelag o. Ä. eingearbeitet werden müssen. Intrusive Sensoren, wie zum Beispiel Induktionsschleifen, haben gute Erkennungsraten. Die Installation ist jedoch mit einem hohen Aufwand und Eingriff in den Straßenverkehr verbunden.

**[0003]** Ultraschallsensoren, als weitere nicht-intrusive Sensoren, werden im Straßenverkehr bislang in erster Linie in Einparkhilfesystemen von Fahrzeugen zur Distanzmessung eingesetzt. Dabei wird lediglich ausgewertet, ob und in welcher Distanz ein ausgehendeter Ultraschallimpuls zuerst reflektiert wird. Solche Auswertungen der Erstreflektion reichen zur genauen Erkennung von bewegten und unbewegten Objekten jedoch nicht aus, falls auch andere Objekte im Reflektionsbereich liegen. Ultraschallsensoren sind besonders empfindlich gegenüber Störungen und Veränderungen in der von den Ultraschallsensoren erfassten Umgebung, wie beispielsweise Grundreflektionen der Umgebung, des Bodens und feststehender Objekte sowie einer Bewegung von Baumästen durch den Wind und ähnliches. Ultraschallsensoren wurden daher bislang nicht in Systemen zur Erkennung von bewegten und unbewegten Objekten in einer komplexen Umgebung eingesetzt.,

**[0004]** Die vorliegende Erfindung hat sich daher unter anderem die Aufgabe gestellt, diese Probleme zu überwinden.

**[0005]** Gemäß der Erfindung wird ein Verfahren offenbart, das Verfahren umfasst:

- Erhalten von Ultraschallechosignaldaten, wobei die Ultraschallechosignaldaten ein von einem Ultraschallsensor erfasstes Ultraschallechosignal zumindest teilweise repräsentieren,
- Normieren der Ultraschallechosignaldaten, wobei das Normieren der Ultraschallechosignaldaten umfasst Normieren zumindest eines ersten Datenpunkts der Ultraschallechosignaldaten zumindest teilweise in Abhängigkeit zumindest eines zweiten Datenpunkts der Ultraschallechosignaldaten, wobei der erste Datenpunkt den Wert der Signalstärke des erfassten Ultraschallechosignals zu einem ersten Erfassungszeitpunkt repräsentiert, wobei der zweite Datenpunkt der Ultraschallechosignaldaten den Wert der Signalstärke des erfassten Ultraschallechosignals zu einem früheren zweiten Erfassungszeitpunkt repräsentiert, wobei als Ergebnis des Normierens der Ultraschallechosignaldaten normierte Ultraschallechosignaldaten umfassend den normierten ersten Datenpunkt erhalten werden.

**[0006]** Das erfindungsgemäße Verfahren und/oder die Schritte des erfindungsgemäßen Verfahrens werden beispielsweise von einer Vorrichtung wie der unten beschriebenen erfindungsgemäßen Vorrichtung ausgeführt.

**[0007]** Gemäß der Erfindung wird ferner ein Computerprogramm offenbart, das Computerprogramm umfasst Programmanweisungen, die einen Prozessor zur Ausführung und/oder Steuerung des erfindungsgemäßen Verfahrens veranlassen, wenn das Computerprogramm auf dem Prozessor läuft.

**[0008]** Das erfindungsgemäße Computerprogramm kann beispielsweise über ein Netzwerk wie das Internet, smart city Infrastrukturen wie das von dem Unternehmen ICE Gateway GmbH vertriebene ICE Gateway, ein Telefon- oder Mobilfunknetz und/oder ein lokales Netzwerk verteilbar sein. Das erfindungsgemäße Computerprogramm kann zumindest teilweise Software, Firmware eines Prozessors, und/oder Software/Firmware eines embedded Systems sein. Es kann gleichermaßen zumindest teilweise als Hardware implementiert sein. Das erfindungsgemäße Computerprogramm kann beispielsweise auf einem computerlesbaren Speichermedium gespeichert sein, z. B. einem berührbaren, magnetischen, elektrischen, elektromagnetischen, optischen und/oder andersartigen Speichermedium. Das Speichermedium

kann beispielsweise Teil des Prozessors sein, beispielsweise ein (nicht-flüchtiger oder flüchtiger) Programmspeicher und/oder Hauptspeicher des Prozessors oder ein Teil davon.

**[0009]** Gemäß der Erfindung wird ferner eine Vorrichtung offenbart, die Vorrichtung umfasst:

- Mittel eingerichtet zur Ausführung und/oder Steuerung des erfindungsgemäßen Verfahrens oder jeweilige Mittel zur Ausführung und/oder Steuerung der Schritte des erfindungsgemäßen Verfahrens.

**[0010]** Zum Beispiel sind die Mittel der erfindungsgemäßen Vorrichtung eingerichtet, das erfindungsgemäße Verfahren oder dessen Schritte auszuführen und/oder zu steuern (z. B. abgesehen von den Schritten, die durch einen Benutzer ausgeführt werden). Ein oder mehrere der Schritte des erfindungsgemäßen Verfahrens können auch durch die gleichen Mittel ausgeführt und/oder gesteuert werden. Beispielsweise können ein oder mehrere der Mittel der Vorrichtung zumindest teilweise durch einen oder mehrere Prozessoren gebildet sein.

**[0011]** Zum Beispiel umfasst die erfindungsgemäße Vorrichtung zumindest eine Schaltung, die eingerichtet ist, die Vorrichtung dazu zu veranlassen, zumindest das erfindungsgemäße Verfahren und/oder die Schritte des erfindungsgemäßen Verfahrens auszuführen und/oder zu steuern. Dabei können entweder alle Schritte des erfindungsgemäßen Verfahrens gesteuert werden, oder alle Schritte des erfindungsgemäßen Verfahrens ausgeführt werden, oder ein oder mehrere Schritte gesteuert und ein oder mehrere Schritte ausgeführt werden.

**[0012]** Unter einer Schaltung sollen vorliegend beispielsweise eine Implementierung der Mittel der erfindungsgemäßen Vorrichtung nur in Hardware und/oder eine Implementierung der Mittel der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit einer Kombination aus Hardware und Software verstanden werden.

**[0013]** Eine Implementierung der Mittel der erfindungsgemäßen Vorrichtung nur in Hardware umfasst beispielsweise digitale und/oder analoge Schaltungen (z. B. ausschließlich digitale und/oder analoge Schaltungen) wie eine konfigurierbare Digitallogik. Zum Beispiel umfasst die erfindungsgemäße Vorrichtung zumindest eine digitale und/oder analoge Schaltung, die eingerichtet ist, die Vorrichtung dazu zu veranlassen, zumindest das erfindungsgemäße Verfahren und/oder die Schritte des erfindungsgemäßen Verfahrens auszuführen und/oder zu steuern

**[0014]** Eine Implementierung der Mittel der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit einer Kombination aus Hardware und Software umfasst beispielsweise zumindest einen Prozessor und zumindest ei-

nen Speicher mit Programmanweisungen. Zum Beispiel umfasst die erfindungsgemäße Vorrichtung einen Prozessor und zumindest einen Speicher, der Programmcode beinhaltet, wobei der Speicher und der Programmcode eingerichtet sind, gemeinsam mit zumindest einem Prozessor die Vorrichtung dazu zu veranlassen, zumindest das erfindungsgemäße Verfahren und/oder die Schritte des erfindungsgemäßen Verfahrens auszuführen und/oder zu steuern. Unter einem Prozessor soll beispielsweise eine Kontrolleinheit, ein Mikroprozessor, eine Mikrokontrolleinheit wie ein Mikrocontroller, ein digitaler Signalprozessor (DSP, Digital Signal Processor), eine Anwendungsspezifische Integrierte Schaltung (ASIC, Application-Specific Integrated Circuit) oder eine im Feld programmierbare Gatter-Anordnung (FPGA, Field Programmable Gate Array) verstanden werden.

**[0015]** Gemäß der Erfindung wird ferner ein System offenbart, das System umfasst:

- eine oder mehrere erfindungsgemäße Vorrichtungen, und
- einen oder mehrere ortsfeste Ultraschallsensoren.

**[0016]** Im Folgenden werden die Eigenschaften des erfindungsgemäßen Verfahrens, des erfindungsgemäßen Computerprogramms, der erfindungsgemäßen Vorrichtung und des erfindungsgemäßen Systems – teilweise beispielhaft – beschrieben.

**[0017]** Unter einem Ultraschallechosignal soll beispielsweise ein Ultraschallsignal verstanden werden, das durch einen Ultraschallsensor erfasst wird und zumindest im Wesentlichen auf Reflektionen zurückgehenden Signalanteile umfasst (z. B. auf Reflektionen eines oder mehrerer Ultraschallimpulse an Objekten zurückgehende Signalanteile). Das Ultraschallechosignal wird durch den Ultraschallsensor beispielsweise durch das Messen der Signalstärke des Ultraschallechosignals erfasst. Zum Beispiel ist der Ultraschallsensor als Ultraschalldetektor gebildet. Zum Beispiel kann die Signalstärke eines an der Position des Ultraschallsensor detektierbaren Ultraschallechosignals indirekt durch einen von dem Ultraschallsensor umfassten piezoelektrischen Wandler detektiert und/oder gemessen werden. Zum Beispiel wandelt der piezoelektrisch Wandler das Ultraschallechosignal in ein elektrisches Signal um. Zum Beispiel kann der Wert der Signalstärke des Ultraschallechosignals durch die Messung der Spannungsamplitude dieses elektrischen Signals bestimmt werden. Die Ultraschallechosignaldaten können beispielsweise durch eine Analog-Digital-Wandlung dieses elektrischen Signals erhalten werden.

**[0018]** Die Ultraschallechosignaldaten sind beispielsweise eine Repräsentation des zeitlichen Verlaufs der Signalstärke des von dem Ultraschallsensor erfassten Ultraschallechosignals. Vorzugsweise

sind die Ultraschallechosignaldaten eine digitale Repräsentation des zeitlichen Verlaufs der Signalstärke des von dem Ultraschallsensor erfassten Ultraschallechosignals.

**[0019]** Ein Datenpunkt der Ultraschallechosignaldaten umfasst beispielsweise eine Repräsentation (z. B. eine digitale Repräsentation) des Werts der Signalstärke des von dem Ultraschallsensor erfassten Ultraschallechosignals zu einem bestimmten Erfassungszeitpunkt. Ferner kann ein solcher Datenpunkt beispielsweise eine Repräsentation (z. B. eine digitale Repräsentation) des Erfassungszeitpunkts umfassen. Alternativ oder zusätzlich kann sich der Erfassungszeitpunkt auch aus der Position des Datenpunkts in den Ultraschallechosignaldaten ergeben.

**[0020]** Das Erhalten der Ultraschallechosignaldaten umfasst beispielsweise das Messen der Signalstärke des Ultraschallechosignals und/oder das Bestimmen des Werts der Signalstärke oder weiterer Informationen des Ultraschallechosignals. In diesem Fall ist der Ultraschallsensor beispielsweise ein Teil der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

**[0021]** Alternativ oder zusätzlich kann das Erhalten der Ultraschallechosignaldaten auch das Empfangen der Ultraschallechosignaldaten von dem Ultraschallsensor umfassen. Zum Beispiel ist der Ultraschallsensor kein Teil der erfindungsgemäßen Vorrichtung. In diesem Fall werden die Ultraschallechosignaldaten beispielsweise von dem Ultraschallsensor an die erfindungsgemäße Vorrichtung kommuniziert. Zum Beispiel umfasst die erfindungsgemäße Vorrichtung Kommunikationsmittel, die eingerichtet sind, die Ultraschallechosignaldaten von dem Ultraschallsensor zu empfangen.

**[0022]** Ein Beispiel für solche Kommunikationsmittel ist eine Kommunikationsschnittstelle, beispielsweise eine drahtlose Kommunikationsschnittstelle wie eine Kommunikationsschnittstelle einer drahtlosen Kommunikationstechnik oder eine drahtgebundene Kommunikationsschnittstelle wie eine Kommunikationsschnittstelle einer drahtgebundenen Kommunikationstechnik. Ein Beispiel für eine drahtlose Kommunikationstechnik ist Zigbee, 6LOWPAN, eine lokale Funknetztechnik wie Radio Frequency Identification (RFID) und/oder Near Field Communication (NFC) und/oder Bluetooth (z. B. Bluetooth Version 2.1 und/oder 4.0) und/oder Wireless Local Area Network (WLAN). RFID und NFC- sind beispielsweise gemäß den ISO-Standards 18000, 11784/11785 und dem ISO/IEC-Standard 14443-A und 15693 spezifiziert. Die Bluetooth-Spezifikationen sind derzeit im Internet unter [www.bluetooth.org](http://www.bluetooth.org) erhältlich. WLAN ist zum Beispiel in den Standards der IEEE-802.11-Familie spezifiziert. Ein weiteres Beispiel für eine drahtlose Kommunikationstechnik ist eine überörtliche Funknetztechnik wie beispielsweise eine Mobil-

funktechnik, zum Beispiel Global System for Mobile Communications (GSM) und/oder Universal Mobile Telecommunications System (UMTS) und/oder Long Term Evolution (LTE). Die GSM-, UMTS- und LTE-Spezifikationen werden von dem 3rd Generation Partnership Project (3GPP) gepflegt und entwickelt und sind derzeit im Internet unter anderem unter [www.3gpp.com](http://www.3gpp.com) erhältlich. Ein Beispiel für eine drahtgebundene Kommunikationstechnik ist beispielsweise Ethernet, USB (Universal Serial Bus), Firewire, UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter) wie RS-232, SPI (Serial Peripheral Interface) und/oder I2C (Inter-Integrated Circuit). und/oder Power over Ethernet (PoE). Die USB-Spezifikationen sind derzeit im Internet unter [www.usb.org](http://www.usb.org) erhältlich. Eine drahtgebundene Ethernet Kommunikationsschnittstelle könnte gleichzeitig auch zur Energieversorgung der erfindungsgemäßen Vorrichtung und/oder des Ultraschallsensors im Rahmen einer als PoE (Power over Ethernet) bezeichneten Technik verwendet werden. PoE ist beispielsweise im IEEE-Standard 802.3af-2003 spezifiziert. Es sollen jedoch auch spätere und zukünftige Versionen dieses Standards oder proprietäre Abwandlungen unter dem Begriff PoE verstanden werden. PoE kann beispielsweise sowohl zur Energieversorgung der erfindungsgemäßen Vorrichtung und/oder des Ultraschallsensors als auch als Kommunikationstechnik zur Kommunikation von Informationen und/oder Daten zwischen der erfindungsgemäßen Vorrichtung und dem Ultraschallsensor verwendet werden.

**[0023]** Unter dem Normieren der Ultraschallechosignaldaten soll gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung beispielsweise verstanden werden, dass auf Reflektionen eines oder mehrerer zuvor ausgesendeter Ultraschallimpulse an unbewegten und/oder quasi-unbewegten Objekten zurückgehende Signalanteile in dem von den normierten Ultraschallechosignaldaten gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung repräsentierten normierten Ultraschallechosignal gegenüber dem erfassten Ultraschallechosignal zumindest teilweise reduziert werden. Dementsprechend dienen das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Vorrichtung gemäß diesem ersten Aspekt der Erfindung beispielsweise zur Reduzierung von auf Reflektionen an unbewegten und/oder quasi-unbewegten Objekten zurückgehenden Effekten, zum Beispiel zur Reduzierung von auf Reflektionen eines oder mehrerer zuvor ausgesendeter Ultraschallimpulse an unbewegten und/oder quasi-unbewegten Objekten zurückgehende Signalanteile in einem von Ultraschallechosignaldaten repräsentierten Ultraschallechosignal.

**[0024]** Gemäß einem zweiten Aspekt der Erfindung soll unter dem Normieren der Ultraschallechosignaldaten vorliegend beispielsweise verstanden werden, dass auf Reflektionen eines oder mehrerer zuvor ausgesendeter Ultraschallimpulse an bewegten Ob-

jekten zurückgehende Signalanteile in dem von den normierten Ultraschallechosignalen gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung repräsentierten normierten Ultraschallechosignal gegenüber dem erfassten Ultraschallechosignal zumindest teilweise reduziert werden. Dementsprechend dienen das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Vorrichtung gemäß diesem zweiten Aspekt der Erfindung beispielsweise zur Reduzierung von auf Reflektionen an bewegten Objekten zurückgehenden Effekten, zum Beispiel zur Reduzierung von auf Reflektionen eines oder mehrerer zuvor ausgesendeter Ultraschallimpulse an bewegten Objekten zurückgehende Signalanteile in einem von Ultraschallechosignalen repräsentierten Ultraschallechosignal.

**[0025]** Durch eine Kombination des ersten und des zweiten Aspekts der Erfindung, können die von auf Reflektionen an unbewegten und/oder quasi-unbewegten Objekten und die von auf Reflektionen an bewegten Objekten zurückgehenden Signalanteile voneinander getrennt werden.

**[0026]** Das Normieren zumindest des ersten Datenpunkts der Ultraschallechosignalen gemäß dem ersten und dem zweiten Aspekt der Erfindung erfolgt beispielsweise durch das Bestimmen eines normierten ersten Datenpunkt basierend zumindest auf dem ersten Datenpunkt und dem zweiten Datenpunkt. Zum Beispiel wird eine von dem normierten ersten Datenpunkt umfasste Repräsentation eines Werts einer Signalstärke basierend auf den von dem ersten Datenpunkt und dem zweiten Datenpunkt repräsentierten Werten der Signalstärke des erfassten Ultraschallechosignals bestimmt. Als Ergebnis des Normierens der Ultraschallechosignalen werden beispielsweise normierte Ultraschallechosignalen erhalten, die zumindest den normierten ersten Datenpunkt umfassen.

**[0027]** Gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung ist der zweite Datenpunkt zum Beispiel derart in Abhängigkeit des ersten Datenpunkts bestimmbar und/oder wählbar, dass auf Reflektionen eines oder mehrerer zuvor ausgesendeter Ultraschallimpulse an unbewegten und/oder quasi-unbewegten Objekten zurückgehende Signalanteile in dem von den normierten Ultraschallechosignalen repräsentierten normierten Ultraschallechosignal gegenüber dem erfassten Ultraschallechosignal zumindest teilweise reduziert werden. Zum Beispiel wird der zweite Datenpunkt entsprechend in Abhängigkeit des ersten Datenpunkts bestimmt und/oder gewählt. Unter unbewegten Objekten sollen dabei beispielsweise Objekte verstanden werden, die sich zum ersten Erfassungszeitpunkt und zum zweiten Erfassungszeitpunkt an derselben Position befinden. Beispiele für solche unbewegten Objekte in der Umgebung eines Ultraschallsensors sind beispielsweise eine oder mehrere Bodenoberflächen, Häuser, Bäume und gepark-

te Fahrzeuge. Quasi-unbewegte Objekte sind beispielsweise Objekte, die sich zum ersten Erfassungszeitpunkt und zum zweiten Erfassungszeitpunkt im Wesentlichen an derselben Position befinden. Dies können beispielsweise durch den Wind leicht bewegte Äste eines Baumes und/oder ein gekipptes Fenster eines Hauses sein. Auf Reflektionen an solchen unbewegten und/oder quasi-unbewegten Objekten zurückgehende Signalanteile des von den Ultraschallechosignalen repräsentierten Ultraschallechosignals stören beispielsweise die Erkennung von bewegten Objekten wie fahrenden Autos, Fahrradfahrern oder Fußgängern. Das Normieren der Ultraschallechosignalen gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung ist somit unter anderem vorteilhaft, um die Erkennung solcher bewegten Objekte durch die Bereitstellung der normierten Ultraschallechosignalen zu erleichtern und/oder zu ermöglichen, selbst dann wenn die Erstreflektion beispielsweise an einem unbewegten Objekt stattfindet.

**[0028]** Gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung ist der zweite Datenpunkt zum Beispiel derart in Abhängigkeit des ersten Datenpunkts bestimmbar und/oder wählbar, dass auf Reflektionen eines oder mehrerer zuvor ausgesendeter Ultraschallimpulse an bewegten Objekten zurückgehende Signalanteile in dem von den normierten Ultraschallechosignalen repräsentierten normierten Ultraschallechosignal gegenüber dem erfassten Ultraschallechosignal zumindest teilweise reduziert werden. Zum Beispiel wird der zweite Datenpunkt entsprechend in Abhängigkeit des ersten Datenpunkts bestimmt und/oder gewählt. Unter bewegten Objekten sollen dabei beispielsweise Objekte verstanden werden, die sich zum ersten Erfassungszeitpunkt und zum zweiten Erfassungszeitpunkt an verschiedenen Positionen befinden. Beispiele für solche bewegten Objekte in der Umgebung eines Ultraschallsensors sind beispielsweise fahrende Fahrzeuge, Fußgänger, Fahrradfahrer, etc. Auf Reflektionen an solchen bewegten Objekten zurückgehende Signalanteile des von den Ultraschallechosignalen repräsentierten Ultraschallechosignals stören beispielsweise die Erkennung von parkenden Fahrzeugen. Das Normieren der Ultraschallechosignalen gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung ist somit unter anderem vorteilhaft, um die Erkennung solcher unbewegten Objekte durch die Bereitstellung der normierten Ultraschallechosignalen zu erleichtern und/oder zu ermöglichen, selbst dann wenn die Erstreflektion beispielsweise an einem bewegten Objekt stattfindet.

**[0029]** Alternativ oder zusätzlich können die normierten Ultraschallechosignalen gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung beispielsweise durch das Bestimmen der Differenz zwischen den normierten Ultraschallechosignalen gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung und den Ultraschallechosignalen, die das von dem Ultraschallsensor erfasste Ul-

traschallechosignal repräsentieren, erhalten werden. Umgekehrt können auch die normierten Ultraschallechosignaldaten gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung zum Beispiel durch das Bestimmen der Differenz zwischen den normierten Ultraschallechosignaldaten gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung und den Ultraschallechosignaldaten, die das von dem Ultraschallsensor erfasste Ultraschallechosignal repräsentieren, erhalten werden.

**[0030]** Die vorliegende Erfindung ist beispielsweise vorteilhaft, um störende Signalanteile (z. B. auf bewegte oder unbewegte/quasi-unbewegte Objekte zurückgehende Reflektionen) in einem erfassten Ultraschallechosignal zumindest im Wesentlichen reduzieren zu können, so dass die Auswertung des Ultraschallechosignals im Hinblick auf Reflektionen an verschiedenen Objekten vereinfacht und/oder ermöglicht wird und nicht auf die Auswertung der Erstreflektion beschränkt ist. Dies hat beispielsweise den Effekt, dass der Erfassungsbereich eines Ultraschallsensors vergrößert werden kann, beispielsweise kann dadurch ein Ultraschallsensor gleichzeitig zur Verkehrsüberwachung (bewegte Objekte) und zur Parkraumüberwachung eines oder mehrere Parkplätze (unbewegte Objekte) eingesetzt werden.

**[0031]** Weitere Vorteile der offenbarten Erfindung werden nachfolgend anhand beispielhafter Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens, des erfindungsgemäßen Computerprogramms, der erfindungsgemäßen Vorrichtung und des erfindungsgemäßen Systems, deren Offenbarung für die jeweiligen Kategorien (Verfahren, Computerprogramm, Vorrichtung, System) gleichermaßen gelten soll. Soweit im Folgenden nicht anders beschrieben, sollen diese beispielhaften Ausführungsformen ferner für alle Aspekte der Erfindung gleichermaßen gelten.

**[0032]** Gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung erfolgt das Normieren zumindest des ersten Datenpunkts ferner zumindest teilweise in Abhängigkeit eines oder mehrerer weiterer Datenpunkte der Ultraschallechosignaldaten, wobei jeder der weiteren Datenpunkte den Wert der Signalarstärke des erfassten Ultraschallechosignals jeweils zu einem jeweiligen früheren weiteren Erfassungszeitpunkt als der zweite Erfassungszeitpunkt oder zu einem jeweiligen späteren weiteren Erfassungszeitpunkt als der erste Erfassungszeitpunkt repräsentiert.

**[0033]** Gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung ist der Ultraschallsensor ortsfest. Dabei soll unter ortsfest beispielsweise verstanden werden, dass der Ultraschallsensor sich dauerhaft an einer bestimmten Position (z. B. einer geographischen und/oder räumlichen Position) befindet. Zum Beispiel ist der Ultraschallsensor dauerhaft an dieser Position installiert und/oder montiert. Zum Bei-

spiel ist der Ultraschallsensor in einer Sidfire-Konfiguration (z. B. in einer winkelligen Ausrichtung, z. B. in einer winkelligen Ausrichtung zum Erfassungsbereich und/oder zu einer Bodenoberfläche, z. B. der Erdbodenoberfläche im Erfassungsbereich) installiert und/oder montiert. Dies hat den Effekt, dass der Erfassungsbereich des Ultraschallsensors einen größeren Bereich abdecken kann als beispielsweise bei einer senkrechten Ausrichtung zum Erfassungsbereich und/oder zu einer Bodenoberfläche. Ferner sind Ausführungsformen möglich, in denen der Ultraschallsensor schwenkbar ist. Zum Beispiel ist der Ultraschallsensor mechanisch schwenkbar und/oder die Erfassungsrichtung des Ultraschallsensors ist elektronisch schwenkbar (z. B. durch eine Phased-Array-Empfangsanordnung). In keiner dieser Ausführungsformen ist der Ultraschallsensor beispielsweise ein Teil einer ortsbeweglichen Vorrichtung (z. B. eines Fahrzeugs). In keiner dieser Ausführungsformen ist der Ultraschallsensor beispielsweise ein Teil einer ortsbeweglichen Vorrichtung (z. B. eines Fahrzeugs).

**[0034]** Der Ultraschallsensor kann beispielsweise Teil einer Mehrzahl von Ultraschallsensoren sein, beispielsweise Teil eines Ultraschallsensorarrays. Zum Beispiel umfasst das erfindungsgemäße System eine solche Mehrzahl von Ultraschallsensoren.

**[0035]** Zum Beispiel können mehrere Ultraschallsensoren derart angeordnet sein, dass sie ein Ultraschallechosignal asynchron erfassen, beispielsweise indem eine Folge von Ultraschallsensoren in zeitlich aufeinander folgenden Zeitabschnitten das Ultraschallechosignal erfassen. Dadurch können die Ergebnisse von Ultraschallsensor zu Ultraschallsensor zum Beispiel weiter optimiert werden kann.

**[0036]** Gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung umfasst das erfindungsgemäße Verfahren ferner das Aussenden und/oder Veranlassen des Aussendens eines oder mehrerer Ultraschallimpulse.

**[0037]** Zum Beispiel basieren die ausgesendeten Ultraschallimpulse auf einem zeitbegrenzten Prototypen-Puls, welcher auf eine Ultraschallträgerfrequenz (z. B. 44 kHz) moduliert und/oder frequenzverschoben wird.

**[0038]** Beispielsweise werden die Ultraschallimpulse in regelmäßigen Zeitabständen ausgesendet, so dass die Zeitdifferenz zwischen den Sendezeitpunkten zweier aufeinanderfolgender Ultraschallimpulse stets gleich ist. Dabei soll unter einem Sendezeitpunkt eines Ultraschallimpulses beispielsweise der Zeitpunkt verstanden werden, an dem das Aussenden des Ultraschallimpulses startet. Ferner sind die Ultraschallimpulse beispielsweise gleich und/oder haben die Ultraschallimpulse beispielsweise die gleiche Impulslänge. Allerdings können die Ultraschall-

impulse auch ungleich sein und/oder in unregelmäßigen Zeitabständen und/oder mit unterschiedlichen Impulslängen ausgesendet werden. Es sind auch Ausführungsformen möglich, in denen die Zeitabstände zwischen zwei aufeinanderfolgenden Ultraschallimpulsen und/oder die Impulslänge der Ultraschallimpulse veränderlich sind.

**[0039]** Zum Beispiel werden die Ultraschallimpulse von dem Ultraschallsensor ausgesendet. In diesem Fall ist der Ultraschallsensor beispielsweise als kombinierter Ultraschallsender und Ultraschalldetektor gebildet.

**[0040]** Es sind auch Ausführungsformen möglich, in denen die Ultraschallimpulse von einem entsprechend eingerichteten, von dem Ultraschallsensor separaten, Ultraschallsender ausgesendet werden. Zum Beispiel ist der Ultraschallsender ortsfest. Dabei soll unter ortsfest, wie oben zum Ultraschallsensor beschrieben, beispielsweise verstanden werden, dass der Ultraschallsender sich dauerhaft an einer bestimmten Position befindet. Zum Beispiel ist der Ultraschallsender dauerhaft an dieser Position installiert und/oder montiert. Zum Beispiel ist der Ultraschallsender in einer Sidefire-Konfiguration (z. B. in einer winkelligen Ausrichtung, z. B. in einer winkelligen Ausrichtung zu einer Bodenoberfläche, z. B. der Erdbodenoberfläche) installiert und/oder montiert. Ferner sind Ausführungsformen möglich, in denen der Ultraschallsender schwenkbar ist. Zum Beispiel ist der Ultraschallsensor mechanisch schwenkbar und/oder die Erfassungsrichtung des Ultraschallsensors ist elektronisch schwenkbar (z. B. durch eine Phased-Array-Empfangsanordnung). In keiner dieser Ausführungsformen ist der Ultraschallsensor beispielsweise ein Teil einer ortsbeweglichen Vorrichtung (z. B. eines Fahrzeugs). In keiner dieser Ausführungsformen ist der Ultraschallsender beispielsweise ein Teil einer ortsbeweglichen Vorrichtung (z. B. eines Fahrzeugs).

**[0041]** Zum Beispiel umfasst die erfindungsgemäße Vorrichtung den Ultraschallsender.

**[0042]** Alternativ oder zusätzlich kann die erfindungsgemäße Vorrichtung den Ultraschallsender beispielsweise ansteuern, um das Aussenden der Ultraschallimpulse durch den Ultraschallsender zu veranlassen. Zum Beispiel umfasst die erfindungsgemäße Vorrichtung Kommunikationsmittel, die eingerichtet sind, ein entsprechendes Ansteuersignal an den Ultraschallsender zu kommunizieren. Ein Beispiel für solche Kommunikationsmittel ist, wie oben erläutert, eine Kommunikationsschnittstelle, beispielsweise eine drahtlose Kommunikationsschnittstelle oder eine drahtgebundene Kommunikationsschnittstelle.

**[0043]** Ein Ultraschallsender umfasst beispielsweise einen piezoelektrischen Wandler, der beispielsweise

ein elektrisches Signal in einen Ultraschallimpuls umwandelt.

**[0044]** Der Ultraschallsender (und/oder der als kombinierter Ultraschallsensor und Ultraschalldetektor gebildeter Ultraschallsensor) kann beispielsweise Teil einer Mehrzahl von Ultraschallsendern (und/oder Ultraschallsensoren) sein, beispielsweise Teil eines Ultraschallsenderarrays (und/oder Ultraschallsensorenarrays). Zum Beispiel umfasst das erfindungsgemäße System eine solche Mehrzahl von Ultraschallsendern (und/oder Ultraschallsensoren).

**[0045]** Jeder von einem anderen Ultraschallsender einer Mehrzahl von Ultraschallsendern und/oder einem anderen Ultraschallsensor einer Mehrzahl von Ultraschallsensoren ausgesendete Ultraschallimpuls weist beispielsweise eine andere Ultraschallträgerfrequenz auf. Dies hat den Effekt, dass auf Reflektionen von Ultraschallimpulsen verschiedener Ultraschallsender und/oder Ultraschallsensoren zurückgehende Signalanteile in einem Ultraschallechosignal beispielsweise durch eine Bandpassfilterung zumindest im Wesentlichen getrennt werden können.

**[0046]** Dementsprechend kann das erfindungsgemäße Verfahren beispielsweise eine solche Bandpassfilterung des durch den Ultraschallsensor erfassten Ultraschallechosignals umfassen. Alternativ oder zusätzlich können die erhaltenen Ultraschallechosignaldaten beispielsweise ein entsprechend bandgefiltertes Ultraschallechosignal repräsentieren, das zumindest im Wesentlichen auf Reflektionen von Ultraschallimpulsen eines einzigen Ultraschallsenders zurückgehende Signalanteile umfasst.

**[0047]** Gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung umfasst das Ultraschallechosignal Signalanteile, die auf Reflektionen eines oder mehrerer der zuvor ausgesendeten Ultraschallimpulse an Objekten in der Umgebung des Ultraschallsensors zurückgehen.

**[0048]** Gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung sind der erste Erfassungszeitpunkt und der zweite Erfassungszeitpunkt jeweils mit der gleichen Signallaufzeit eines zuvor ausgesendeten Ultraschallimpulses assoziiert. Vorzugsweise sind der erste Erfassungszeitpunkt und der zweite Erfassungszeitpunkt jeweils mit der gleichen Signallaufzeit eines unmittelbar vor dem jeweiligen Erfassungszeitpunkt ausgesendeten Ultraschallimpulses der Ultraschallimpulse assoziiert. Zum Beispiel ist der zweite Datenpunkt derart bestimmbar und/oder wählbar, dass der zweite Erfassungszeitpunkt mit der gleichen Signallaufzeit eines zuvor ausgesendeten Ultraschallimpulses (z. B. des unmittelbar vor dem jeweiligen Erfassungszeitpunkt ausgesendeten Ultraschallimpulses der Ultraschallimpulse) assoziiert ist wie der erste Erfassungszeitpunkt. Zum Beispiel wird

der zweite Datenpunkt entsprechend bestimmt und/oder gewählt.

**[0049]** Unter der Signallaufzeit soll beispielsweise die Zeitdifferenz zwischen dem Sendezeitpunkt eines Ultraschallimpulses und dem Erfassungszeitpunkt der auf Reflektionen des Ultraschallimpulses zurückgehenden Signalanteile in einem Ultraschallechosignal verstanden werden. Ein Erfassungszeitpunkt soll beispielsweise als mit einer Signallaufzeit assoziiert verstanden werden, wenn die Zeitdifferenz zwischen dem Erfassungszeitpunkt und einem Sendezeitpunkt eines zuvor ausgesendeten Ultraschallimpulses der Signallaufzeit entspricht. Diese Ausführungsform ist beispielsweise vorteilhaft, wenn die Ultraschallimpulse jeweils von einem ortsfesten Ultraschallsender und/oder ortsfesten Ultraschallsensor ausgesendet und das Ultraschallechosignal von einem ortsfesten Ultraschallsensor erfasst werden, da in einem solchen Szenario auf Reflektionen eines Ultraschallimpulses an unbewegten Objekten zurückgehende Signalanteile des erfassten Ultraschallechosignals jeweils die gleiche Distanz von dem Ultraschallsender und/oder dem Ultraschallsensor zu dem Ultraschallsensor zurücklegen und somit die gleiche Signallaufzeit haben.

**[0050]** Zum Beispiel entspricht die Zeitdifferenz zwischen dem ersten Erfassungszeitpunkt und dem zweiten Erfassungszeitpunkt der Zeitdifferenz zwischen den Sendezeitpunkten zweier aufeinanderfolgender Ultraschallimpulse oder einem ganzzahligen Vielfachen der Zeitdifferenz zwischen den Sendezeitpunkten zweier aufeinanderfolgender Ultraschallimpulse. Vorzugsweise entspricht die Zeitdifferenz zwischen dem ersten Erfassungszeitpunkt und dem zweiten Erfassungszeitpunkt der Zeitdifferenz zwischen den Sendezeitpunkten zweier aufeinanderfolgender Ultraschallimpulse.

**[0051]** Dementsprechend entspricht die Zeitdifferenz zwischen dem ersten Erfassungszeitpunkt und jedem der weiteren Erfassungszeitpunkte beispielsweise ebenfalls der Zeitdifferenz zwischen den Sendezeitpunkten zweier aufeinanderfolgender Ultraschallimpulse oder einem ganzzahligen Vielfachen der Zeitdifferenz zwischen den Sendezeitpunkten zweier aufeinanderfolgender Ultraschallimpulse. Dies hat beispielsweise den Effekt, dass, wenn die Zeitdifferenz zwischen den Sendezeitpunkten zweier aufeinanderfolgender Ultraschallimpulse stets gleich ist, jeder dieser Erfassungszeitpunkte mit der gleichen Signallaufzeit assoziiert ist. Dadurch wird ein einfaches Bestimmen und/oder Wählen des zweiten Datenpunkts und ggfs. der weiteren Datenpunkte ermöglicht.

**[0052]** Wenn ein Ultraschallimpuls von einem Ultraschallsender und/oder einem Ultraschallsensor, der ein Teil der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist und/

oder von der erfindungsgemäßen Vorrichtung angesteuert wird, ausgesendet wird, kennt die erfindungsgemäße Vorrichtung den Sendezeitpunkt des Ultraschallimpulses oder kann diesen bestimmen.

**[0053]** Alternativ oder zusätzlich, können entsprechende Sendezeitpunktdaten die einen oder mehrere Sendezeitpunkte eines oder mehrerer Ultraschallimpulse repräsentieren, an der erfindungsgemäßen Vorrichtung erhalten und/oder in einem Speicher der erfindungsgemäßen Vorrichtung gespeichert sein. Zum Beispiel werden die Sendezeitpunktdaten an der erfindungsgemäßen Vorrichtung von dem Ultraschallsender und/oder dem Ultraschallsensor empfangen. Zum Beispiel umfasst die erfindungsgemäße Vorrichtung Kommunikationsmittel, die eingerichtet sind, Sendezeitpunktdaten von dem Ultraschallsender und/oder dem Ultraschallsensor zu empfangen. Ein Beispiel für solche Kommunikationsmittel ist, wie oben beschrieben, eine Kommunikationsschnittstelle, beispielsweise eine drahtlose Kommunikationsschnittstelle oder eine drahtgebundene Kommunikationsschnittstelle.

**[0054]** Gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung umfasst das Normieren zumindest des ersten Datenpunkts zumindest eines von:

- Bestimmen eines Signalstärke-Mittelwerts zumindest in Abhängigkeit der von dem ersten Datenpunkt und dem zweiten Datenpunkt repräsentierten Werte der Signalstärke des erfassten Ultraschallechosignals;
- Bestimmen einer Signalstärke-Standardabweichung und/oder einer Signalstärke-Varianz zumindest teilweise in Abhängigkeit der von dem ersten Datenpunkt und dem zweiten Datenpunkt repräsentierten Werte der Signalstärke des erfassten Ultraschallechosignals;
- Dividieren des Signalstärke-Mittelwerts durch die Signalstärke-Standardabweichung;
- Subtrahieren des Signalstärke-Mittelwerts von dem von dem ersten Datenpunkt repräsentierten Wert der Signalstärke des erfassten Ultraschallechosignals; und
- Dividieren des Ergebnisses der Subtraktion des Signalstärke-Mittelwerts von dem von dem ersten Datenpunkt repräsentierten Wert der Signalstärke des erfassten Ultraschallechosignals durch die Signalstärke-Standardabweichung.

**[0055]** Zum Beispiel werden der Signalstärke-Mittelwert und/oder die Signalstärkeabweichung zumindest in Abhängigkeit einer Stichprobe umfassend zumindest die von dem ersten Datenpunkt und dem zweiten Datenpunkt repräsentierten Werte der Signalstärke des erfassten Ultraschallechosignals bestimmt. Ferner kann die Stichprobe beispielsweise die von den weiteren Datenpunkten repräsentierten Werte der Signalstärke des erfassten Ultraschallechosignals umfassen. Die in der Stichprobe



enthaltenen Werte können beispielsweise gewichtet sein, zum Beispiel in Abhängigkeit einer zeitabhängigen Fensterfunktion. Ferner kann die zeitabhängige Fensterfunktion beispielsweise die Größe der Stichprobe und/oder die zu berücksichtigenden Datenpunkte zumindest teilweise vorgeben. Beispielsweise gibt die Fensterfunktion einen Zeitausschnitt vor, in dem der zweite Datenpunkt und ggfs. die weiteren Datenpunkte liegen.

**[0056]** Zum Beispiel wird der Signalstärke-Mittelwert durch die Berechnung des arithmetischen Mittels der in der Stichprobe enthaltenen Werte bestimmt. Zum Beispiel wird die Signalstärke-Standardabweichung durch die Berechnung der Standardabweichung der in der Stichprobe enthaltenen Werte bestimmt. Zum Beispiel wird die Signalstärke-Varianz durch die Berechnung der Varianz der in der Stichprobe enthaltenen Werte bestimmt.

**[0057]** Als Ergebnis des Dividierens des Signalstärke-Mittelwerts durch die Signalstärke-Standardabweichung wird beispielsweise der normierte erste Datenpunkt gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung erhalten. Dies hat den Effekt, dass die von dem ersten Datenpunkt und dem zweiten Datenpunkt und ggfs. den weiteren Datenpunkten im Mittel repräsentierten Werte der Signalstärke des erfassten Ultraschallechosignals bei dem Bestimmen des normierten ersten Datenpunkts gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung berücksichtigt werden. Wenn jeder dieser Datenpunkte jeweils mit der gleichen Signallaufzeit eines unmittelbar vor dem jeweiligen Erfassungszeitpunkt ausgesendeten Ultraschallimpulses der Ultraschallimpulse assoziiert ist, entsprechen diese im Mittel repräsentierten Werte der Signalstärke des erfassten Ultraschallechosignals beispielsweise des durchschnittlich auf eine Reflektion der ausgesendeten Ultraschallimpulse in einer bestimmten Distanz zum Ultraschallsensor zurückgehenden Signalanteils. Eine solche Reflektion, die stets in der gleichen Distanz zum Ultraschallsensor stattfindet, geht mit hoher Wahrscheinlichkeit auf eine Reflektion an einem unbewegten Objekt zurück. Dementsprechend können durch die Berücksichtigung des Signalstärke-Mittelwerts als Faktor und/oder Dividend bei dem Bestimmen zumindest des ersten Datenpunkts gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung die auf Reflektionen eines oder mehrerer zuvor ausgesendeter Ultraschallimpulse an bewegten Objekten zurückgehende Signalanteile in dem von den normierten Ultraschallechosignaldaten gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung repräsentierten normierten Ultraschallechosignal gegenüber dem erfassten Ultraschallechosignal zumindest teilweise reduziert werden.

**[0058]** Als Ergebnis des Dividierens des Ergebnisses der Subtraktion des Signalstärke-Mittelwerts von dem von dem ersten Datenpunkt repräsentierten Wert der Signalstärke des erfassten Ultraschall-

echosignals durch die Signalstärke-Standardabweichung wird beispielsweise der normierte erste Datenpunkt gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung erhalten. Alternativ ist beispielsweise auch denkbar, dass der normierte erste Datenpunkt gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung als Ergebnis des Subtrahierens des Signalstärke-Mittelwerts von dem von dem ersten Datenpunkt repräsentierten Wert der Signalstärke des erfassten Ultraschallechosignals erhalten wird. Wie oben erläutert, entspricht der Signalstärke-Mittelwert beispielsweise des durchschnittlich auf eine Reflektion der ausgesendeten Ultraschallimpulse in einer bestimmten Distanz zum Ultraschallsensor zurückgehenden Signalanteils. Durch die Subtraktion des Signalstärke-Mittelwerts von dem von dem ersten Datenpunkt repräsentierten Wert der Signalstärke des erfassten Ultraschallechosignals wird dieser durchschnittliche Signalanteil beispielsweise reduziert und/oder entfernt, so dass durch die Berücksichtigung des Signalstärke-Mittelwerts als Subtrahend bei dem Bestimmen zumindest des ersten Datenpunkts gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung die auf Reflektionen eines oder mehrerer zuvor ausgesendeter Ultraschallimpulse an unbewegten und/oder quasi-unbewegten Objekten zurückgehende Signalanteile in dem von den normierten Ultraschallechosignaldaten gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung repräsentierten normierten Ultraschallechosignal gegenüber dem erfassten Ultraschallechosignal zumindest teilweise reduziert werden. Gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung werden als Ergebnis des Normierens normierte Ultraschallechosignaldaten gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung und normierte Ultraschallechosignaldaten gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung erhalten.

**[0059]** In dem von den normierten Ultraschallechosignaldaten gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung repräsentierten normierten Ultraschallechosignal sind beispielsweise die auf Reflektionen eines oder mehrerer zuvor ausgesendeter Ultraschallimpulse an unbewegten und/oder quasi-unbewegten Objekten zurückgehende Signalanteile gegenüber dem erfassten Ultraschallechosignal zumindest teilweise reduziert.

**[0060]** In dem von den normierten Ultraschallechosignaldaten gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung repräsentierten normierten Ultraschallechosignal sind beispielsweise die auf Reflektionen eines oder mehrerer zuvor ausgesendeter Ultraschallimpulse an bewegten Objekten zurückgehende Signalanteile gegenüber dem erfassten Ultraschallechosignal zumindest teilweise reduziert.

**[0061]** Gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung wird das Normieren für jeden Datenpunkt der Ultraschallechosignaldaten durchgeführt. Zum Beispiel wird das oben beschriebene Normieren zumindest des ersten Datenpunkts für jeden

Datenpunkt der Ultraschallechosignaldaten wiederholt. Zum Beispiel ist der erste Datenpunkt jeweils der zu normierende Datenpunkt. Zum Beispiel wird der zweite Datenpunkt (und ggfs. jeder der weiteren Datenpunkte) jeweils in Abhängigkeit des ersten Datenpunkts bestimmt und/oder gewählt.

**[0062]** Gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung umfasst das erfindungsgemäße Verfahren ferner das Unterteilen der Ultraschallechosignaldaten in mehrere Ultraschallechosignaldatenblöcke, wobei die Ultraschallechosignaldatenblöcke aufeinanderfolgende Zeitabschnitte gleicher Zeitabschnittslänge des zeitlichen Verlaufs des Werts der Signalstärke des erfassten Ultraschallechosignals repräsentieren, und wobei ein erster Ultraschallechosignaldatenblock den ersten Datenpunkt und ein zweiter Ultraschallechosignaldatenblock den zweiten Datenpunkt umfasst.

**[0063]** Zum Beispiel beginnt jeder der Zeitabschnitte mit dem Sendezeitpunkt eines Ultraschallimpulses. Ferner entspricht die Zeitabschnittslänge jedes der Zeitabschnitte beispielsweise der Zeitdifferenz zwischen den Sendezeitpunkten zweier aufeinanderfolgender Ultraschallimpulse. Dies hat beispielsweise den Effekt, dass der von einem Ultraschallechosignaldatenblock repräsentierte zeitliche Verlauf der Signalstärke des erfassten Ultraschallechosignals und/oder des normierten Ultraschallechosignals zumindest im Wesentlichen durch Reflektionen des zu Beginn des jeweiligen Zeitabschnitts ausgesendeten Ultraschallimpulses bestimmt wird und somit im Folgenden beispielhaft auch als Ultraschallimpulsantwort bezeichnet wird.

**[0064]** Ferner wird dadurch beispielsweise erreicht, dass, wenn die Zeitdifferenz zwischen den Sendezeitpunkten zweier aufeinanderfolgender Ultraschallimpulse stets gleich ist, Datenpunkte, die sich an der gleichen Position in verschiedenen Ultraschallechosignaldatenblöcken befinden, jeweils mit der gleichen Signallaufzeit (ausgehend vom Sendezeitpunkt zu Beginn des jeweiligen Zeitabschnitts) assoziiert sind. Dadurch wird beispielsweise das Bestimmen und/oder die Wahl des zweiten Datenpunkts vereinfacht. Zum Beispiel wird der zweite Datenpunkt derart bestimmt und/oder gewählt, dass sich der zweite Datenpunkt im zweiten Ultraschallechosignaldatenblock an der gleichen Position wie der erste Datenpunkt im ersten Ultraschallechosignaldatenblock befindet. Dementsprechend können gegebenenfalls auch die weiteren Datenpunkte derart bestimmt und/oder gewählt werden, dass sie sich in ihrem jeweiligen Ultraschallechosignaldatenblock an der gleichen Position wie der erste Datenpunkt im ersten Ultraschallechosignaldatenblock befinden.

**[0065]** Gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung umfasst das erfindungsgemäße

Verfahren ferner das Bestimmen einer graphischen Repräsentation der Ultraschallechosignaldaten und/oder der normierten Ultraschallechosignaldaten zumindest teilweise in Abhängigkeit der Ultraschallechosignaldatenblöcke.

**[0066]** Als Ergebnis des Bestimmens der graphischen Repräsentation wird beispielsweise eine graphisch darstellbare Ultraschallechosignaldatenstruktur erhalten wie ein zweidimensionales Datenfeld und/oder ein Datenarray und/oder eine Grafikdatei (z. B. eine Grafikdatei in einem Bilddatenformat wie dem Bitmap-Format, BMP-Format). Die graphische Repräsentation ist beispielsweise eine graphische Interpretation und/oder Abstraktion der Ultraschallechosignaldaten.

**[0067]** Zum Beispiel ist und/oder umfasst die graphische Repräsentation eine Pixelanordnung mit in einem Raster angeordneten Pixeln (z. B. ist die als Ergebnis des Bestimmens der graphischen Repräsentation erhaltene Ultraschallechosignaldatenstruktur als Pixelanordnung darstellbar). Beispielsweise wird jeder Pixel der Pixelanordnung jeweils in Abhängigkeit eines Datenpunktes der Ultraschallechosignaldaten und/oder der normierten Ultraschallechosignaldaten bestimmt. Zum Beispiel wird die Farbe, Färbung und/oder Graustufe eines Pixels in Abhängigkeit des von dem jeweiligen Datenpunkt repräsentierten Werts der Signalstärke bestimmt.

**[0068]** Zum Beispiel werden benachbarte Pixel in einer Rasterpalte des Rasters beispielsweise durch aufeinanderfolgende Datenpunkte eines jeweiligen Ultraschallechosignaldatenblocks der Ultraschallechosignaldatenblöcke bestimmt; und benachbarte Pixel in einer Rasterzeile des Rasters werden zum Beispiel durch Datenpunkte, die sich in aufeinanderfolgenden Ultraschallechosignaldatenblöcken befinden (z. B. an der gleichen Position in aufeinanderfolgenden Ultraschallechosignaldatenblöcken befinden), bestimmt. Dies hat beispielsweise den Effekt, dass, wenn jeder der durch die Ultraschallechosignaldatenblöcke repräsentierten Zeitabschnitte mit dem Sendezeitpunkt eines Ultraschallimpulses beginnt und die Zeitabschnittslänge jedes der Zeitabschnitte beispielsweise der Zeitdifferenz zwischen den Sendezeitpunkten zweier aufeinanderfolgender Ultraschallimpulse entspricht, die Pixel einer Rasterpalte zumindest im Wesentlichen durch Reflektionen des zu Beginn des jeweiligen Zeitabschnitts ausgesendeten Ultraschallimpulses bestimmt werden.

**[0069]** Reflektionen an bewegten und/oder unbewegten Objekten können somit einfach erkannt und analysiert werden. Zum Beispiel können Bildverarbeitungsalgorithmen (z. B. Clusteringalgorithmen und/oder Algorithmen zur Objekt- und/oder Mustererkennung) zur Erkennung von Reflektionen an bewegten und/oder unbewegten Objekten eingesetzt werden.

Ferner wird auch ein menschlicher Betrachter durch die graphische Repräsentation in die Lage versetzt, Reflektionen an bewegten und/oder unbewegten Objekten zu erkennen und/oder zu analysieren.

**[0070]** Durch die Erkennung und Analyse von Reflektionen an bewegten und/oder unbewegten Objekten können letztlich bewegte und/oder unbewegte Objekten erkannt werden.

**[0071]** Gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung umfasst das erfindungsgemäße Verfahren ferner das Auswerten der Ultraschallechosignaldaten zumindest teilweise basierend auf den normierten Ultraschallechosignaldaten. Optional kann das erfindungsgemäße Verfahren ferner das Ausgeben eines Steuersignals zumindest teilweise basierend auf dem Ergebnis des Auswertens umfassen.

**[0072]** Das Auswerten kann zum Beispiel durch die erfindungsgemäße Vorrichtung und/oder durch eine oder mehrere weitere Vorrichtungen durchgeführt werden. Bei diesen Vorrichtungen kann es sich beispielsweise um einen Server beispielsweise einen Cloud- und/oder Backend-Server und/oder um eine oder mehrere weitere erfindungsgemäße Vorrichtungen handeln. Zum Beispiel umfasst das erfindungsgemäße Verfahren ferner das Kommunizieren der die Ultraschallechosignaldaten und/oder der normierten Ultraschallechosignaldaten zum Auswerten zumindest teilweise an eine oder mehrere weitere Vorrichtungen. Zum Beispiel umfasst die erfindungsgemäße Vorrichtung entsprechend eingerichtete Kommunikationsmittel. Ein Beispiel für solche Kommunikationsmittel ist, wie oben beschrieben, eine Kommunikationsschnittstelle, beispielsweise eine drahtlose Kommunikationsschnittstelle oder eine drahtgebundene Kommunikationsschnittstelle.

**[0073]** Zum Beispiel umfasst das Auswerten das Bestimmen von Amplituden-, Frequenz- und/oder Phaseninformationen des von den Ultraschallechosignaldaten repräsentierten Ultraschallechosignals und/oder von den normierten Ultraschallechosignaldaten repräsentierten normierten Ultraschallechosignals.

**[0074]** Das Auswerten kann zum Beispiel das Anwenden zumindest eines Bildverarbeitungsalgorithmus und/oder Clusteringalgorithmus auf die graphische Repräsentation der normierten Ultraschallechosignaldaten und/oder auf eine als Ergebnis des Bestimmens der graphischen Repräsentation erhaltene graphisch darstellbare Ultraschallechosignaldatenstruktur umfassen. Ein Beispiel für eine Anwendung eines Bildverarbeitungsalgorithmus ist zum Beispiel eine Anwendung eines zweidimensionalen Filters (z. B. eines zweidimensionalen Hammingfilters) auf die graphische Repräsentation der normierten Ultraschallechosignaldaten und/oder die graphisch dar-

stellbare Ultraschallechosignaldatenstruktur. Ein Beispiel für einen Clusteringalgorithmus ist beispielsweise der DBSCAN (Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise) Algorithmus, oder ein modifizierter DBSCAN Algorithmus.

**[0075]** Anschließend können Kenndaten wie charakteristische Eigenschaften und Kennwerte der jeweiligen Cluster bestimmt werden. Beispiele für solche Cluster-Kenndaten sind Informationen über die Lokalisation, Verteilung, Form, Energie, Ausdehnung und Distanz der von einem Cluster repräsentierten auf Reflektionen an Objekten zurückgehende Signalanteile des von den normierten Ultraschallechosignaldaten repräsentierten normierten Ultraschallechosignals. Diese Cluster-Kenndaten ermöglichen beispielsweise eine Beschreibung und Untersuchung von Rückstreu-Pattern. Weitere Beispiele für Cluster-Kenndaten sind Frequenz- und/oder Phaseninformationen.

**[0076]** Das Auswerten kann zum Beispiel umfassen das Fusionieren der Ultraschallechosignaldaten mit weiteren Ultraschallechosignaldaten, wobei die weiteren Ultraschallechosignaldaten beispielsweise den zeitlichen Verlauf der Signalstärke eines von einem weiteren Ultraschallsensor erfassten weiteren Ultraschallechosignals repräsentieren. Gegebenenfalls kann das Fusionieren der Ultraschallechosignaldaten auch mit weiteren Ultraschallechosignaldaten, die den zeitlichen Verlauf der Signalstärke eines oder mehrerer Ultraschallsensoren repräsentieren, erfolgen. Zum Beispiel können Ultraschallechosignaldaten verschiedener Ultraschallsensoren berücksichtigt werden. Alternativ oder zusätzlich können die weiteren Ultraschallechosignaldaten beispielsweise den zeitlichen Verlauf der Signalstärke zumindest eines weiteren Ultraschallechosignals repräsentieren, das zumindest im Wesentlichen auf Reflektionen von Ultraschallimpulsen eines anderen Ultraschallsenders und/oder Ultraschallsensors zurückgehende Signalanteile umfasst.

**[0077]** Zum Beispiel umfasst das Auswerten das Fusionieren der normierten Ultraschallechosignaldaten mit normierten weiteren Ultraschallechosignaldaten, wobei in dem von dem normierten weiteren Ultraschallechosignaldaten repräsentierten Ultraschallechosignal auf Reflektionen eines oder mehrerer Ultraschallimpulse an unbewegten Körpern zurückgehende Signalanteile gegenüber dem durch den weiteren Ultraschallsensor erfassten weiteren Ultraschallechosignal zumindest teilweise reduziert sind. Alternativ oder zusätzlich umfasst das Auswerten das Fusionieren der Cluster-Kenndaten und/oder Signaleigenschaften der jeweiligen Ultraschallechosignaldaten und/oder normierten Ultraschallechosignaldaten.

**[0078]** Unter dem Fusionieren der Ultraschallechosignaldaten mit weiteren Ultraschallechosignaldaten

ten soll beispielsweise verstanden werden, dass die Ultraschallechosignaldaten mit den weiteren Ultraschallechosignaldaten verglichen, zusammengefasst und/oder angereichert werden. Dementsprechend soll unter dem Fusionieren der normierten Ultraschallechosignaldaten mit normierten weiteren Ultraschallechosignaldaten beispielsweise verstanden werden, dass die normierten Ultraschallechosignaldaten mit den normierten weiteren Ultraschallechosignaldaten verglichen, zusammengefasst und/oder angereichert werden. Die Cluster-Kenndaten und/oder Signaleigenschaften der jeweiligen Ultraschallechosignaldaten und/oder normierten Ultraschallechosignaldaten werden beispielsweise entsprechend durch Vergleichen, Zusammenfassen und/oder Anreichern fusioniert.

**[0079]** Die fusionierten Ultraschallechosignaldaten können beispielsweise im Hinblick auf Amplituden-, Signallaufzeit-, Phasen- und Frequenzunterschiede und/oder unterschiedliche Cluster-Kenndaten ausgewertet werden.

**[0080]** Das Auswerten kann zum Beispiel umfassen das Erkennen von bewegten und/oder unbewegten Objekten im Erfassungsbereich des Ultraschallsensors zumindest teilweise basierend auf den normierten Ultraschallechosignaldaten und/oder den bestimmten Cluster-Kenndaten und/oder den Amplituden-, Signallaufzeit-, Phasen- und Frequenzunterschieden und/oder unterschiedliche Cluster-Kenndaten der fusionierten Ultraschallechosignaldaten. Zum Beispiel können bewegte und unbewegte Objekte im Erfassungsbereich des Ultraschallsensors zumindest teilweise basierend auf einem Vergleich der Ultraschallechosignaldaten und der normierten Ultraschallechosignaldaten (z. B. durch einen Vergleich der normierten Ultraschallechosignaldaten gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung mit den normierten Ultraschallechosignaldaten gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung) erkannt werden. Die Frequenz- und/oder Phaseninformation können beispielsweise zum Bestimmen eines Bewegungsvektors eines bewegten Objekts verwendet werden.

**[0081]** Ein möglicher Anwendungsfall (des ersten Aspekts der Erfindung) für das Erkennen von bewegten Objekten ist beispielsweise die Verkehrszählung und/oder -überwachung. Ein möglicher Anwendungsfall (des zweiten Aspekts der Erfindung) für das Erkennen von unbewegten ist beispielsweise die Parkraumüberwachung. In beiden Anwendungsfällen ist die vorliegende Erfindung besonders vorteilhaft, da sie im Gegensatz zum Stand der Technik nicht nur die Auswertung der Erstreflektion eines Ultraschallimpulses, sondern beispielsweise die Auswertung der gesamten Impulsantwort ermöglicht, so dass ein deutlich größerer Bereich (z. B. mehrere Fahrspuren und/oder Parkplätze) erfasst und überwacht werden kann. Durch die Reduzierung der auf Reflektionen an be-

wegten (gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung) oder unbewegten und/oder quasi-unbewegten (gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung) Objekten zurückgehenden Effekte, können je nach Anwendungsfall störende Signalanteile zumindest im Wesentlichen entfernt werden.

**[0082]** Es versteht sich, dass das Auswerten auch unabhängig von dem Normieren der Ultraschallechosignaldaten durchgeführt werden kann. Zum Beispiel kann das Auswerten nur anhand der erhaltenen Ultraschallechosignaldaten durchgeführt werden.

**[0083]** Das Ergebnis des Auswertens kann beispielsweise zumindest teilweise an eine oder mehrere weitere Vorrichtungen kommuniziert werden. Bei diesen Vorrichtungen kann es sich beispielsweise um einen Server beispielsweise einen Cloud- und/oder Backend-Server und/oder um eine oder mehrere weitere erfindungsgemäße Vorrichtungen und/oder eine Steuervorrichtung (z. B. eine Steuervorrichtung zum Steuern eines Leuchtmittels wie einem von dem Unternehmen ICE Gateway GmbH vertriebenen ICE Gateway) handeln. Zum Beispiel umfasst die erfindungsgemäße Vorrichtung Kommunikationsmittel, die eingerichtet sind, das Ergebnis des Auswertens zu kommunizieren. Ein Beispiel für solche Kommunikationsmittel ist, wie oben beschrieben, eine Kommunikationsschnittstelle, beispielsweise eine drahtlose Kommunikationsschnittstelle oder eine drahtgebundene Kommunikationsschnittstelle.

**[0084]** Zum Beispiel kann, wenn das Ergebnis des Auswertens einem vorgegebenen Ergebnis entspricht, ein Steuersignal (z. B. ein vorgegebenes Steuersignal) ausgegeben werden. Es versteht sich, dass das Steuersignal zumindest teilweise von anderen Ergebnissen und/oder Ereignissen abhängen kann (z. B. von von anderen Sensoren und/oder anderen Sensortypen erfassten Signalen). Ein solches Steuersignal kann beispielsweise zum Ansteuern eines Aktors (z. B. eines Leuchtmittels und/oder einer Kamera) dienen. Zum Beispiel kann der Aktor durch das Steuersignal aktiviert, wenn ein bewegtes Objekt erkannt wird. Zum Beispiel ist der Aktor ein Teil der erfindungsgemäßen Vorrichtung. Es sind jedoch auch Ausführungsformen möglich, in denen der Aktor separat von der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist. Zum Beispiel umfasst die erfindungsgemäße Vorrichtung Kommunikationsmittel, die eingerichtet sind, das Steuersignal an den Aktor zu kommunizieren. Ein Beispiel für solche Kommunikationsmittel ist, wie oben beschrieben, eine Kommunikationsschnittstelle, beispielsweise eine drahtlose Kommunikationsschnittstelle oder eine drahtgebundene Kommunikationsschnittstelle.

**[0085]** Ein solcher Aktor ist beispielsweise ein Leuchtmittel und/oder eine Steuervorrichtung zum Steuern eines Leuchtmittels.

**[0086]** Gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung ist die erfindungsgemäße Vorrichtung eine Steuervorrichtung zum Steuern eines Leuchtmittels, umfasst eine Steuervorrichtung zum Steuern eines Leuchtmittel und/oder ist Teil einer Steuervorrichtung zum Steuern eines Leuchtmittels. Zum Beispiel umfasst die erfindungsgemäße Vorrichtung Mittel, die eingerichtet sind, ein oder mehrere Leuchtmittel zu steuern. Das Steuern kann beispielsweise zumindest teilweise abhängig von dem Ergebnis des Auswertens der Ultraschallechosignaldaten und/oder der normierten Ultraschallechosignaldaten erfolgen. Ein Beispiel für eine solche Steuervorrichtung ist zum Beispiel eine Steuervorrichtung für eine Ampelanlage und/oder eine oder mehrere Straßenlampen.

**[0087]** Eine solche Steuervorrichtung zum Steuern eines Leuchtmittels einer Lampe im Außenbereich ist beispielsweise in der Patentanmeldung mit dem Aktenzeichen DE 10 2014 102 678.0 beschrieben, auf die hier ausdrücklich Bezug genommen wird. Ferner ist eine solche Vorrichtung beispielsweise ein von dem Unternehmen ICE Gateway unter dem Produktnamen ICE Gateway hergestellte Vorrichtung.

**[0088]** Unter Steuern eines Leuchtmittels (z. B. eines mit der Vorrichtung verbundenen Leuchtmittels) soll zum Beispiel das Anschalten, Ausschalten und/oder Dimmen des Leuchtmittels verstanden werden.

**[0089]** Zum Beispiel umfasst die erfindungsgemäße Vorrichtung ferner ein oder mehrere Energieversorgungsmittel. Zum Beispiel sind die Energieversorgungsmittel eingerichtet, mit den Leuchtmitteln verbunden zu werden und die Leuchtmittel mit Energie zu versorgen und/oder Leistung zum Betreiben der Leuchtmittel bereitzustellen. Zum Beispiel werden die Leuchtmittel gesteuert, indem die Energieversorgungsmittel gesteuert werden. Zum Beispiel umfassen die Energieversorgungsmittel einen Stromrichter, eine steuerbare Treiberschaltung und/oder einen steuerbaren Spannungswandler (z. B. einen steuerbaren Gleichspannungswandler).

**[0090]** Das Leuchtmittel ist vorzugsweise ein Gleichstrom basiertes Leuchtmittel. Zum Beispiel ist das Leuchtmittel ein LED-Leuchtmittel (Light Emitting Diode) und/oder ein OLED-Leuchtmittel (Organic Light Emitting Diode). Das Leuchtmittel kann jedoch auch ein Wechselstrom basiertes Leuchtmittel sind. Zum Beispiel ist das Leuchtmittel eine Glühbirne und/oder eine Gasentladungslampe.

**[0091]** Zum Beispiel werden die Leuchtmittel zumindest teilweise in Abhängigkeit des Ergebnisses der Auswertung der Ultraschallechosignaldaten und/oder der normierten Ultraschallechosignaldaten gesteuert. Beispielsweise werden die Leuchtmittel bei bestimmten Ergebnissen des Auswertens eingeschaltet oder

hochgedimmt und bei anderen Ergebnissen des Auswertens ausgeschaltet oder runtergedimmt.

**[0092]** Dadurch wird beispielsweise eine Vorrichtung zum Steuern eines Leuchtmittels mit weiteren Funktionen, wie Normieren der Ultraschallechosignaldaten, bereitgestellt. Dies ist beispielsweise vorteilhaft, da für das Vorsehen der weiteren Funktionen beispielsweise kein zusätzlicher Installationsaufwand betrieben werden muss und auf die bereits vorhandenen Mittel der Vorrichtung zum Steuern des Leuchtmittels zurückgegriffen werden kann. Auch sind solche Vorrichtungen zum Steuern eines Leuchtmittels typischerweise Teil eines Beleuchtungssystems (z. B. eines Beleuchtungssystems einer Stadt), das eine Vielzahl von Vorrichtungen zum Steuern eines Leuchtmittels umfasst, so dass dadurch ein großer öffentlicher Bereich abgedeckt werden kann.

**[0093]** Zum Beispiel ist die erfindungsgemäße Vorrichtung an oder in einer Lampe im Außenbereich, insbesondere einer Straßenlampe, anordenbar oder angeordnet. Zum Beispiel ist die erfindungsgemäße Vorrichtung Teil einer Beleuchtungsvorrichtung wie einer Lampe, zum Beispiel einer Lampe im Außenbereich, insbesondere einer Straßenlampe und/oder einer Lampe einer Ampelanlage.

**[0094]** Unter angeordnet an oder in einer Lampe im Außenbereich soll beispielsweise verstanden werden, dass die erfindungsgemäße Vorrichtung innerhalb der Lampe (z. B. im Lampenkopf oder im Mast) und/oder an dem Gehäuse der Lampe (z. B. am Lampenkopf und/oder am Mast) angebracht ist. Zum Beispiel ist die erfindungsgemäße Vorrichtung in der Leuchte, auf bzw. an der Leuchte, in der Laterne und/oder an der Laterne angeordnet.

**[0095]** Gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung ist die erfindungsgemäße Vorrichtung an oder in einer Bushaltestelle, an oder auf einem Bahnsteig, an oder auf einem öffentlichen Platz, an oder in einem öffentlichen Gebäude (z. B. an einer Eingangs- und/oder Ausgangstür) angeordnet und/oder angebracht, um den Zustrom von Besuchern zu messen.

**[0096]** Gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung umfasst das erfindungsgemäße System ferner ein oder mehrere Steuervorrichtung zum Steuern eines Leuchtmittels. Es versteht sich, dass das erfindungsgemäße System alternativ oder zusätzlich weitere externe Komponenten (z. B. Sensoren, Server und/oder Vorrichtungen) umfassen kann.

**[0097]** Gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung ist das erfindungsgemäße System ein Beleuchtungssystem (z. B. einer Stadt).

**[0098]** Weitere vorteilhafte beispielhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind der folgenden detaillierten Beschreibung einiger beispielhafter Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung, insbesondere in Verbindung mit den Figuren zu entnehmen. Die der Anmeldung beiliegenden Figuren sollen jedoch nur dem Zwecke der Verdeutlichung, nicht aber zur Bestimmung des Schutzbereiches der Erfindung dienen. Die beiliegenden Zeichnungen sind nicht notwendigerweise maßstabsgetreu und sollen lediglich das allgemeine Konzept der vorliegenden Erfindung beispielhaft widerspiegeln. Insbesondere sollen Merkmale, die in den Figuren enthalten sind, keineswegs als notwendiger Bestandteil der vorliegenden Erfindung erachtet werden.

**[0099]** Es zeigen:

**[0100]** Fig. 1 ein Blockschaltbild der elektronischen Komponenten einer beispielhaften Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung;

**[0101]** Fig. 2 ein Blockdiagramm einer beispielhaften Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Systems;

**[0102]** Fig. 3 ein Flussdiagramm eines Beispiels eines erfindungsgemäßen Verfahrens;

**[0103]** Fig. 4 ein Flussdiagramm eines Beispiels eines erfindungsgemäßen Verfahrens;

**[0104]** Fig. 5 eine beispielhafte graphische Darstellung eines von Ultraschallechosignaldaten repräsentierten Ultraschallechosignals;

**[0105]** Fig. 6 eine beispielhafte graphische Darstellung eines von mehreren aufeinanderfolgenden Ultraschallechosignaldatenblöcken repräsentierten Ultraschallechosignals; und

**[0106]** Fig. 7 eine beispielhafte Darstellung einer graphischen Repräsentation von Ultraschallechosignaldaten.

**[0107]** Fig. 1 ist ein Blockschaltbild einer beispielhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung **10**.

**[0108]** Prozessor **11** der Vorrichtung **10** ist insbesondere als Mikrocontroller oder Mikroprozessor ausgebildet. Prozessor **11** führt Programmanweisungen aus, die in Programmspeicher **12** gespeichert sind, und speichert beispielsweise Zwischenergebnisse oder ähnliches in Hauptspeicher **13**. Zum Beispiel ist Programmspeicher **12** ein nicht-flüchtiger Speicher wie ein Flash-Speicher, ein Magnetspeicher, ein EEPROM-Speicher, ein persistenter Speicher wie ein ROM-Speicher und/oder ein optischer Speicher. Hauptspeicher **13** ist zum Beispiel ein flüchtiger oder

nicht-flüchtiger Speicher, insbesondere ein Speicher mit wahlfreiem-Zugriff (RAM) wie ein statischer RAM-Speicher (SRAM), ein dynamischer RAM-Speicher (DRAM).

**[0109]** Vorzugsweise sind Programmspeicher **12** und Hauptspeicher **13** zusammen mit Prozessor **11** in einem Modul angeordnet. Prozessor **11** ist beispielsweise operativ mit Programmspeicher **12** und Hauptspeicher **13** verbunden, beispielsweise über einen Bus.

**[0110]** In Programmspeicher **12** sind beispielsweise Programmanweisungen gespeichert, die den Prozessor **11** und/oder Vorrichtung **10**, wenn der Prozessor **11** die Programmanweisungen ausführt, veranlassen, zumindest teilweise die in Fig. 3 und/oder Fig. 4 dargestellten Verfahren auszuführen und/oder zu steuern.

**[0111]** Vorrichtung **10** umfasst einen Ultraschallsensor **14**. Es sind allerdings auch Ausführungsformen möglich, in denen der Ultraschallsensor **14** kein Teil der Vorrichtung **10** ist, sondern beispielsweise separat von der Vorrichtung **10** ist.

**[0112]** Der Ultraschallsensor **14** ist beispielsweise als kombinierte Ultraschalldetektor und Ultraschallsender gebildet.

**[0113]** Dementsprechend ist Ultraschallsensor **14** zum einen eingerichtet, ein Ultraschallechosignal zu erfassen. Der Ultraschallsensor **14** kommuniziert beispielsweise Ultraschallechosignaldaten an den Prozessor **11**, die eine Repräsentation des zeitlichen Verlaufs der Signalstärke des erfassten Ultraschallechosignals sind. Zum Erfassen des Ultraschallechosignals weist der Ultraschallsensor **14** beispielsweise einen piezoelektrischen Wandler, der ein an der Position des Ultraschallsensors **15** detektierbares Ultraschallechosignal in ein elektrisches Signal umwandelt. Ferner weist der Ultraschallsensor beispielsweise weitere Komponenten zur Verarbeitung des elektrischen Signals (z. B. einen oder mehrere Filter wie einen oder mehrere Bandpassfilter, einen Mischer wie einen Abwärtsmischer, etc.) sowie zur Analog-Digital-Wandlung des elektrischen Signals und zum Erhalten der Ultraschallechosignaldaten (z. B. einen Analog-Digital-Wandler wie einen Delta-Sigma-Wandler und/oder einen Parallel-Wandler) auf.

**[0114]** Zum anderen ist Ultraschallsensor **14** beispielsweise eingerichtet, einen oder mehrere Ultraschallimpulse auszusenden, zum Beispiel, wenn ein entsprechendes Steuersignal von Prozessor **11** an Ultraschallsensor **14** empfangen wird. Zum Aussenden der Ultraschallimpulse kann der Ultraschallsensor **14** ebenfalls einen piezoelektrischen Wandler aufweisen, der ein elektrisches Signal in einen oder mehrere Ultraschallimpulse umwandelt. Vorzugswei-

se können zum Aussenden und Erfassen derselbe piezoelektrische Wandler verwendet werden.

**[0115]** Prozessor **11** ist beispielsweise operativ mit Ultraschallsensor **14** verbunden, beispielsweise über einen Bus.

**[0116]** Die optionale drahtlose Kommunikationsschnittstelle **15** ist zum Beispiel eingerichtet, gemäß einer oder mehreren drahtlosen Kommunikationstechniken zu kommunizieren. Im Folgenden wird beispielhaft angenommen, dass die drahtlose Kommunikationsschnittstelle **15** die Kommunikation über ein lokales Funknetz und ein Mobilfunknetz unterstützt. Zum Beispiel wird die drahtlose Kommunikationsschnittstelle **15** zumindest teilweise durch einen Sendeempfänger der lokalen Funknetztechnik, einen Sendeempfänger der Mobilfunktechnik und eine oder mehrere Antennen gebildet. Wie oben offenbart, ist ein Beispiel für eine lokale Funknetztechnik RFID, NFC, Bluetooth und/oder WLAN; und ein Beispiel für eine Mobilfunktechnik ist GSM, UMTS und/oder LTE. Optional kann die drahtlose Kommunikationsschnittstelle **15** nur eine dieser drahtlosen Kommunikationstechniken oder weitere drahtlose und/oder drahtgebundene Kommunikationstechniken unterstützen.

**[0117]** Der Prozessor **11** kann beispielsweise über die drahtlose Kommunikationsschnittstelle **15** mit anderen Vorrichtungen wie einer Fernüberwachungsvorrichtung, einem oder mehreren separaten Ultraschallsensoren und/oder weiteren erfindungsgemäßen Vorrichtungen kommunizieren. Prozessor **11** ist beispielsweise operativ mit der drahtlosen Kommunikationsschnittstelle **15** verbunden, beispielsweise über einen Bus. Beispielsweise kann die drahtlose Kommunikationsschnittstelle **15** Informationen von anderen Vorrichtungen empfangen oder abfragen und an Prozessor **11** weiterleiten und/oder Informationen von Prozessor **11** empfangen und an andere Vorrichtungen senden. Zum Beispiel steuert Prozessor **11** die Kommunikationsschnittstelle **15** zumindest teilweise.

**[0118]** Fig. 2 ist ein Blockdiagramm einer beispielhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Systems **20**. Das System **20** umfasst die Vorrichtung **10** mit dem Ultraschallsensor **14** (nicht in Fig. 2 dargestellt). Optional kann das System **20** weitere erfindungsgemäße Vorrichtungen, Ultraschallsensoren und/oder Ultraschallsender umfassen.

**[0119]** Vorrichtung **10** ist in System **20** beispielhaft in einer Sidefire-Konfiguration an einem Mast einer Straßenlampe montiert und winkelig (d. h. weder senkrecht noch waagrecht) zur Straßenoberfläche ausgerichtet. Im Erfassungsbereich des Ultraschallsensors **15** befinden sich in dem in Fig. 2 dargestellten Beispielszenario sowohl bewegte Objekte **21**, **22**, **23** und **24** als auch ein unbewegtes Objekt **25**.

**[0120]** Fig. 3 ist ein Flussdiagramm **300**, das beispielhaft die Schritte eines erfindungsgemäßen Verfahrens gemäß dem ersten und zweiten Aspekt der Erfindung darstellt. Die im Flussdiagramm **300** dargestellten Schritte werden von Mitteln der Vorrichtung **10** ausgeführt und/oder gesteuert. Beispielsweise werden die Schritte zumindest teilweise von dem Prozessor **11** der Vorrichtung **10** ausgeführt und/oder gesteuert.

**[0121]** In einem Schritt **301** werden an der Vorrichtung **10** Ultraschallechosignaldaten erhalten, wobei die Ultraschallechosignaldaten ein von dem Ultraschallsensor **14** erfasstes Ultraschallechosignal zumindest teilweise repräsentieren. Die Ultraschallechosignaldaten werden an der Vorrichtung **10** beispielsweise durch Erfassen des Ultraschallechosignals durch den Ultraschallsensor **14** erhalten.

**[0122]** Die Ultraschallechosignaldaten sind beispielsweise eine Repräsentation des zeitlichen Verlaufs der Signalstärke des von dem Ultraschallsensor erfassten Ultraschallechosignals. Jeder Datenpunkt der Ultraschallechosignaldaten umfasst beispielsweise eine Repräsentation eines Werts der Signalstärke des erfassten Ultraschallechosignals zu einem Erfassungszeitpunkt und eine Repräsentation des Erfassungszeitpunkts. Eine beispielhafte graphische Darstellung **50** des von den Ultraschallechosignaldaten repräsentierten Ultraschallechosignals **51** ist in Fig. 5 gezeigt. Jeder Signalpunkt des Ultraschallechosignals **51** entspricht einem Datenpunkt der Ultraschallechosignaldaten. In Fig. 5 ist das Ultraschallechosignal **51** als zeitlicher Verlauf der Signalstärke dargestellt. Dementsprechend ist auf der Abzisse **52** die Zeit  $t$  und auf der Ordinate **53** die Signalstärke  $s(t)$  aufgetragen.

**[0123]** In einem Schritt **302** werden die Ultraschallechosignaldaten normiert, wobei das Normieren der Ultraschallechosignaldaten das Normieren zumindest eines ersten Datenpunkts der Ultraschallechosignaldaten zumindest teilweise in Abhängigkeit zumindest eines zweiten Datenpunkts der Ultraschallechosignaldaten umfasst. Dabei repräsentiert der erste Datenpunkt den Wert der Signalstärke des erfassten Ultraschallechosignals zu einem ersten Erfassungszeitpunkt, und der zweite Datenpunkt repräsentiert den Wert der Signalstärke des erfassten Ultraschallechosignals zu einem früheren zweiten Erfassungszeitpunkt.

**[0124]** In der graphischen Darstellung **50** des von den Ultraschallechosignaldaten repräsentierten Ultraschallechosignals **51** ist ein mögliches Beispiel für einen dem ersten Datenpunkt entsprechenden Signalpunkt mit dem Bezugszeichen **54** versehen. In diesem Beispiel umfasst der erste Datenpunkt beispielsweise eine Repräsentation des Werts der Signalstärke  $s(t_1)$  und eine Repräsentation des ersten

Erfassungszeitpunkts  $t_1$ . Ein mögliches Beispiel für einen dem zweiten Datenpunkt entsprechenden Signalpunkt ist mit dem Bezugszeichen **55** versehen, so dass der zweite Datenpunkt beispielsweise eine Repräsentation des Werts der Signalstärke  $s(t_2)$  und eine Repräsentation des zweiten Erfassungszeitpunkts  $t_2$  umfasst. Der zweite Erfassungszeitpunkt  $t_2$  ist zeitlich früher als der erste Erfassungszeitpunkt  $t_1$ .

**[0125]** Wie oben beschrieben, soll unter dem Normieren der Ultraschallechosignaldaten gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung vorliegend beispielsweise verstanden werden, dass auf Reflektionen eines oder mehrerer zuvor ausgesendeter Ultraschallimpulse an unbewegten und/oder quasi-unbewegten Objekten (z. B. Objekt **25** in **Fig. 2**) zurückgehende Signalanteile in dem von den normierten Ultraschallechosignaldaten repräsentierten normierten Ultraschallechosignal gegenüber dem erfassten Ultraschallechosignal zumindest teilweise reduziert werden. Unter dem Normieren der Ultraschallechosignaldaten gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung vorliegend dementsprechend beispielsweise verstanden werden, dass auf Reflektionen eines oder mehrerer zuvor ausgesendeter Ultraschallimpulse an bewegten Objekten (z. B. Objekt **21** in **Fig. 2**) zurückgehende Signalanteile in dem von den normierten Ultraschallechosignaldaten repräsentierten normierten Ultraschallechosignal gegenüber dem erfassten Ultraschallechosignal zumindest teilweise reduziert werden.

**[0126]** Zum Beispiel umfasst das Normieren zumindest des ersten Datenpunkts der Ultraschallechosignaldaten das Bestimmen und/oder Wählen des zweiten Datenpunkts zumindest teilweise in Abhängigkeit des ersten Datenpunkts und das Bestimmen eines normierten ersten Datenpunkt basierend zumindest auf dem ersten Datenpunkt und dem zweiten Datenpunkt. Gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung wird der zweite Datenpunkt beispielsweise derart in Abhängigkeit des ersten Datenpunkts bestimmt und/oder gewählt, dass auf Reflektionen eines oder mehrerer zuvor ausgesendeter Ultraschallimpulse an unbewegten und/oder quasi-unbewegten Objekten zurückgehende Signalanteile in dem von den normierten Ultraschallechosignaldaten repräsentierten normierten Ultraschallechosignal gegenüber dem erfassten Ultraschallechosignal zumindest teilweise reduziert werden. Gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung wird der zweite Datenpunkt beispielsweise derart in Abhängigkeit des ersten Datenpunkts bestimmt und/oder gewählt, dass auf Reflektionen eines oder mehrerer zuvor ausgesendeter Ultraschallimpulse an bewegten Objekten zurückgehende Signalanteile in dem von den normierten Ultraschallechosignaldaten repräsentierten normierten Ultraschallechosignal gegenüber dem erfassten Ultraschallechosignal zumindest teilweise reduziert werden.

**[0127]** Zum Beispiel wird eine von dem normierten ersten Datenpunkt umfasste Repräsentation eines Werts einer Signalstärke basierend auf dem von dem ersten Datenpunkt und dem zweiten Datenpunkt repräsentierten Werten der Signalstärke des erfassten Ultraschallechosignals bestimmt.

**[0128]** Beispielsweise werden die Ultraschallechosignaldaten in Schritt **302** durch den Prozessor **11** normiert, indem der Prozessor **11** zumindest den ersten und den zweiten Datenpunkt bestimmt und/oder wählt und die von dem normierten ersten Datenpunkt umfasste Repräsentation eines Werts einer Signalstärke bestimmt.

**[0129]** Als Ergebnis des Normierens der Ultraschallechosignaldaten in Schritt **302** werden normierte Ultraschallechosignaldaten umfassend zumindest den normierten ersten Datenpunkt erhalten. Gegebenenfalls werden als Ergebnis des Normierens der Ultraschallechosignaldaten in Schritt **302** normierte Ultraschallechosignaldaten gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung und normierte Ultraschallechosignaldaten gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung erhalten.

**[0130]** **Fig. 4** ist ein Flussdiagramm **400**, das beispielhaft die Schritte eines erfindungsgemäßen Verfahrens gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung darstellt. Die im Flussdiagramm **400** dargestellten Schritte werden von Mitteln der Vorrichtung **10** ausgeführt und/oder gesteuert. Beispielsweise werden die Schritte zumindest teilweise von dem Prozessor **11** der Steuervorrichtung **10** ausgeführt und/oder gesteuert.

**[0131]** In einem Schritt **401** sendet die Vorrichtung **10** einen oder mehrere Ultraschallimpulse aus und/oder veranlasst das Aussenden der Ultraschallimpulse. Zum Beispiel werden die Ultraschallimpulse in regelmäßigen Zeitabständen  $T_R$  ausgesendet. Alternativ oder zusätzlich wird beispielsweise das Aussenden der Ultraschallimpulse in regelmäßigen Zeitabständen  $T_R$  veranlasst. Vorzugsweise sind die ausgesendeten Ultraschallimpulse gleich. Zum Beispiel basieren die ausgesendeten Ultraschallimpulse auf einem zeitbegrenzten Prototypen-Puls, welcher auf eine Ultraschallträgerfrequenz (z. B. **44** kHz) moduliert und/oder frequenzverschoben wird.

**[0132]** Zum Beispiel werden die Ultraschallimpulse in Schritt **401** von dem Ultraschallsensor **14** ausgesendet. Beispielsweise steuert der Prozessor **11** den Ultraschallsensor **14** an, um den Ultraschallsensor **14** zu veranlassen, die Ultraschallimpulse auszusenden.

**[0133]** In einem Schritt **402** werden an der Vorrichtung **10** Ultraschallechosignaldaten erhalten, wobei die Ultraschallechosignaldaten ein von dem Ultraschallsensor **14** erfasstes Ultraschallechosignal zumindest teilweise repräsentieren. Die Ultraschall-



echosignaldaten werden an der Vorrichtung **10** beispielsweise durch Erfassen des Ultraschallechosignals durch den Ultraschallsensor **14** erhalten. Schritt **402** entspricht beispielsweise dem oben im Zusammenhang mit dem in **Fig. 3** gezeigten Flussdiagramm **300** beschriebenen Schritt **301**.

**[0134]** Wie oben beschrieben, sind die Ultraschallechosignaldaten beispielsweise eine Repräsentation des zeitlichen Verlaufs der Signalstärke des von dem Ultraschallsensor erfassten Ultraschallechosignals. Zum Beispiel umfasst das von den Ultraschallechosignaldaten repräsentierte Ultraschallechosignal zumindest im Wesentlichen auf Reflektionen der in Schritt **401** ausgesendeten Ultraschallimpulse an bewegten Objekten (z. B. Objekte **21** bis **24** in **Fig. 2**) und unbewegten Objekten (z. B. Objekt **25** in **Fig. 2**) zurückgehenden Signalanteile. Eine beispielhafte graphische Darstellung **50** des von den Ultraschallechosignaldaten repräsentierte Ultraschallechosignals **51** ist, wie oben beschrieben, in **Fig. 5** gezeigt.

**[0135]** In einem Schritt **403** werden die Ultraschallechosignaldaten in mehrere Ultraschallechosignaldatenblöcke unterteilt, beispielsweise unterteilt der Prozessor **11** die Ultraschallechosignaldaten in mehrere Ultraschallechosignaldatenblöcke. Dabei werden die Ultraschallechosignaldaten derart in mehrere Ultraschallechosignaldatenblöcke unterteilt, dass die Ultraschallechosignaldatenblöcke aufeinanderfolgende Zeitabschnitte gleicher Zeitabschnittslänge des zeitlichen Verlaufs des Werts der Signalstärke des erfassten Ultraschallechosignals repräsentieren, wobei ein erster Ultraschallechosignaldatenblock den ersten Datenpunkt und ein zweiter Ultraschallechosignaldatenblock den zweiten Datenpunkt umfasst.

**[0136]** Zum Beispiel beginnt jeder der Zeitabschnitte mit dem Sendezeitpunkt eines Ultraschallimpulses. Dies hat im vorliegenden Fall den Effekt, dass die Zeitabschnittslänge jedes der Zeitabschnitte beispielsweise dem Zeitabstand  $T_R$  zwischen den Sendezeitpunkten zweier aufeinanderfolgender Ultraschallimpulse entspricht. Ferner wird der von einem Ultraschallechosignaldatenblock repräsentierte zeitliche Verlauf der Signalstärke des erfassten Ultraschallechosignals in diesem Fall zumindest im Wesentlichen durch Reflektionen des zu Beginn des jeweiligen Zeitabschnitts ausgesendeten Ultraschallimpulses bestimmt und wird somit im Folgenden beispielhaft auch als Ultraschallimpulsantwort bezeichnet wird.

**[0137]** Der Beginn eines Zeitabschnitts kann beispielsweise durch die genaue Kenntnis der Sendezeitpunkte erfolgen. Zum Beispiel kennt der Prozessor **11**, wenn er den Ultraschallsensor **14** ansteuert, um den Ultraschallsensor **14** zu veranlassen, die Ultraschallimpulse auszusenden, den Sen-

dezeitpunkt der Ultraschallimpulse. Alternativ oder zusätzlich können entsprechende Sendezeitpunktdaten, die einen oder mehrere Sendezeitpunkte eines oder mehrerer Ultraschallimpulse repräsentieren, in Programmspeicher **12** gespeichert sein. Alternativ oder zusätzlich kann der Sendezeitpunkte eines Ultraschallimpulses auch bestimmt werden. Zum Beispiel kann, wenn der Ultraschallsensor **14** ein kombinierte Ultraschalldetektor und Ultraschallsender ist, durch eine Analyse des verbleibenden Rücksprechens eines ausgesendeten Ultraschallimpulses in den Ultraschalldetektor (z. B. Rücksprechen über gemeinsame Komponenten des Ultraschalldetektors und des Ultraschallsenders wie einen Duplexer) bestimmt werden.

**[0138]** Eine beispielhafte graphische Darstellung **60** des von drei aufeinanderfolgenden Ultraschallechosignaldatenblöcken repräsentierte Ultraschallechosignals **61** ist in **Fig. 6** gezeigt. Das Ultraschallechosignal **61** entspricht dem in **Fig. 5** dargestellten Ultraschallechosignal **51**. Dementsprechend ist auch in **Fig. 6** auf der Abzisse **62** die Zeit  $t$  und auf der Ordinate **63** die Signalstärke  $s(t)$  aufgetragen. Die drei aufeinanderfolgenden Zeitabschnitte **64**, **65** und **66** haben jeweils die Zeitabschnittslänge  $T_R$  und beginnen jeweils mit einem der Sendezeitpunkte  $T_0$ ,  $T_1$  und  $T_2$  eines in Schritt **401** ausgesendeten Ultraschallimpulses. Diese Zeitabschnitte **64**, **65** und **66** und der darin gezeigte zeitliche Verlauf der Signalstärke des Ultraschallechosignals **61** entsprechen jeweils einem Ultraschallechosignaldatenblock.

**[0139]** In einem Schritt **404** werden die Ultraschallechosignaldaten gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung normiert, wobei das Normieren der Ultraschallechosignaldaten gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung das Normieren zumindest eines ersten Datenpunkts in einem ersten Ultraschallechosignaldatenblock zumindest teilweise in Abhängigkeit zumindest eines zweiten Datenpunkts in einem zweiten Ultraschallechosignaldatenblock umfasst. Dabei repräsentiert der erste Datenpunkt den Wert der Signalstärke des erfassten Ultraschallechosignals zu einem ersten Erfassungszeitpunkt, und der zweite Datenpunkt repräsentiert den Wert der Signalstärke des erfassten Ultraschallechosignals zu einem früheren zweiten Erfassungszeitpunkt. Beispielsweise sind der erste Ultraschallechosignaldatenblock und der zweite Ultraschallechosignaldatenblock aufeinanderfolgende Ultraschallechosignaldatenblöcke.

**[0140]** Wie oben beschrieben, soll unter dem Normieren der Ultraschallechosignaldaten gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung vorliegend beispielsweise verstanden werden, dass auf Reflektionen eines oder mehrerer zuvor ausgesendeter Ultraschallimpulse an unbewegten und/oder quasi-unbewegten Objekten (z. B. Objekt **25** in **Fig. 2**) zurückgehende Signalanteile in dem von den normierten Ultra-

schallechosignaldaten repräsentierten normierten Ultraschallechosignal gegenüber dem erfassten Ultraschallechosignal zumindest teilweise reduziert werden.

**[0141]** Zum Beispiel umfasst das Normierens zumindest des ersten Datenpunkts der Ultraschallechosignaldaten gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung das Wählen zumindest des zweiten Datenpunkts zumindest teilweise in Abhängigkeit des ersten Datenpunkts und das Bestimmen eines normierten ersten Datenpunkts basierend zumindest auf dem ersten Datenpunkt und dem zweiten Datenpunkt. Hierfür sind verschiedene Algorithmen möglich, von denen im Folgenden beispielhaft ein möglicher Algorithmus beschrieben wird.

**[0142]** Zum Beispiel wird der zweite Datenpunkt derart bestimmt und/oder gewählt, dass er mit der gleichen Signallaufzeit  $\Delta t$  wie der erste Datenpunkt assoziiert ist und/oder sich im zweiten Ultraschallechosignaldatenblock an der gleichen Position befindet wie der erste Datenpunkt im ersten Ultraschallechosignaldatenblock. Neben dem zweiten Datenpunkt können weitere Datenpunkte derart bestimmt und/oder gewählt werden, dass sie jeweils mit der gleichen Signallaufzeit  $\Delta t$  wie der erste Datenpunkt assoziiert sind und/oder sich in ihrem jeweiligen Ultraschallechosignaldatenblock an der gleichen Position befinden wie der erste Datenpunkt im ersten Ultraschallechosignaldatenblock.

**[0143]** In der graphischen Darstellung **60** des von den Ultraschallechosignaldaten repräsentierten Ultraschallechosignals **61** ist ein mögliches Beispiel für einen dem ersten Datenpunkt entsprechenden Signalpunkt mit dem Bezugszeichen **67** versehen. In diesem Beispiel umfasst der erste Datenpunkt beispielsweise eine Repräsentation des Werts der Signalstärke  $s(t_1)$  und eine Repräsentation des ersten Erfassungszeitpunkts  $t_1$ . Ein mögliches Beispiel für einen dem zweiten Datenpunkt entsprechenden Signalpunkt ist mit dem Bezugszeichen **68** versehen, so dass der zweite Datenpunkt beispielsweise eine Repräsentation des Werts der Signalstärke  $s(t_2)$  und eine Repräsentation des zweiten Erfassungszeitpunkts  $t_2$  umfasst. Der zweite Erfassungszeitpunkt  $t_2$  ist zeitlich früher als der erste Erfassungszeitpunkt  $t_1$ .

**[0144]** Die Zeitdifferenz zwischen dem ersten Erfassungszeitpunkt  $t_1$  und dem ersten Sendezeitpunkt  $T_1$  und die Zeitdifferenz zwischen dem zweiten Erfassungszeitpunkt  $t_2$  und dem zweiten Sendezeitpunkt  $T_2$  entsprechen jeweils  $\Delta t$ . Dabei entspricht  $\Delta t$  der Signallaufzeit des zu Beginn des jeweiligen Zeitabschnitts ausgesendeten Ultraschallimpulses. Aus der Signallaufzeit  $\Delta t$  lässt sich die Distanz  $d$  des reflektierenden Objekts bestimmen, sofern keine Mehrfachreflektion vorliegt (z. B. mit der folgenden Formel:  $d = \frac{\Delta t \cdot v}{2}$ , mit Schallgeschwindigkeit  $v$ ). Dementsprechend

gehen beide Werte der Signalstärke  $s(t_1)$  und  $s(t_2)$ , sofern keine Mehrfachreflektionen vorliegen, jeweils auf eine Reflektion des zu Beginn des jeweiligen Zeitabschnitts ausgesendeten Ultraschallimpulses an einem Objekt in der gleichen Distanz  $d$  vom Ultraschallsensor **14** zurück.

**[0145]** Beispielsweise können der zweite Datenpunkt und ggfs. die weiteren Datenpunkte zumindest teilweise in Abhängigkeit einer Fensterfunktion  $h(t)$  bestimmt werden. Zum Beispiel gibt die Fensterfunktion  $h(t = T_1)$  in Abhängigkeit des Beginns des ersten Zeitabschnitts  $T_1$  (also des ersten Sendezeitpunkts  $T_1$ ) einen Zeitausschnitt vor, in dem der zweite Datenpunkt und ggfs. die weiteren Datenpunkte liegen. Dabei kann die Fensterfunktion  $h(t = T_1)$  einen vergangenen Zeitausschnitt und/oder einen zukünftigen Zeitausschnitt (z. B. durch eine Verzögerung der Echtzeitprozessierung der Ultraschallechosignaldaten) vorgeben.

**[0146]** Für die von dem ersten Datenpunkt und dem zweiten Datenpunkt und ggfs. den weiteren Datenpunkten repräsentierten Werte der Signalstärke (z. B.  $s(t_1)$  mit  $t_1 = T_1 + \Delta t$  für den ersten Datenpunkt,  $s(t_2)$  für den zweiten Datenpunkt) des erfassten Ultraschallechosignals werden anschließend beispielsweise der Mittelwert  $\bar{s}(T_1, \Delta t)$  und die Varianz  $\sigma_s^2(T_1, \Delta t)$  bestimmt. Dabei kann die Fensterfunktion  $h(t = T_1)$  eine Gewichtung der von dem ersten Datenpunkt und dem zweiten Datenpunkt und ggfs. den weiteren Datenpunkten repräsentierten Werte der Signalstärke vorgegeben. Der normierte erste Datenpunkt  $s_n(t_1)$  kann anschließend zum Beispiel entsprechend der folgenden Formel bestimmt werden:

$$s_n(t_1) = \frac{s(t_1) - \bar{s}(T_1, \Delta t)}{\sqrt{\sigma_s^2(T_1, \Delta t)}}$$

**[0147]** Dies hat den Effekt, dass das durchschnittliche Reflektionsniveau und darüber hinaus die Schwankungsgröße, welche auch distanzabhängig ist, zumindest teilweise reduziert und/oder kompensiert wird. Dadurch wird eine Kompensation und/oder Reduzierung der statischen Umgebungseffekte, also der auf Reflektionen an unbewegten und/oder quasi-unbewegten Objekten zurückgehenden Effekte erreicht.

**[0148]** Dies ist beispielsweise vorteilhaft, um die aus der Veränderlichkeit sowohl der Objekte als auch der Umgebung im Erfassungsbereich des Ultraschallsensors **15** resultierenden Effekte und Störungen zu minimieren. Dies können z. B. leichte Veränderungen (z. B. bewegte Bäume, sich öffnende Fenster, etc.) sein, aber auch Objekte, die sich dauerhaft in die Umgebung einfügen oder aus dieser entfernen (z. B. parkende Fahrzeuge). Um diese Faktoren zu berücksichtigen, kann, wie oben beschrieben, ein Zeitfens-

ter (gewichtete Funktion von mehreren Ultraschallsignalblöcken) verwendet werden, anhand dessen beispielsweise Charakteristiken der Umgebung (z. B. Grundreflexionen der Umgebung, des Bodens und feststehender Objekte) und die allgemeine Veränderlichkeit der Umgebung (Größe der Schwankung der allseits vorhandenen Reflexionen, wie z. B. durch die Bewegung der Bäume, Schwingungen, Sensorfehler und Störungen verursacht) berücksichtigt werden können. Zudem können einzelne Objekte (z. B. parkenden Autos), die dauerhaft die Umgebung verändern, nach Erkennung auch rechnerisch berücksichtigt werden.

**[0149]** Zum Beispiel wird das oben beschriebene Normieren zumindest des ersten Datenpunkts für jeden Datenpunkt der Ultraschallsignaldaten wiederholt. Zum Beispiel ist der erste Datenpunkt dabei jeweils der zu normierende Datenpunkt. Zum Beispiel wird der zweite Datenpunkt (und ggfs. jeder der weiteren Datenpunkte) jeweils in Abhängigkeit des ersten Datenpunkts bestimmt und/oder gewählt.

**[0150]** Als Ergebnis des Normierens werden in Schritt **404** normierte Ultraschallsignaldaten erhalten, umfassend zumindest den normierten ersten Datenpunkt. Falls das Normieren für jeden Datenpunkt der Ultraschallsignaldaten wiederholt wird, werden als Ergebnis des Normierens in Schritt **404** normierte Ultraschallsignaldaten erhalten, umfassend die normierte Datenpunkte (z. B. umfassend ausschließlich normierte Datenpunkte).

**[0151]** In den in Schritt **404** erhaltenen normierten Ultraschallsignaldaten sind die auf Reflexionen an unbewegten und/oder quasi-unbewegten Objekten zurückgehende Signalanteile gegenüber dem von dem Ultraschallsensor erfassten Ultraschallsignal zumindest teilweise reduziert werden. Es handelt sich somit um normierte Ultraschallsignaldaten gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung. Gegebenenfalls können basierend auf diesen in Schritt **404** erhaltenen normierten Ultraschallsignaldaten normierte Ultraschallsignaldaten gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung bestimmt werden, indem die Differenz zwischen diesen normierten Ultraschallsignaldaten und den in Schritt **402** erhaltenen Ultraschallsignaldaten bestimmt wird. Diese Differenz entspricht beispielsweise den normierten Ultraschallsignaldaten gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung. In diesen normierten Ultraschallsignaldaten gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung sind auf Reflexionen an bewegten Objekten zurückgehende Signalanteile gegenüber dem erfassten Ultraschallsignal zumindest teilweise reduziert.

**[0152]** In einem Schritt **405** wird eine graphische Repräsentation der normierten Ultraschallsignaldaten zumindest teilweise in Abhängigkeit der Ultra-

schallsignaldatenblöcke bestimmt. Zum Beispiel ist und/oder umfasst die graphische Repräsentation eine Pixelanordnung mit in einem Raster angeordneten Pixeln.

**[0153]** Fig. 7 zeigt eine beispielhafte Darstellung einer graphischen Repräsentation von normierten Ultraschallsignaldaten. Die graphische Repräsentation ist eine Pixelanordnung **70** mit in einem Raster angeordneten Pixeln. Beispielsweise wird jeder Pixel der Pixelanordnung **70** jeweils in Abhängigkeit eines Datenpunktes der normierten Ultraschallsignaldaten bestimmt. Zum Beispiel wird die Graustufe eines Pixels in Abhängigkeit des von dem jeweiligen Datenpunkt repräsentierten Werts der Signalstärke (alternativ auch Frequenz und/oder Phase) bestimmt. Dabei werden alle Datenpunkte eines Ultraschallsignaldatenblocks jeweils durch die in einer Rasterspalte des Rasters angeordneten Pixel der Pixelanordnung **70** repräsentiert, und Datenpunkte aufeinanderfolgender Ultraschallsignaldatenblöcke werden jeweils durch die aufeinanderfolgenden Rasterspalten des Rasters angeordneten Pixel der Pixelanordnung **70** repräsentiert. Für den oben beschriebenen Fall, dass jeder von einem Ultraschallsignaldatenblock repräsentierte Zeitabschnitt mit dem Sendezeitpunkt eines Ultraschallimpulses beginnt, repräsentiert somit beispielsweise jede Rasterspalte des Rasters der Pixelanordnung **70** eine Ultraschallimpulsantwort eines zuvor ausgesendeten Ultraschallimpulses.

**[0154]** Zum Beispiel ist auf der in Richtung der Rasterspalten laufenden Ordinate **71** die Signallaufzeit  $\Delta t$  mit dem maximalen Wert  $T_R$  aufgetragen. Wie oben beschrieben, kann aus der Signallaufzeit  $\Delta t$  die Distanz  $d$  des reflektierenden Objekts bestimmt werden, sofern keine Mehrfachreflektion vorliegt (z. B. mit der folgenden Formel:  $d = \frac{\Delta t \cdot v}{2}$ , mit Schallgeschwindigkeit  $v$ ). Die Ordinate kann daher auch als Impulsantwortachse, Distanzachse oder Signallaufzeitachse bezeichnet werden. Auf der Abszisse **72** sind beispielsweise als diskrete Zeitpunkte die Sendezeitpunkte (z. B.  $T_0, T_1, T_2$ ) der Ultraschallimpulse aufgetragen. Sie stellt somit die Anzahl der jeweils auf einen Ultraschallimpuls erfassten Ultraschallimpulsantworten dar und kann auch als Zeitachse bezeichnet werden.

**[0155]** Dementsprechend ist die Position jedes Pixels in Fig. 7 durch den Sendezeitpunkt des Ultraschallimpulses, der den Beginn des Zeitabschnitts des Ultraschallsignaldatenblocks des jeweiligen Datenpunkts bestimmt, und der mit dem jeweiligen Datenpunkt assoziierten Signallaufzeit bestimmt. Ferner wird die Graustufe jedes Pixels beispielsweise in Abhängigkeit des von dem jeweiligen Datenpunkt repräsentierten Werts der Signalstärke bestimmt.

**[0156]** Somit lässt sich das normierte Ultraschallechosignal in dieser zweidimensionalen Darstellung z. B. mit Bildverarbeitungsalgorithmen weiterverarbeiten.

**[0157]** In möglichen Ausführungsformen wird auch eine graphische Repräsentation der Ultraschallechosignaldaten bestimmt (z. B. vor oder nach Schritt **404**). Dies geschieht dann beispielsweise entsprechend zu dem Bestimmen der graphischen Repräsentation der normierten Ultraschallechosignaldaten in Schritt **405**.

**[0158]** In einem Schritt **406** werden die Ultraschallechosignaldaten zumindest teilweise basierend auf den normierten Ultraschallechosignaldaten ausgewertet.

**[0159]** Dazu werden beispielsweise ein oder mehrere Clusteringalgorithmen auf die Ultraschallechosignaldaten und/oder die normierten Ultraschallechosignaldaten angewendet, z. B. auf eine graphische Repräsentation der Ultraschallechosignaldaten und/oder der normierten Ultraschallechosignaldaten.

**[0160]** Zwei mögliche Clusteringalgorithmen werden im Folgenden kurz beispielhaft beschrieben:

#### Clusteringalgorithmus Beispiel 1 (Schwellwert-Clustering):

1. Zunächst wird die graphische Repräsentation der Ultraschallechosignaldaten und/oder der normierten Ultraschallechosignaldaten mit einer Dilatation gefiltert, um Lücken zu füllen und die einzelnen Messergebnisse zu verbreitern.
2. Das Signal wird nun mithilfe eines Schwellwertes, der auf jeden Pixel angewendet wird, dabei allerdings die direkte Umgebung und Randeigenschaften beachtet, in ein Schwarz-Weiß Bild umgewandelt.
3. Diese Daten werden nun mithilfe eines simplen Clustering-Algorithmus bearbeitet. Dabei werden Pixel, die nah aneinander liegen und im vorherigen Schritt als signifikant erkannt wurden, demselben Cluster zugeordnet.
4. Um Störungen und Fehler an der Sensorik auszugleichen, werden kleine Löcher innerhalb der Cluster geschlossen.
5. Nun kann, optional noch ein letzter Verarbeitungsschritt folgen, bei dem Objekte, die örtlich oder zeitlich sehr nah aneinander liegen und deswegen demselben Cluster zugeordnet wurden, wieder getrennt werden. Dazu werden die Cluster schrittweise von den Maximalwerten der Amplitude ausgehend vergrößert. Nachdem ein gewisser Prozentwert vom Signalmaximum unterschritten wurde, verschmelzen sich berührende Cluster nicht mehr, wodurch nun eine Trennung erreicht wird.

#### Clusteringalgorithmus Beispiel 2 (Modifizierter DBSCAN)

**[0161]** Die zweite Beispiel beruht auf dem DBSCAN-Algorithmus. Hierzu wurden folgende Modifikationen am ursprünglichen Algorithmus vorgenommen:

1. Anpassung der Distanzberechnung. Neben dem Euklidischen Abstand gehen auch die Werte der Amplituden des Signals in die Berechnung des Abstandes ein.
2. Andere Hüllenbildung um die Kernobjekte. Zu den Dichte-erreichbaren Objekte gehören nicht nur Objekte, die von anderen Kernobjekten erreichbar sind, sondern sämtliche Objekte, die von einem zu einem Cluster gehörenden Objekt erreicht werden können. Um zu verhindern, dass Objekte, die nicht zueinander gehören zum selben Cluster hinzugefügt werden, wird die Suche nach Dichteerreichbaren Objekten abgebrochen, nachdem eine gewisse Anzahl nicht Dichte-Erreichbarer Objekte untersucht wurde.

**[0162]** Zur Vorbereitung der weiteren Auswertung werden anschließend beispielsweise Kenndaten wie charakteristische Eigenschaften und/oder Kennwerte der Cluster ermittelt. Dies können zum einen Informationen über die Lokalisation, Verteilung, Form, Energie, Ausdehnung und Distanz der Reflektionen innerhalb der Cluster sein, so dass das Rückstreuungsmuster möglichst gut beschrieben und auf Besonderheiten untersucht werden können. Weiterhin können Frequenz- und/oder Phaseninformationen des von den Ultraschallechosignaldaten repräsentierten Ultraschallechosignals und/oder des von den normierten Ultraschallechosignaldaten repräsentierten normierten Ultraschallechosignals hinzugezogen und den einzelnen Clustern zugeordnet werden. Hierzu können Analysen im Frequenzbereich notwendig sein, beispielsweise durch eine kontinuierliche Analyse der Phasenlage zur Ermittlung von Phaseninformationen und/oder Frequenzinformationen (z. B. Frequenzverschiebungen durch Dopplereffekte).

**[0163]** Außerdem können zum Beispiel bei mehreren Ultraschallsensoren Fusionsresultate wie Laufzeit-, Phasen- und Frequenzunterschiede bzw. Informationen über unterschiedliche Objekte in den verschiedenen Erfassungsbereichen der Ultraschallsensoren genutzt werden.

**[0164]** Anschließend findet beispielsweise das Erkennen von bewegten und/oder unbewegten Objekten im Erfassungsbereich des Ultraschallsensors beispielsweise zumindest teilweise basierend auf den Ergebnissen des Clustering, der ermittelten charakteristischen Eigenschaften und/oder Kennwerte der Cluster sowie möglichen Fusionsresultaten statt.

**[0165]** Die Erfindung ist nicht auf diese Auswertungsmethoden beschränkt. Vielmehr sind auch an-

dere Auswertungsmethoden in Schritt **406** möglich. Letztlich sind auch Ausführungsformen möglich, in denen auf den Schritt **406** gänzlich verzichtet wird oder in denen der Schritt **406** durch eine andere Entität durchgeführt wird.

**[0166]** Die vorliegende Erfindung (z. B. die Schritte des in **Fig. 4** gezeigten Flussdiagramms **400**) ermöglicht eine nicht-intrusive Erkennung von unbewegten und bewegten Objekten mittels Ultraschallsensorik. Dabei können beispielsweise Verkehrsteilnehmer erfasst und charakterisiert werden. Dies ist, wie oben beschrieben, durch eine Nutzung modulierter Sende-Impulse möglich, deren Reflektionen an Objekten durch einen oder mehrere Ultraschallsensoren erfasst werden. Die resultierenden Reflektionsformen inklusive einer möglichen Frequenzverschiebung durch Doppler-Verschiebung können dann analysiert und die prozessierten Daten (z. B. die normierten Ultraschallechosignaldaten) fusioniert werden. Für diese Reflektionen können ferner charakteristische Parameter bestimmt werden, die im folgenden Schritt beispielsweise von lernfähigen Algorithmen ausgewertet und zum Beispiel zur Lokalisation/Geschwindigkeitsbestimmung von Fahrzeug- bzw. Objekttyp genutzt werden. Dabei können sowohl ein Ultraschallsensor und/oder ein Ultraschallsender als auch mehrere Ultraschallsensoren und/oder Ultraschallsender verwendet werden. So kann beispielsweise durch partielle Überschneidung der Erfassungsbereiche mehrere Ultraschallsensoren eine sehr genaue räumliche Ortung vorgenommen werden. Ferner erlaubt der Einsatz mehrerer Sensoren, neben einer verbesserten Präzision, beispielsweise eine Feststellung von Position und Bewegungsrichtung bzw. Geschwindigkeitsvektor in allen drei Raumachsen (z. B. durch Frequenzunterschiede aufgrund des Dopplereffekts).

**[0167]** Bestimmte Ausführungsformen der Erfindung ermöglichen beispielsweise die neuartige Nutzung von Ultraschallsensorik zur Überwachung komplexer Umgebungen (z. B. Umgebungen im Außenbereich, insbesondere im Straßenverkehr). Durch die Auswertung nicht nur einer, sondern aller im Abdeckungsbereich liegenden Reflektionen sind neue Konfigurationen, wie z. B. die sog. Sidefire-Anordnung von der Seite der Straße zur Überwachung mehrerer Fahrspuren, möglich. Auch verschiedenste Zielanwendungen wie die Verkehrsüberwachung oder auch Parkraumüberwachung sind gleichzeitig mit einem Sensor oder einem Sensorverbund möglich. Dabei kann die Auswertung durch die neuartige interne bzw. grafische Darstellung (z. B. in Form einer Pixelanordnung), welche eine gleichzeitige Analyse der zeitlichen und räumlichen Zusammenhänge bei der Ultraschallsensorikauswertung ermöglicht, erleichtert werden. Das Normierungsverfahren lässt sich beispielsweise mit geringem Aufwand in dieser Darstellung umsetzen und ermöglicht eine deutliche

Reduktion der Störeinflüsse durch unerwünschte Reflektionen statischer (z. B. unbewegter) bzw. irrelevanter dauerhaft bewegter (z. B. quasi-unbewegter) Objekte (wie z. B. Bäume, Baumäste, etc.).

**[0168]** Der Einsatz von Ultraschallsensorik stellt aus ökonomischen und wirtschaftlichen Gründen die weit bessere Alternative gegenüber im Stand der Technik verwendeten Sensoren wie beispielsweise Radarsensoren dar. Somit können durch die höhere Anzahl von mehreren verteilten Sensoren an mehreren optimalen Stellen, die Ergebnisse sogar verbessert und optimiert werden.

**[0169]** Die in dieser Spezifikation beschriebenen beispielhaften Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung sollen auch in allen Kombinationen miteinander offenbart verstanden werden. Insbesondere soll auch die Beschreibung eines von einer Ausführungsform umfassten Merkmals – sofern nicht explizit gegenteilig erklärt – vorliegend nicht so verstanden werden, dass das Merkmal für die Funktion des Ausführungsbeispiels unerlässlich oder wesentlich ist. Die Abfolge der in dieser Spezifikation geschilderten Verfahrensschritte in den einzelnen Flussdiagrammen ist nicht zwingend, alternative Abfolgen der Verfahrensschritte sind denkbar. Die Verfahrensschritte können auf verschiedene Art und Weise implementiert werden, so ist eine Implementierung in Software (durch Programmanweisungen), Hardware oder eine Kombination von beidem zur Implementierung der Verfahrensschritte denkbar.

**[0170]** In den Patentansprüchen verwendete Begriffe wie "umfassen", "aufweisen", "beinhalten", "enthalten" und dergleichen schließen weitere Elemente oder Schritte nicht aus. Unter die Formulierung „zumindest teilweise“ fallen sowohl der Fall „teilweise“ als auch der Fall „vollständig“. Die Formulierung „und/oder“ soll dahingehend verstanden werden, dass sowohl die Alternative als auch die Kombination offenbart sein soll, also „A und/oder B“ bedeutet „(A) oder (B) oder (A und B)“. Eine Mehrzahl von Einheiten, Personen oder dergleichen bedeutet im Zusammenhang dieser Spezifikation mehrere Einheiten, Personen oder dergleichen. Die Verwendung des unbestimmten Artikels schließt eine Mehrzahl nicht aus. Eine einzelne Einrichtung kann die Funktionen mehrerer in den Patentansprüchen genannten Einheiten bzw. Einrichtungen ausführen. In den Patentansprüchen angegebene Bezugszeichen sind nicht als Beschränkungen der eingesetzten Mittel und Schritte anzusehen.

## ZITATE ENHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

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

### Zitierte Patentliteratur

- DE 102014102678 [0087]

### Zitierte Nicht-Patentliteratur

- ISO-Standards 18000 [0022]
- 11784/11785 [0022]
- ISO/IEC-Standard 14443-A [0022]
- 15693 [0022]
- Standards der IEEE-802.11-Familie [0022]
- [www.3gpp.com](http://www.3gpp.com) [0022]
- [www.usb.org](http://www.usb.org) [0022]
- IEEE-Standard 802.3af-2003 [0022]

## Patentansprüche

1. Verfahren, umfassend:

- Erhalten (**301, 402**) von Ultraschallechosignaldaten, wobei die Ultraschallechosignaldaten ein von einem Ultraschallsensor erfasstes Ultraschallechosignal (**51, 61**) zumindest teilweise repräsentieren,
- Normieren (**302, 404**) der Ultraschallechosignaldaten, wobei das Normieren der Ultraschallechosignaldaten umfasst Normieren zumindest eines ersten Datenpunkts (**54**) der Ultraschallechosignaldaten zumindest teilweise in Abhängigkeit zumindest eines zweiten Datenpunkts (**55**) der Ultraschallechosignaldaten, wobei der erste Datenpunkt (**54**) den Wert der Signalstärke ( $s(t_1)$ ) des erfassten Ultraschallechosignals zu einem ersten Erfassungszeitpunkt ( $t_1$ ) repräsentiert, wobei der zweite Datenpunkt (**55**) der Ultraschallechosignaldaten den Wert der Signalstärke ( $s(t_2)$ ) des erfassten Ultraschallechosignals zu einem früheren zweiten Erfassungszeitpunkt ( $t_2$ ) repräsentiert, wobei als Ergebnis des Normierens der Ultraschallechosignaldaten normierte Ultraschallechosignaldaten umfassend den normierten ersten Datenpunkt erhalten werden.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, das Verfahren ferner umfassend:

- Aussenden und/oder Veranlassen des Aussendens (**401**) eines oder mehrerer Ultraschallimpulse.

3. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 und 2, wobei der erste Erfassungszeitpunkt ( $t_1$ ) und der zweite Erfassungszeitpunkt ( $t_2$ ) jeweils mit der gleichen Signallaufzeit ( $\Delta t$ ) eines zuvor ausgesendeten Ultraschallimpulses assoziiert sind.

4. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, das Normieren zumindest des ersten Datenpunkts umfassend zumindest eines von:

- Bestimmen eines Signalstärke-Mittelwerts zumindest in Abhängigkeit der von dem ersten Datenpunkt (**54**) und dem zweiten Datenpunkt (**55**) repräsentierten Werte der Signalstärke ( $s(t_1)$ ,  $s(t_2)$ ) des erfassten Ultraschallechosignals (**51, 61**);
- Bestimmen einer Signalstärke-Standardabweichung und/oder einer Signalstärke-Varianz zumindest teilweise in Abhängigkeit der von dem ersten Datenpunkt (**54**) und dem zweiten Datenpunkt (**55**) repräsentierten Werte der Signalstärke ( $s(t_1)$ ,  $s(t_2)$ ) des erfassten Ultraschallechosignals (**51, 61**);
- Dividieren des Signalstärke-Mittelwerts durch die Signalstärke-Standardabweichung;
- Subtrahieren des Signalstärke-Mittelwerts von dem von dem ersten Datenpunkt (**54**) repräsentierten Wert der Signalstärke des erfassten Ultraschallechosignals (**51, 61**); und
- Dividieren des Ergebnisses der Subtraktion des Signalstärke-Mittelwerts von dem von dem ersten Datenpunkt (**54**) repräsentierten Wert der Signalstärke

( $s(t_1)$ ) des erfassten Ultraschallechosignals (**51, 61**) durch die Signalstärke-Standardabweichung.

5. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, das Verfahren ferner umfassend:

- Durchführen des Normierens für jeden Datenpunkt der Ultraschallechosignaldaten.

6. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, das Verfahren ferner umfassend:

- Unterteilen (**403**) der Ultraschallechosignaldaten in mehrere Ultraschallechosignaldatenblöcke, wobei die Ultraschallechosignaldatenblöcke aufeinanderfolgende Zeitabschnitte (**64–66**) gleicher Zeitabschnittslänge ( $T_R$ ) des zeitlichen Verlaufs des Werts der Signalstärke des erfassten Ultraschallechosignals (**51, 61**) repräsentieren, und wobei ein erster Ultraschallechosignaldatenblock den ersten Datenpunkt (**54**) und ein zweiter Ultraschallechosignaldatenblock den zweiten Datenpunkt (**55**) umfasst.

7. Verfahren gemäß Anspruch 6, das Verfahren ferner umfassend:

- Bestimmen (**405**) einer graphischen Repräsentation (**70**) der Ultraschallechosignaldaten und/oder der normierten Ultraschallechosignaldaten zumindest teilweise in Abhängigkeit der Ultraschallechosignaldatenblöcke.

8. Verfahren gemäß Anspruch 7, wobei die graphische Repräsentation (**70**) eine Pixelanordnung mit in einem Raster angeordneten Pixeln ist und/oder umfasst.

9. Verfahren gemäß Anspruch 8, wobei die Pixel jeder Rasterpalte des Rasters jeweils in Abhängigkeit der Datenpunkte eines jeweiligen Ultraschallechosignaldatenblocks der Ultraschallechosignaldatenblöcke bestimmt werden.

10. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, das Verfahren ferner umfassend:

- Auswerten (**406**) der Ultraschallechosignaldaten zumindest teilweise basierend auf den normierten Ultraschallechosignaldaten.

11. Verfahren gemäß Anspruch 9, das Verfahren ferner umfassend:

- Ausgeben eines Steuersignals zumindest teilweise basierend auf dem Ergebnis des Auswertens; und/oder
- Kommunizieren des Ergebnisses des Auswertens zumindest teilweise zu einer oder mehreren weiteren Vorrichtungen.

12. Computerprogramm, umfassend Programm-anweisungen, die einen Prozessor zur Ausführung und/oder Steuerung des Verfahrens gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11 veranlassen, wenn das Computerprogramm auf dem Prozessor läuft.

13. Vorrichtung, umfassend:

– Mittel (**11–15**) eingerichtet zur Ausführung und/oder Steuerung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 11 oder umfassend jeweilige Mittel (**11–15**) zur Ausführung und/oder Steuerung der Schritte des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 11.

14. Vorrichtung (**10**) gemäß Anspruch 13, wobei die Vorrichtung Teil einer Steuervorrichtung zum Steuern eines Leuchtmittels und/oder eine Steuervorrichtung zum Steuern eines Leuchtmittels ist.

15. System (**20**), umfassend:

– eine oder mehrere Vorrichtungen (**10**) gemäß einem der Ansprüche 13 und 14, und  
– einen oder mehrere ortsfeste Ultraschallsensoren.

Es folgen 7 Seiten Zeichnungen



Anhängende Zeichnungen

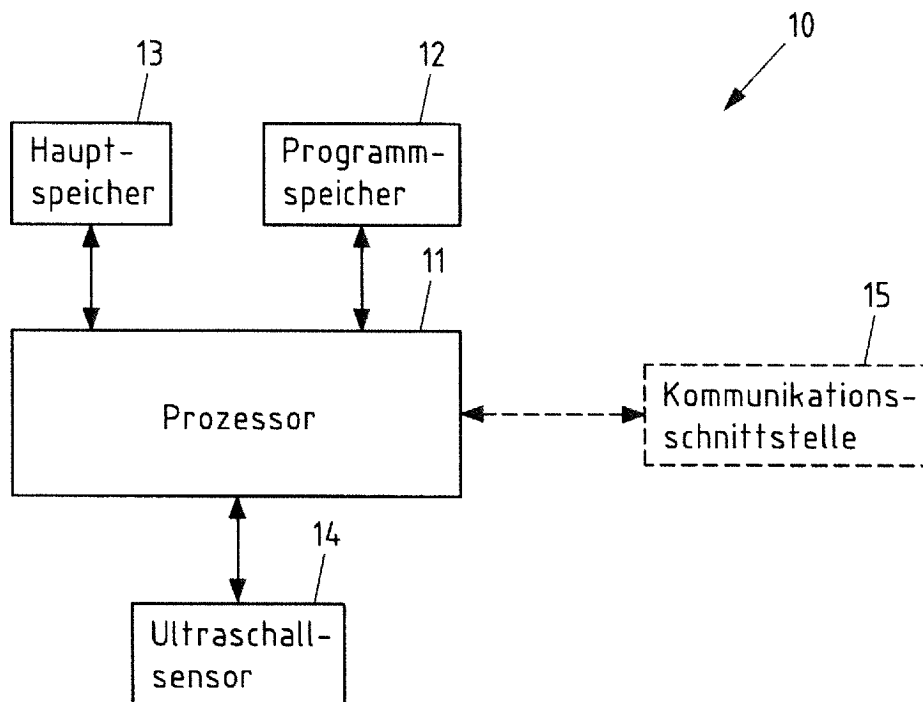


Fig.1

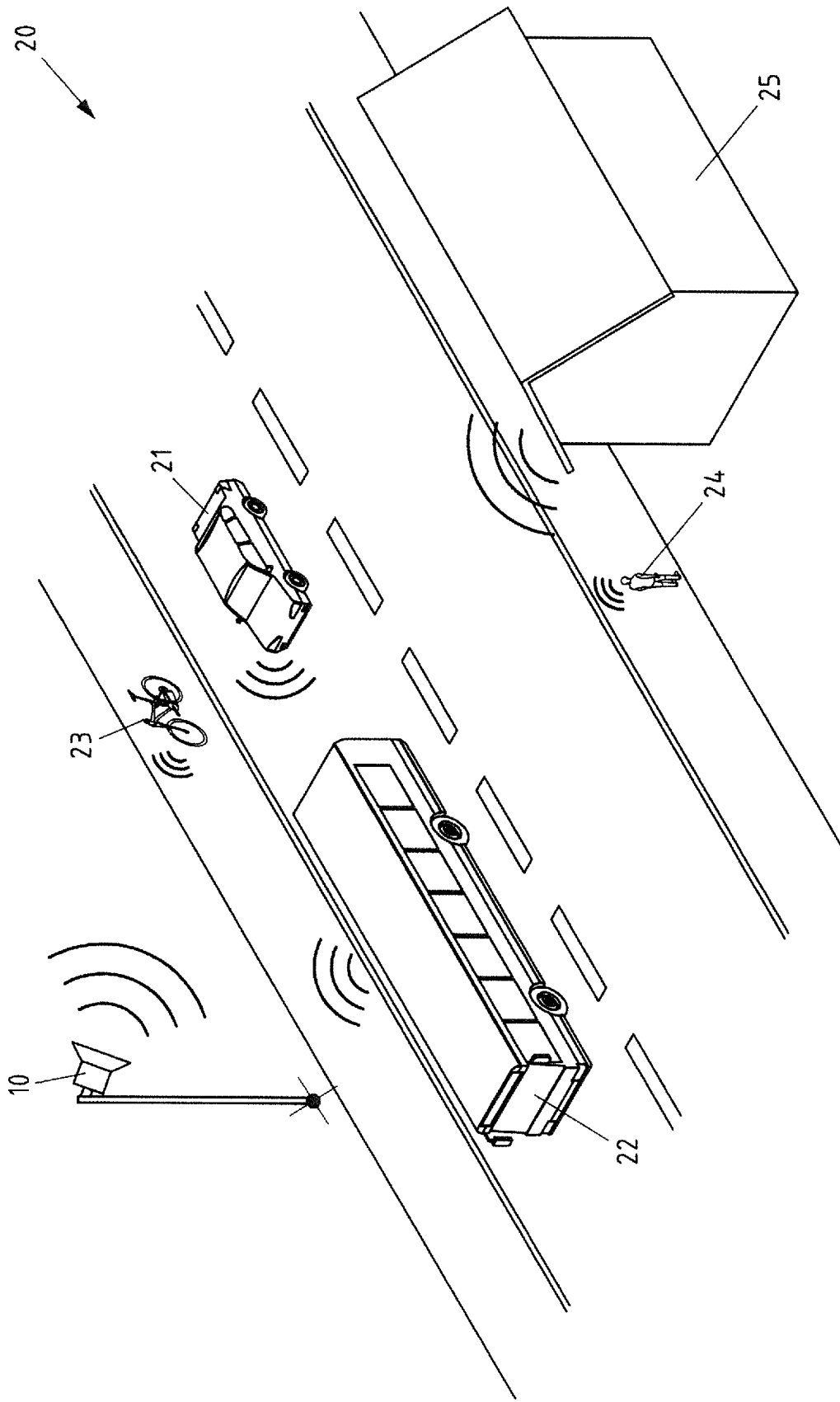


Fig.2

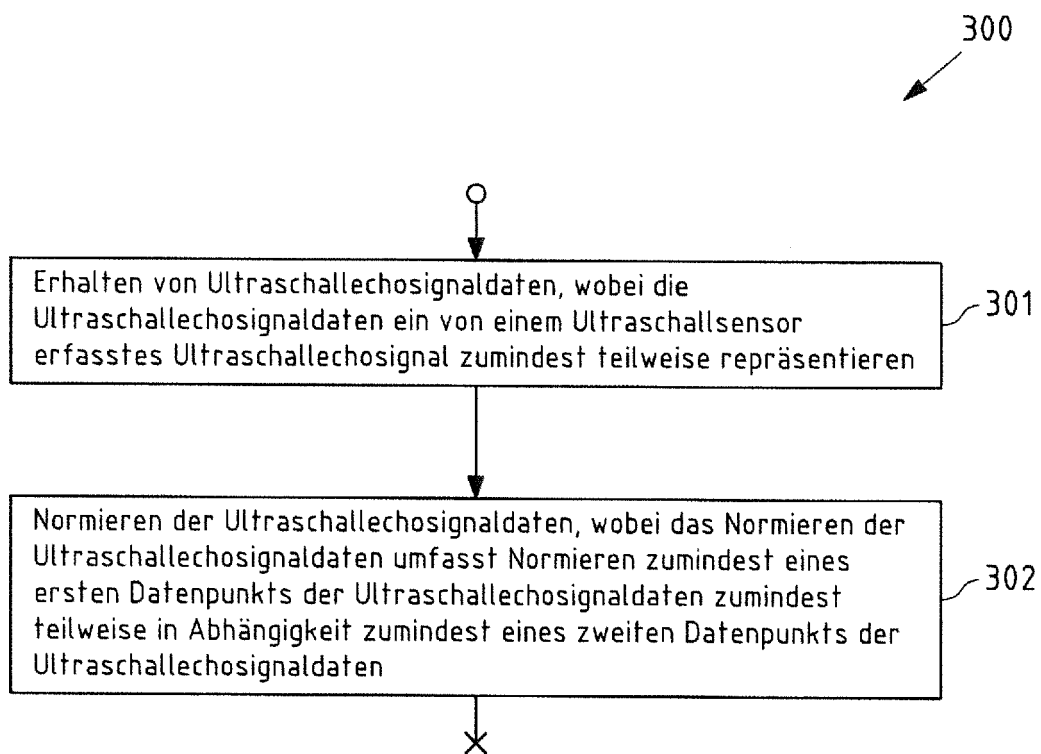


Fig.3

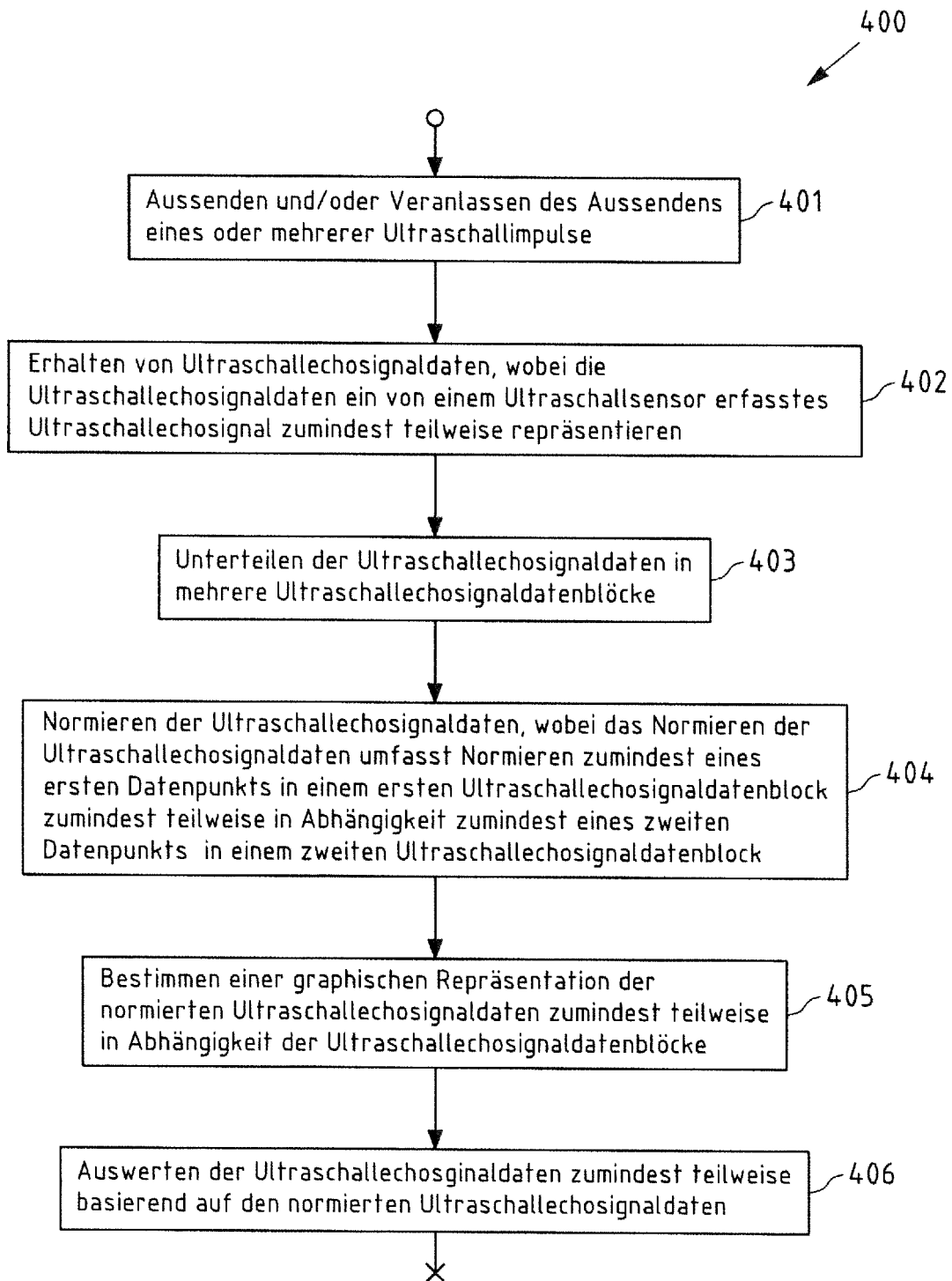


Fig.4

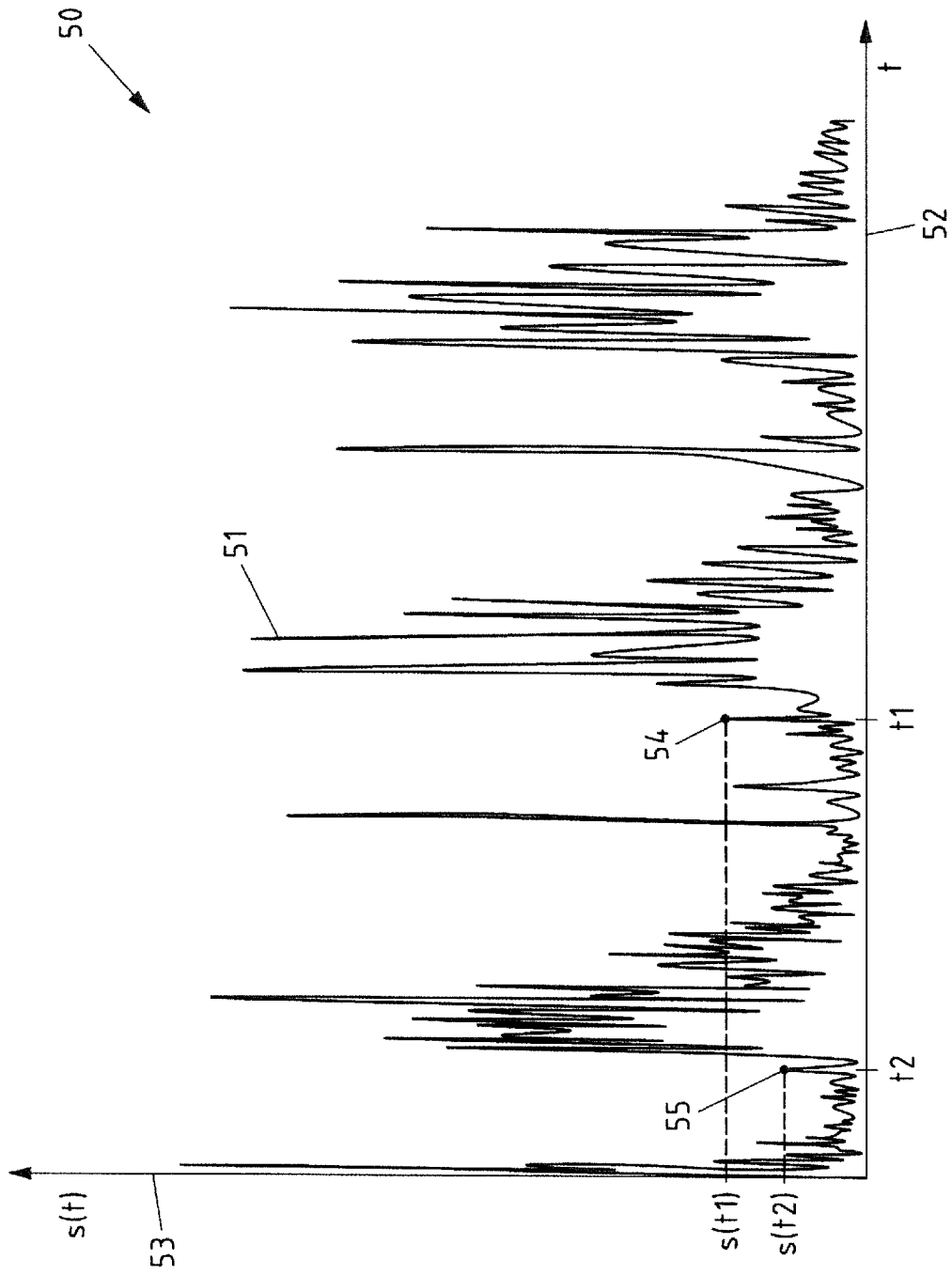


Fig.5

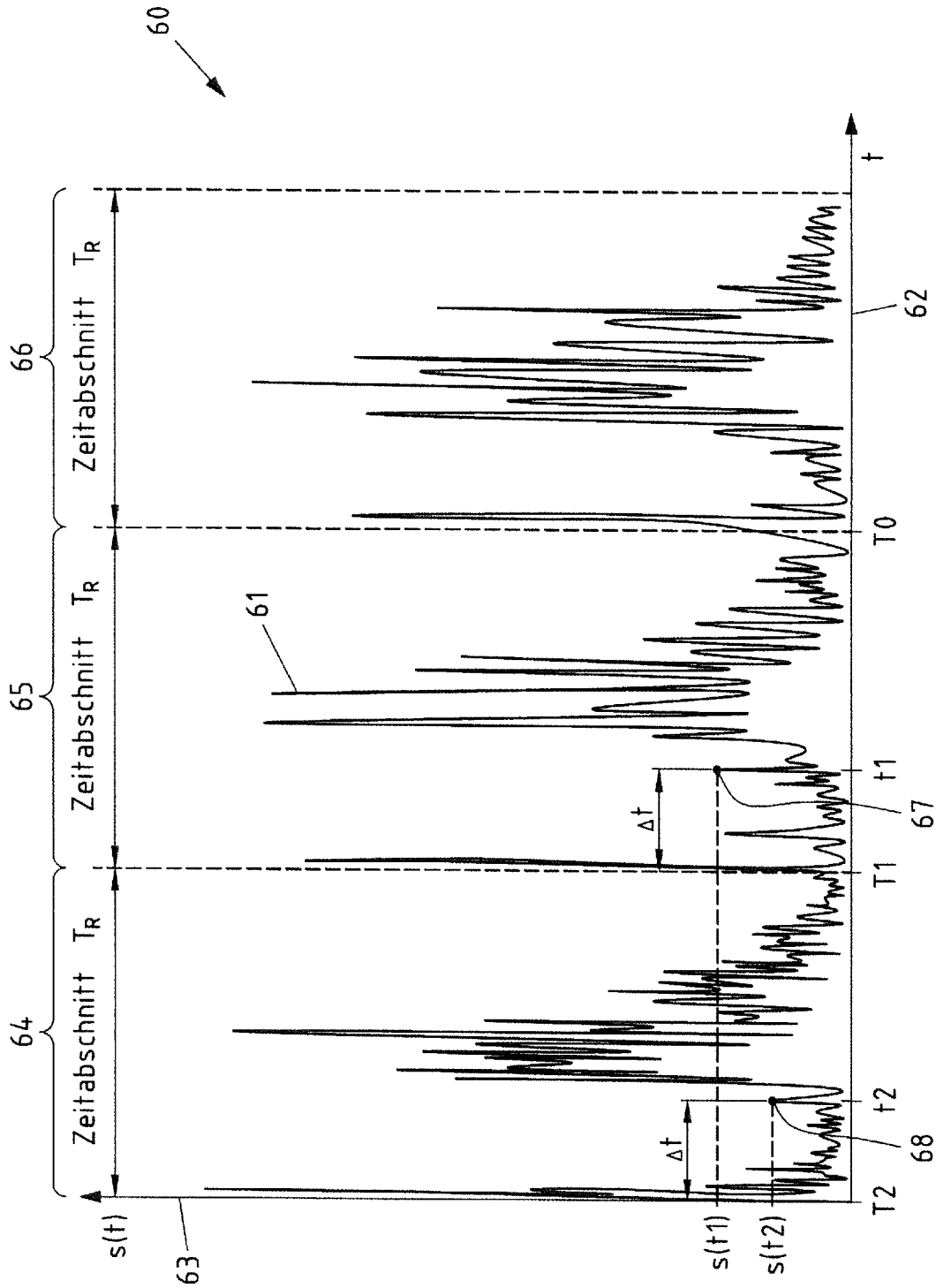


Fig.6

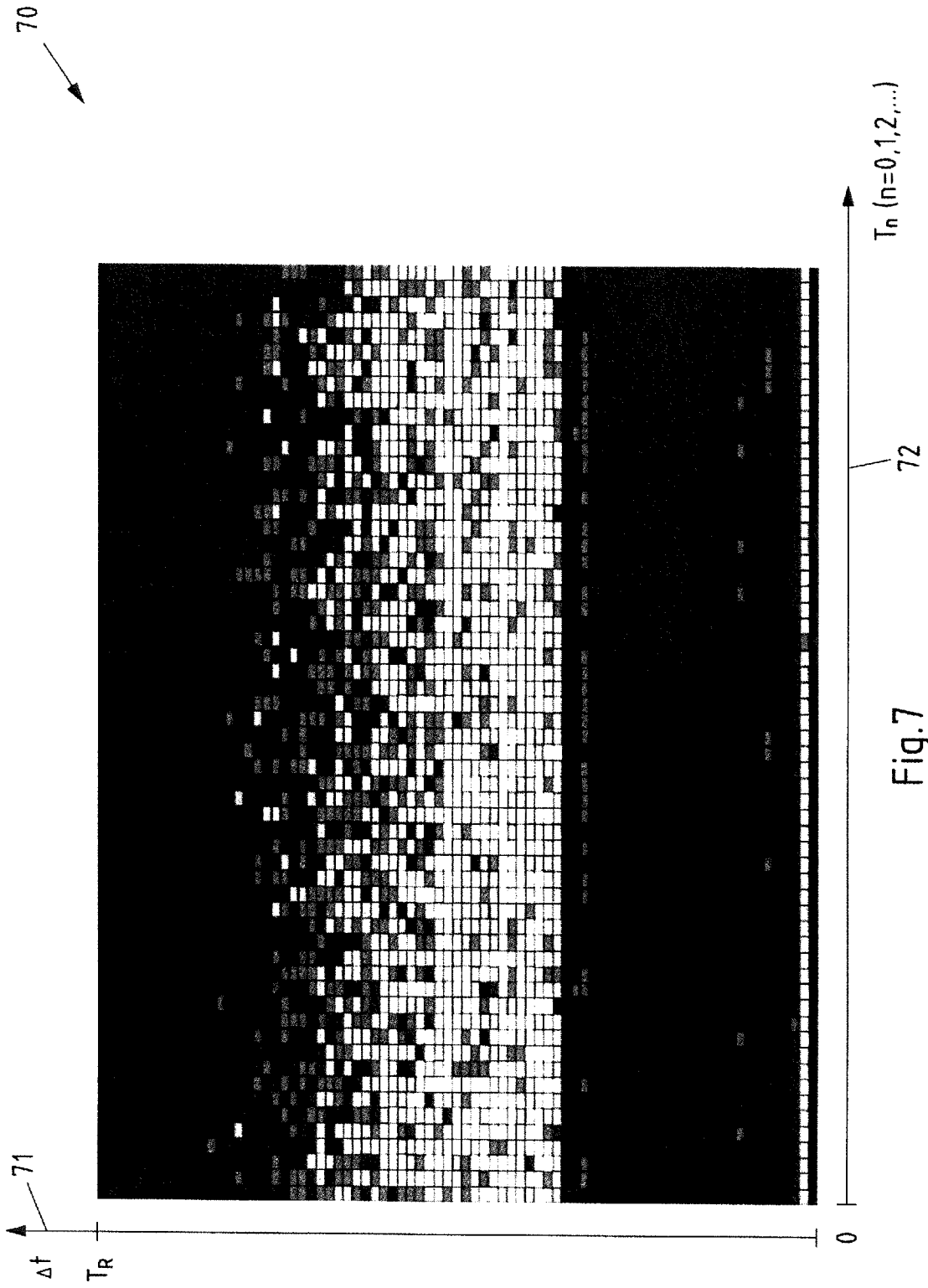


Fig.7