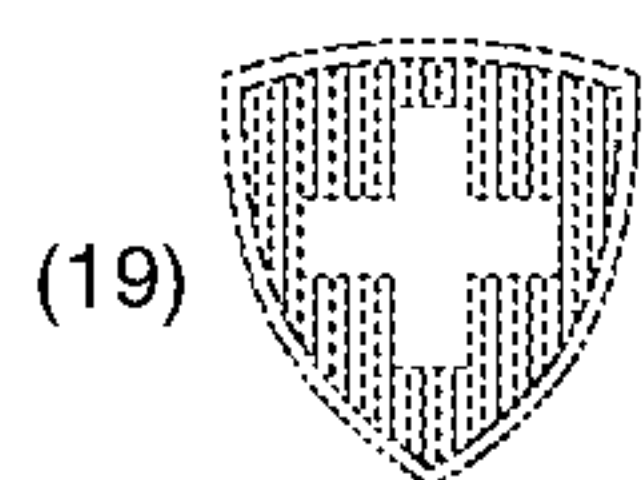




SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH** **715 792 B1**

(51) Int. Cl.: **G01S 5/30** (2006.01)

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTSCHRIFT**

(21) Anmeldenummer: 02076/02

(22) Anmeldedatum: 06.12.2002

(24) Patent erteilt: 31.07.2020

(45) Patentschrift veröffentlicht: 31.07.2020

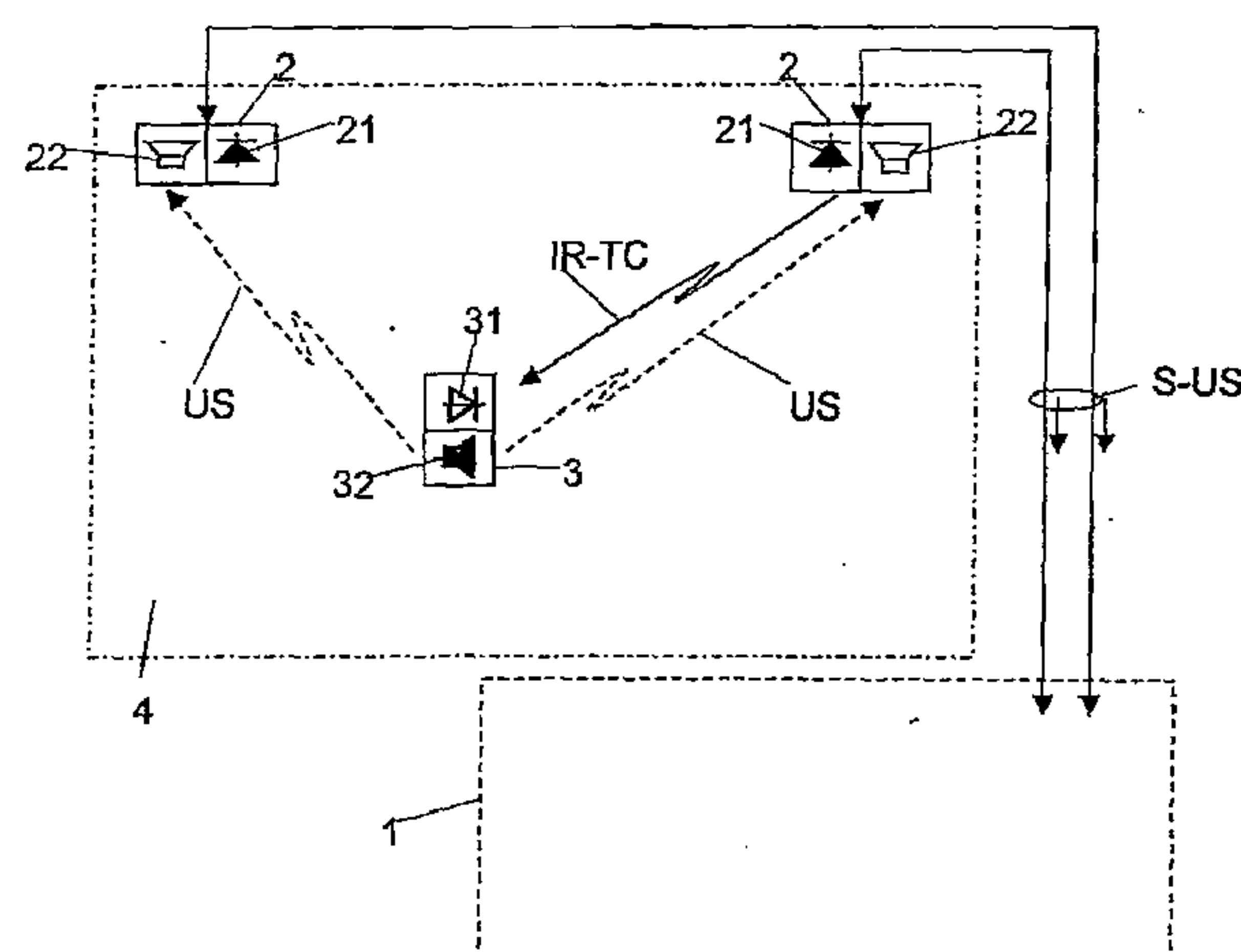
(73) Inhaber:
RUAG Electronics, Stauffacherstrasse 65
3000 Bern 22 (CH)

(72) Erfinder:
Fardin, Rahim, 8953 Dietikon (CH)
Fabian Ochsner, 5415 Nussbaumen b. Baden (CH)

(74) Vertreter:
OK pat AG Patente Marken Lizenzen, Chamerstrasse 50
6300 Zug (CH)

(54) **Vorrichtung und Verfahren zur Positionsbestimmung.**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Positionsbestimmung eines sich bewegenden Objekts in einem überwachbaren Bereich (4) mit einem stationären Überwachungssystem und einem am sich bewegenden Objekt befestigten Transponder (3). Des weiteren enthält das Überwachungssystem mindestens zwei Sensoreinheiten (2) und eine Auswertungseinheit (1) die es ermöglichen Distanzwerte mittels Laufzeitmessung von Ultraschall-Signalen (US) zu ermitteln und daraus eine Positionsbestimmung vorzunehmen.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung und Verfahren zur Positionsbestimmung eines sich bewegenden Objekts in einem überwachbaren Bereich mit einem stationären Überwachungssystem und einem am sich bewegenden Objekt befestigten Transponder.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Es gibt verschiedene Systeme, die es ermöglichen die Position eines Gegenstandes oder einer Person zu überwachen. Weitere Systeme befinden sich in der Entwicklung.

[0003] Man unterscheidet autarke Systeme, die so aufgebaut sind, dass sie einen Gegenstand oder eine Person aus eigenen Stücken erfassen und deren Position ermitteln können, ohne dazu mit einem Kommunikationsmittel, das sich am Gegenstand oder an der Person befindet, in Wechselwirkung treten zu müssen und solche Systeme, die semi-autark sind. Ein semi-autarkes System ist darauf angewiesen, dass der Gegenstand oder die Person ein Kommunikationsmittel aufweist.

[0004] GPS-basierte Systeme werden zum Beispiel im offenen Gelände zur Positionsermittlung eingesetzt. Derartige Systeme sind jedoch für den Einsatz in Gebäuden nicht geeignet.

[0005] Die Simulation von verschiedenen Einsatzszenarien ist für die Ausbildung und das Training von Spezialkräften besonders wichtig. Es werden Systeme angeboten, die zum Beispiel im militärischen aber auch in anderen Bereichen zur Anwendung kommen. Ein Beispiel ist das sogenannte SIMLAS® System der Firma Oerlikon Contraves AG. SIMLAS ist eine Marke der genannten Firma. Das SIMLAS® System zeichnet sich dadurch aus, dass eine Person mit einem Gurtsystem ausgerüstet wird, das einen Körpergurt und einen Helmgurt umfasst. An diesem Gurtsystem sind Kommunikationsmittel befestigt, die Information aussenden und empfangen können.

[0006] Aus dem Europäischen Patent mit der Nummer EP0836069-B1 ist ein Gurtsystem für Gefechtszwecke mit einer Vielzahl von Elementen, wie Lichtdetektoren, einem Lasersender und einer Kontrolleinheit bekannt. Dieses bekannte System umfasst mehrere mit elektrischen Bauteilen versehene Gurte, die über Ultraschall oder Funk Informationssignale mit einer Zentral-Einheit austauschen. Ein Gurtsystem, das auf dem in dem Europäischen Patent beschriebenen aufbaut, ist zum Beispiel aus der Europäischen Patentanmeldung mit Titel „Gurtsystem für Identifikationszwecke“ bekannt. Diese Europäische Patentanmeldung wurde unter der Nummer EP1128153-A1 publiziert.

[0007] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung bekannte Systeme im Zusammenhang mit der Positionsermittlung einsetzbar zu machen.

[0008] Diese Aufgabe wird in vorteilhafter Weise erfindungsgemäss durch eine Vorrichtung zur Positionsbestimmung nach Patentanspruch 1 und durch ein Verfahren zur Positionsbestimmung nach Anspruch 10 gelöst.

[0009] Andere vorteilhafte Ausführungen der Erfindung ergeben sich aus den weiteren abhängigen Ansprüchen.

Beschreibung der Figuren

[0010] Die Erfindung wird nachfolgend beispielsweise an Hand von Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt:

- Fig. 1** eine schematische Darstellung einer ersten Vorrichtung zur Positionsbestimmung mit einem Überwachungssystem, einer Auswertungseinheit, einem Transponder und den entsprechenden Signalverbindungen;
- Fig. 2** eine schematische Darstellung einer zweiten Vorrichtung zur Positionsbestimmung mit einem Überwachungssystem, einer Auswertungseinheit, einem Transponder und den entsprechenden Signalverbindungen;
- Fig. 3** ein schematisches Flussdiagramm eines ersten erfindungsgemässen Verfahrens;
- Fig. 4** ein schematisches Flussdiagramm eines zweiten erfindungsgemässen Verfahrens;
- Fig. 5** eine schematische Darstellung eines überwachbaren Bereichs, der in zwei Zonen aufgeteilt ist, mit einer Person, die einen Transponder trägt (nicht sichtbar).

Beschreibung der Erfindung

[0011] Im Folgenden wird die Erfindung anhand mehrerer Zeichnungen näher erläutert.

[0012] Fig. 1 zeigt schematisch eine erste Vorrichtung nach der Erfindung zur Positionsbestimmung eines sich bewegenden Objekts. Dabei befindet sich das Objekt, welches ein Mensch, ein Fahrzeug oder ein anderes mobiles Gerät sein kann, in einem überwachbaren Bereich 4. Zur Feststellung der räumlichen Position des Objekts ist dieses mit einem Transponder 3 ausgerüstet, welcher einen Infrarot-Empfänger 31 und einen Ultraschall-Sender 32 umfasst. Es ist offensichtlich,

dass der Transponder 3 noch weitere Mittel zur Stromversorgung sowie zur Koordinierung der eben genannten Komponenten 31 und 32 umfasst (in Fig. 2 nicht gezeigt). Die Vorrichtung nach der Erfindung umfasst weiter ein stationäres Überwachungssystem mit mindestens zwei Sensoreinheiten 2 und einer Auswertungseinheit 1. Dabei umfassen die Sensoreinheiten 2 je einen Infrarot-Sender 21 und einen Ultraschall-Empfänger 22. Das Überwachungssystem ist dabei so ausgelegt, dass die folgenden Signalverbindungen möglich sind.

[0013] Ein Startsignal S-TC löst bei einer der beiden Sensoreinheiten 2 oder bei beiden Sensoreinheiten 2 das Aussenden eines Infrarot-Triggersignals IR-TC aus, welches vom Infrarot-Empfänger 31 des Transponders 3 empfangen werden kann. Als Reaktion auf das empfangene Infrarot-Triggersignal IR-TC sendet der Ultraschall-Sender 32 des Transponders 3 unmittelbar ein Ultraschall-Signal US zurück, welches von den Ultraschall-Empfängern 22 der beiden Sensoreinheiten 2 empfangen werden kann. Unmittelbar nach dem Empfang des Ultraschall-Signals US sendet jede der Sensoreinheiten 2 ein Stoppsignal S-US an die Auswertungseinheit 1. Die Auswertungseinheit 1 kann nun auf Grund der Zeitdifferenzen zwischen dem Startsignal S-TC und den entsprechenden Stoppsignalen S-US die Position des Transponders 3, und damit die Position des Objekts, bestimmen. Dies kann vorzugsweise mittels eines Triangulationsverfahrens geschehen. Mit anderen Worten, es werden mit der Vorrichtung nach der Erfindung die Laufzeiten des Ultraschall-Signals US zwischen dem Transponder 3 und den Sensoreinheiten 2 ermittelt, wobei die Laufzeiten weiter zu einer Positionsangabe des Objekts verarbeitet werden können. Dabei wird der beträchtliche Unterschied der Fortpflanzungsgeschwindigkeiten der elektromagnetischen Signale IR-TC und S-US einerseits, und des Ultraschall-Signals US andererseits, ausgenützt, wobei eine genaue Bestimmung der Laufzeiten der Ultraschall-Signale US mit einfachen Mitteln möglich wird.

[0014] Fig. 2 zeigt schematisch eine weitere Vorrichtung nach der Erfindung zur Positionsbestimmung eines sich bewegenden Objekts. Zur Feststellung der räumlichen Position des Objekts ist dieses mit einem Transponder 3 ausgerüstet, welcher einen Infrarot-Empfänger 31 und einen Ultraschall-Sender 32 umfasst. Optional kann der Transponder auch einen Radio-Sender 33 umfassen. Es ist offensichtlich, dass der Transponder 3 noch weitere Mittel zur Stromversorgung sowie zur Koordinierung der eben genannten Komponenten 31 und 32 umfassen kann (in Fig. 2 nicht gezeigt). Die Vorrichtung nach der Erfindung umfasst weiter ein stationäres Überwachungssystem mit mindestens zwei Sensoreinheiten 2 und einer Auswertungseinheit 1. Dabei umfassen die Sensoreinheiten 2 je einen Infrarot-Sender 21 und einen Ultraschall-Empfänger 22. Das Überwachungssystem ist dabei so ausgelegt, dass die folgenden Signalverbindungen möglich sind.

[0015] Die Auswertungseinheit 1 sendet an die Sensoreinheiten 2 zeitgleich ein Startsignal S-TC. Dieses ist dabei so gestaltet, dass beim Empfang durch die Sensoreinheiten 2 unmittelbar ein Infrarot-Triggersignal IR-TC vom Infrarot-Sender 21 ausgesendet wird, welches vom Infrarot-Empfänger 31 empfangen werden kann. Als Reaktion auf das empfangene Infrarot-Triggersignal IR-TC sendet der Ultraschall-Sender 32 unmittelbar ein Ultraschall-Signal US aus, welches vom Ultraschall-Empfänger 22 empfangen werden kann. Unmittelbar nach dem Empfang des Ultraschall-Signals US sendet jede der Sensoreinheiten 2 ein Stoppsignal S-US an die Auswertungseinheit 1. Die Auswertungseinheit 1 kann nun auf Grund der Zeitdifferenzen zwischen dem zeitgleich gesendeten Startsignal S-TC und den entsprechenden Stoppsignalen S-US die Position des Transponders 3, und damit die Position des Objekts, bestimmen. Mit anderen Worten, es werden mit der Vorrichtung nach der Erfindung die Laufzeiten des Ultraschall-Signals US zwischen dem Transponder 3 und den Sensoreinheiten 2 ermittelt, wobei die Laufzeiten weiter zu einer Positionsangabe des Objekts verarbeitet werden können. Dabei wird der beträchtliche Unterschied der Fortpflanzungsgeschwindigkeiten der elektromagnetischen Signale S-TC, IR-TC und S-US einerseits, und des Ultraschall-Signals US andererseits, ausgenützt, wobei eine genaue Bestimmung der Laufzeiten der Ultraschall-Signale US mit einfachen Mitteln möglich wird.

[0016] Die Vorrichtung zur Positionsbestimmung nach der Erfindung kann auch mehrere Objekte mit je einem am Objekt befestigten Transponder 3 umfassen. Dadurch werden die Positionen von mehreren sich im überwachbaren Bereich 4 aufhaltenden Objekte ermittelbar. Der Transponder 3 kann auch Teil eines Gurtsystems sein, welches aus der eingangs genannten Patentanmeldung EP1128153-A1 bekannt ist.

[0017] Die Auswertungseinheit 1 umfasst mindestens eine Steuereinheit 6, eine Recheneinheit 5, eine Visualisierungseinheit 8 und einen Radio-Empfänger 7. Dabei sind die genannten Komponenten 5 bis 8 auf folgende Weise verbunden: Die Steuereinheit 6 ist über eine Verbindung S6 mit der Recheneinheit 5 verbunden und die Steuereinheit 6 ist weiter verbunden mit den Sensoreinheiten 2 über Verbindungen SS. Die Recheneinheit 5 ist weiter verbunden mit der Visualisierungseinheit 8 über eine Verbindung S8 und mit dem Radio-Empfänger 7 über eine Verbindung S7.

[0018] Die Komponenten 5 bis 8 führen dabei in dem gezeigten Beispiel die folgenden Funktionen aus: Die Recheneinheit 5 übernimmt als übergeordnete Einheit das Management, die Steuerung, die Datenerfassung, die Positionsberechnung und schliesslich die Verwaltung der Positionen aller sich bewegenden Objekte, welche sich im überwachbaren Bereich 4 aufhalten. Die Steuereinheit 6 verarbeitet Steuerbefehle der Recheneinheit 5 und veranlasst als Reaktion die Aussendung des Startsignals S-TC, oder zum Beispiel die Aussendung eines Suchsignals S-IC, welches der Identifizierung der sich im überwachbaren Bereich 4 aufhaltenden Objekte dient. Als weitere Funktion bestimmt die Steuereinheit 6 die Zeitdifferenzen zwischen dem ausgesendeten Startsignal S-TC und den entsprechenden empfangenen Stoppsignalen S-US und wandelt diese Zeitdifferenzen in entsprechende Distanzwerte D_x um. Diese Distanzwerte D_x werden anschliessend an die Recheneinheit 5 zur weiteren Verarbeitung übergeben. Die Visualisierungseinheit 8 stellt die von der Recheneinheit 5 erhaltenen Positionen grafisch dar, zum Beispiel auf einem Display. Dabei können zum Beispiel sowohl die momentanen Positionen als auch die vorhergehenden Positionen mit Bezug auf die Geometrie des überwachbaren Bereichs 4 dargestellt werden.

[0019] Der Radio-Empfänger 7 kann Radio-Signale HF-ID, welche zum Beispiel eine Objekt-Identifizierungsnummer IDx umfassen, empfangen und leitet die damit erhaltenen Objekt-Identifizierungsnummern IDx an die Recheneinheit 5 zur weiteren Verarbeitung weiter.

[0020] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung umfasst der Transponder 3 einen Radio-Sender 33, wobei der Radio-Sender 33 mit dem Radio-Empfänger 7 drahtlos verbindbar ist. Diese Radioverbindung erlaubt die Übermittlung der Objekt-Identifizierungsnummer IDx, die zur Identifizierung eines Objekts welches sich im überwachbaren Bereich 4 befindet, dient.

[0021] In einer weiteren Ausführungsform kann die Steuereinheit 6 als Einschub-Modul oder als Einsteckkarte in der Recheneinheit 5 vorhanden sein. Dabei können mehrere Steuereinheiten 6 vorgesehen sein, um dadurch die Anzahl der angeschlossenen Sensoreinheiten 2 erhöhen zu können. Dies dient zur räumlichen Erweiterung des überwachbaren Bereichs 4 und/oder zur Erhöhung der Anzahl von detektierbaren Stoppsignalen S-US, was eine Verbesserung der Positionsgenauigkeit bewirken kann.

[0022] In einer weiteren Ausführungsform können die Verbindungen SS zwischen den Sensoreinheiten 2 und der Auswertungseinheit 1, beziehungsweise der Steuereinheit 6, drahtlose Verbindungen oder drahtgebundene Verbindungen sein. Als Beispiel für drahtgebundene Verbindungen kommen metallische Leiter, die auch zusätzlich zur Stromversorgung der Sensoreinheiten 2 dienen können, oder optische Glasfasern in Betracht. Als Beispiel für drahtlose Verbindungen kommen Radioverbindungen oder optische Richtstrahlverbindungen in Betracht. Die dazu notwendigen Mittel zur Übertragung sind in Fig. 2 nicht gezeigt, da diese Mittel nicht erfindungsrelevant sind. Derartige Mittel können zum Beispiel aus Standardkomponenten aufgebaut oder zusammengestellt werden.

[0023] In einer vorzugsweisen Ausführungsform sind die Sensoreinheiten 2 so ausgelegt, dass sie einen Infrarot-Burst hoher Energie als Infrarot-Triggersignal IR-TC abstrahlen, um sicher zu stellen, dass alle sich im überwachbaren Bereich befindlichen Transponder 3 angesprochen werden können.

[0024] Die erfindungsgemässe Vorrichtung kann so ausgelegt werden, dass sie in einem geschlossenen Raum oder Gebäude verwendbar ist. Es kann mit der erfindungsgemässe Vorrichtung auch die unmittelbare Umgebung eines Gebäudes überwacht werden, wobei die Sendeleistungen bzw. Empfangsempfindlichkeiten entsprechend gewählt werden müssen.

[0025] Vorzugsweise wird eine Person, deren Position gemäss Erfindung erfasst werden soll, mit einem SIMLAS® Gurtsystem ausgerüstet, das einen Körpergurt und einen Helmgurt aufweist, wie im einleitenden Teil dieser Beschreibung erläutert. Das SIMLAS® Gurtsystem kann entsprechend hard- oder softwaremässig angepasst werden, um eine reibungslose Integration in das erfindungsgemässe System zu ermöglichen.

[0026] Im Folgenden wird ein erstes Verfahren zur Positionsbestimmung eines sich bewegenden Objekts in einem überwachbaren Bereich 4 nach der Erfindung beschrieben. Dieses Verfahren ist in Fig. 3 schematisch dargestellt. Das Verfahren zur Positionsbestimmung wird in einem System ausgeführt, das einen an dem sich bewegenden Objekt befestigbaren Transponder 3 und ein Überwachungssystem mit mindestens zwei Sensoreinheiten 2 umfasst. Es werden die folgenden Verfahrensschritte ausgeführt:

- Schritte 40, 41: Aussenden eines Infrarot-Triggersignal (IR-TC) durch mindestens eine der beiden Sensoreinheit (2) als Reaktion auf ein Startsignal (S-TC);
- Schritt 42: Senden eines Ultraschall-Signal (US) mittels eines Ultraschall-Senders (32), der Teil des Transponders (3) ist, als Reaktion auf das Infrarot-Triggersignal (IR-TC);
- Schritt 43: Senden eines Stoppsignals (S-US) durch jedes der beiden Sensoreinheiten (2) an eine Steuereinheit (6) als Reaktion auf das empfangene Ultraschall-Signal (US);
- Schritt 44: Bestimmen der Zeitdifferenzen zwischen dem Startsignal (S-TC) und den Stop-Signalen (S-US) durch die Steuereinheit (6);
- Schritt 45: Umwandeln der Zeitdifferenzen in Distanzwerte (Dx) zwischen dem Transponder (3) und den Sensoreinheiten (2), wobei die Distanzwerte (Dx) den Laufzeiten des Ultraschall-Signals (US) entsprechen; und
- Schritt 46: Ermitteln der Position des sich bewegenden Objekts.

[0027] Im Folgenden wird ein weiteres Verfahren zur Positionsbestimmung eines sich bewegenden Objekts in einem überwachbaren Bereich 4 nach der Erfindung beschrieben. Dabei entnimmt die Recheneinheit 5 einer Liste 10 die ausgewählte Objekt-Identifizierungsnummer IDx und veranlasst die Steuereinheit 6 das Startsignal S-TC zeitgleich an die Sensoreinheiten 2 zu senden. Das Startsignal S-TC kann dabei zum Beispiel einen Triggercode und die ausgewählte Objekt-Identifizierungsnummer IDx umfassen. Die Liste 10 umfasst dabei alle Objekt-Identifizierungsnummern IDx von Objekten die sich momentan im überwachbaren Bereich 4 aufhalten. Als Reaktion auf das Startsignal S-TC senden die Sensoreinheiten 2 das Infrarot-Triggersignal IR-TC aus, welches den im entsprechenden Startsignal S-TC enthaltenen Triggercode und die ausgewählte Objekt-Identifizierungsnummer IDx umfasst. Dabei kann das Infrarot-Triggersignal IR-TC

von mehreren Infrarot-Empfängern 31 und damit von mehreren Transpondern 3 empfangen werden. Jeder der angesprochenen Transponder 3 überprüft nun die empfangene Objekt-Identifizierungsnummer IDx mit der eigenen Objekt-Identifizierungsnummer. Bei Übereinstimmung der Objekt-Identifizierungsnummern IDx wird von dem betreffenden Transponder 3 als Reaktion das Ultraschall-Signal US ausgesendet. Bei Nichtübereinstimmung der Objekt-Identifizierungsnummern IDx wird dagegen bei dieser Ausführungsform kein Ultraschall-Signal US ausgesendet. Somit werden Interferenzen zwischen mehreren gleichzeitig ausgesendeten Ultraschall-Signalen US vermieden. Das ausgesendete Ultraschall-Signal US wird nun von den Sensoreinheiten 2 zu verschiedenen Zeitpunkten, entsprechend den verschiedenen Laufzeiten, empfangen und als Reaktion von den Sensoreinheiten 2 unmittelbar als entsprechende Stoppsignale S-US an die Auswertungseinheit 1, beziehungsweise an die Steuereinheit 6, gesendet. Die Steuereinheit 6 ermittelt nun die Zeitdifferenzen zwischen dem zeitgleich gesendeten Startsignal S-TC und den zu verschiedenen Zeiten eintreffenden Stoppsignalen S-US. Anschliessend werden die ermittelten Zeitdifferenzen in entsprechende Distanzwerte Dx umgewandelt und zur Positionsbestimmung an die Recheneinheit 5 übergeben.

[0028] Dieses beispielhafte Verfahren ist in Fig. 4 dargestellt und wird im Folgenden unter Bezugnahme auf Fig. 4 erläutert. In einem ersten Verfahrensschritt 50 wird eine Objekt-Identifizierungsnummer (IDx) aus einer Liste 10 entnommen. Dann wird die Steuereinheit 6 in einem Schritt 51 veranlasst ein Startsignal (S-TC) an die Sensoreinheiten 2 zu senden. Die Sensoreinheiten 2 senden in einem Schritt 52 ein Infrarot-Triggersignal (IR-TC) als Reaktion auf das Startsignal (S-TC) in den zu überwachenden Bereich. In einem weiteren Schritt 53 wird von dem Ultraschall-Sender 32 als Reaktion auf das Infrarot-Triggersignal (IR-TC) ein Ultraschall-Signal (US) ausgesendet. Die Sensoreinheiten 2 senden im Schritt 54 darauf hin je ein Stoppsignal (S-US) an die Steuereinheit 6 als Reaktion auf das empfangene Ultraschall-Signal (US). Im Schritt 55 bestimmt die Steuereinheit 6 die Zeitdifferenzen zwischen dem Startsignal (S-TC) und den Stop-Signalen (S-US). Nun werden im Schritt 56 die Zeitdifferenzen in Distanzwerte (Dx) umgewandelt. Dabei handelt es sich um die Distanzwerte (Dx) zwischen dem Transponder (3) und den Sensoreinheiten (2). Die Distanzwerte (Dx) werden aus den Laufzeiten des Ultraschall-Signals US ermittelt. In einem weiteren Schritt 57 wird aus den ermittelten Distanzwerten die Position im überwachten Bereich ermittelt.

[0029] In einem weiteren Verfahren nach der Erfindung wird die Liste 10 auf folgende Weise erzeugt: Die Recheneinheit 5 veranlasst mittels Steuerbefehlen die Steuereinheit 6 periodisch das Suchsignal S-IC an die Sensoreinheiten 2 zu senden. Die Sensoreinheiten 2 senden als Reaktion durch den IR-Sender 21 ein Infrarot-Suchsignal IR-IC aus, welches von einem oder mehreren der sich im überwachbaren Bereich 4 aufhaltenden Transponder 3 über den IR-Empfänger 31 empfangen werden kann. Als Reaktion sendet der Transponder 3 durch den Radio-Sender 33 ein Radio-Signal HF-ID aus, welches zum Beispiel die dem Transponder 3 zugehörige Objekt-Identifizierungsnummer IDx umfassen kann. Der Radio-Empfänger 7 empfängt das Radio-Signal HF-ID und leitet anschliessend die empfangene Objekt-Identifizierungsnummer IDx an die Recheneinheit 5 zur Aufbereitung der Liste 10 weiter. Mit anderen Worten, es werden durch die periodisch ausgesendeten Suchsignale S-IC die sich im überwachbaren Bereich 4 aufhaltenden Objekte identifiziert und deren Objekt-Identifizierungsnummern IDx in die Liste 10 eingetragen. Dadurch ist zu jeder Zeit die Anzahl und Identität der Objekte, welche sich im überwachbaren Bereich 4 aufhalten, bekannt. Es handelt sich also in dieser Ausführungsform um eine dynamisch generierte und verwaltete Liste 10. Zur Vermeidung von Interferenzen, welche sich durch eine zeitliche Überlappung von mehreren Radio-Signalen HF-ID ergeben können, kann zum Beispiel ein geeignetes Signalprotokoll zur zeitlichen Staffelung der Radio-Signale HF-ID angewendet werden.

[0030] In einem weiteren Verfahren nach der Erfindung werden die von der Steuereinheit 6 ermittelten Distanzwerte Dx von der Recheneinheit 5 in echte, durch direkte Sichtverbindung zwischen Transponder 3 und Sensoreinheiten 2 erhaltene Distanzwerte, und in unechte, durch Reflexionen erhaltene Distanzwerte, unterschieden. Die Unterscheidung kann beispielsweise dadurch erfolgen, dass offensichtlich zu grosse Distanzwerte, welche nicht den räumlichen Dimensionen des überwachbaren Bereichs 4 entsprechen, eliminiert werden. Zur Berechnung der Position werden dabei vorzugsweise nur als echt gekennzeichnete Distanzwerte verwendet.

[0031] In einem weiteren Verfahren nach der Erfindung wird die Position in Bezug auf ein Koordinatensystem (zum Beispiel ein XYZ-Koordinatensystem), welches den überwachbaren Bereich 4 umspannt, von der Recheneinheit 5 berechnet. Mittels bekannter mathematischer Triangulationsverfahren kann aus der Kenntnis der Orts-Koordinaten der stationären Sensoreinheiten 2 und den ermittelten echten Distanzwerten Dx eine oder mehrere mögliche Position berechnet werden. Dabei wird von mehreren berechneten möglichen Positionen diejenige zur Darstellung ausgewählt, welche den kleinsten räumlichen Abstand zur letzten bekannten Position aufweist.

[0032] Das erfindungsgemässe Verfahren, respektive die Auswertungseinheit 1, kann so ausgelegt sein, dass es möglich ist Personen oder Objekte auch zu verfolgen, die sich von einem Bereich in einen anderen Bereich bewegen, zum Beispiel von einem Raum in einen benachbarten Raum. Es kann ein Übergabeprotokoll vorgesehen werden, um einen schnellen, störungsfreien Übergang zu ermöglichen.

[0033] In Fig. 5 ist eine schematische Darstellung eines überwachbaren Bereichs gezeigt, der in zwei Zonen, Raum 61 und Raum 62, aufgeteilt ist. Es befindet sich eine Person 60 in dem Raum 61. Die Person 60 trägt einen Transponder (z.B. Transponder 3), der in Fig. 5 nicht sichtbar ist. Eine derartige Darstellung kann zum Beispiel auf dem Display der Visualisierungseinheit 8 angezeigt werden. Der Raum 61 umfasst vier Sensoreinheiten 2.1 und der Raum 62 umfasst drei Sensoreinheiten 2.2. Die Auswertungseinheit ist vorzugsweise so aufgebaut, dass bei der Positionsbestimmung ein „forward-looking“ Algorithmus zur Anwendung gebracht werden kann, der aus vergangenen Positionen (z.B. Positionen Pos1 und

Pos2) eines sich Im Überwachungsbereich bewegendes Objekt 60 eine erwartete Position (z.B. Positionen Pos3) vorausberechnet. Bei dieser Vorausberechnung kann zum Beispiel die Bewegungsrichtung und die Bewegungsgeschwindigkeit des jeweiligen Objekts Berücksichtigung finden. Dieser „forward-looking“ Algorithmus ermöglicht eine nahtlose, schnelle Übergabe beim Übergang vom Raum 61 in den Raum 62. Vorzugsweise kommt ein Übergabeprotokoll zur Anwendung, das zusammen mit dem „forward-looking“ Algorithmus für eine schnelle Übergabe sorgt. Dies ist ein wichtiges Merkmal der vorliegenden Erfindung.

[0034] Ein Teil der Schritte oder alle Schritte, die in der Auswertungseinheit 1 ablaufen, können mittels geeigneter Software realisiert sein, welche die Hardware der Auswertungseinheit 1 entsprechend steuert.

[0035] Die Erfindung eignet sich besonders für das Training und die Simulation von Kampfeinsätzen oder von anderen Einsätzen von Spezialkräften, wie Feuerwehren, Bergungsmannschaften, Sicherheitspersonal, Polizeikräften und dergleichen. Im Training oder bei der Simulation wird damit die jeweilige Situation und jede Bewegung der Spezialkräfte auf der Visualisierungseinheit 8 anzeigbar. Es kann ein Speichermedium vorgesehen werden, um den Ablauf zur späteren Auswertung aufzeichnen zu können.

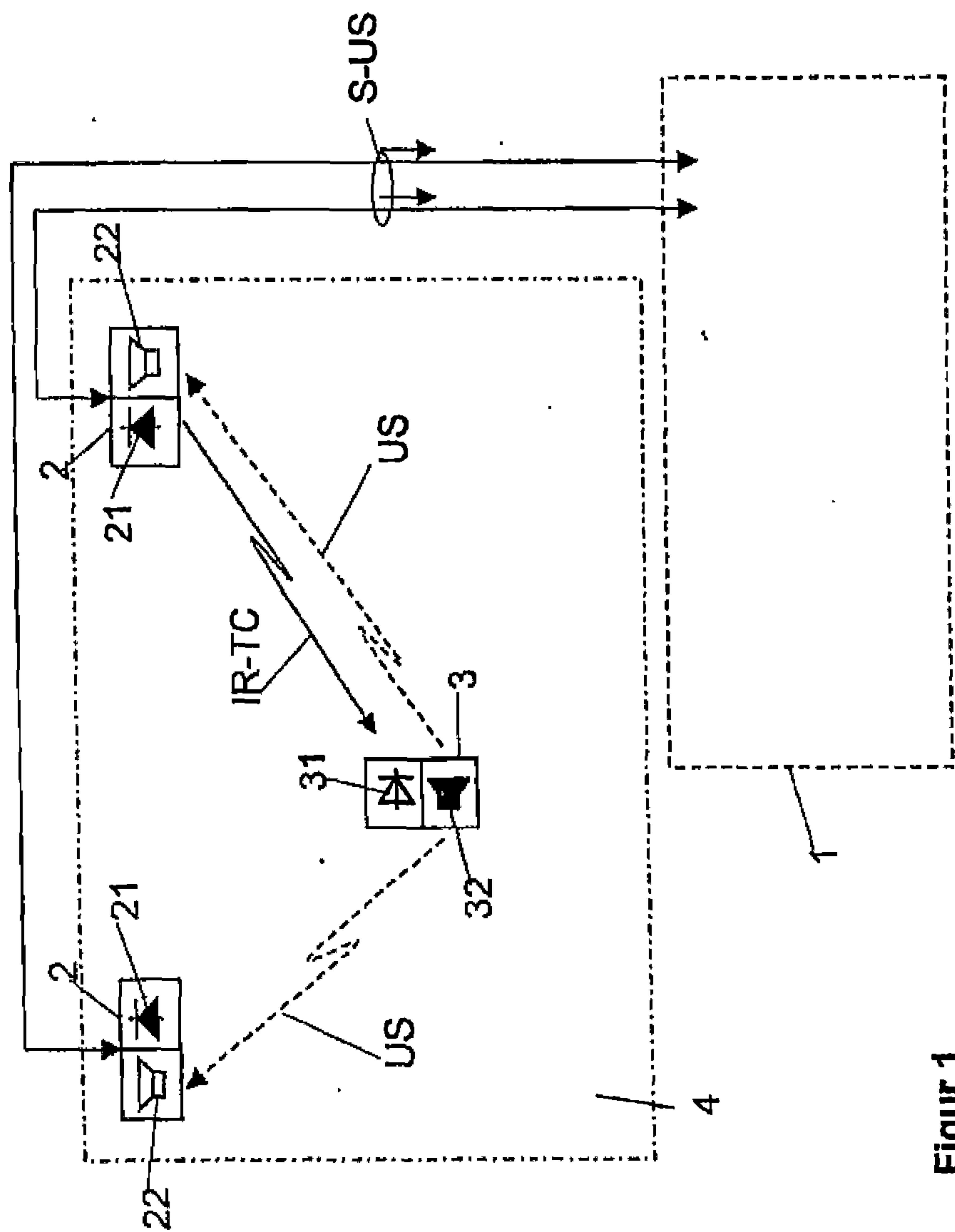
[0036] Eine Vorrichtung gemäss Erfindung kann aber auch in Situationen zum Einsatz kommen, die eine spezielle Überwachung erfordern. Beispiel sind: Flughafengebäude, Banken, Kraftwerke und andere Sicherheitszonen. Bei einem solchen Einsatz, ist die Vorrichtung permanent oder zeitweise im Einsatz und kann zum Beispiel einer Kommandoperson das Überwachen und Instruieren bzw. Dirigieren von Spezialkräften ermöglichen. Zu diesem Zweck müssen die Spezialkräfte mit Transpondern (zum Beispiel in Form eines Helmgurtes) ausgerüstet sein.

[0037] Es ist ein Vorteil der Erfindung, dass eine Auflösung im Zentimeterbereich möglich ist.

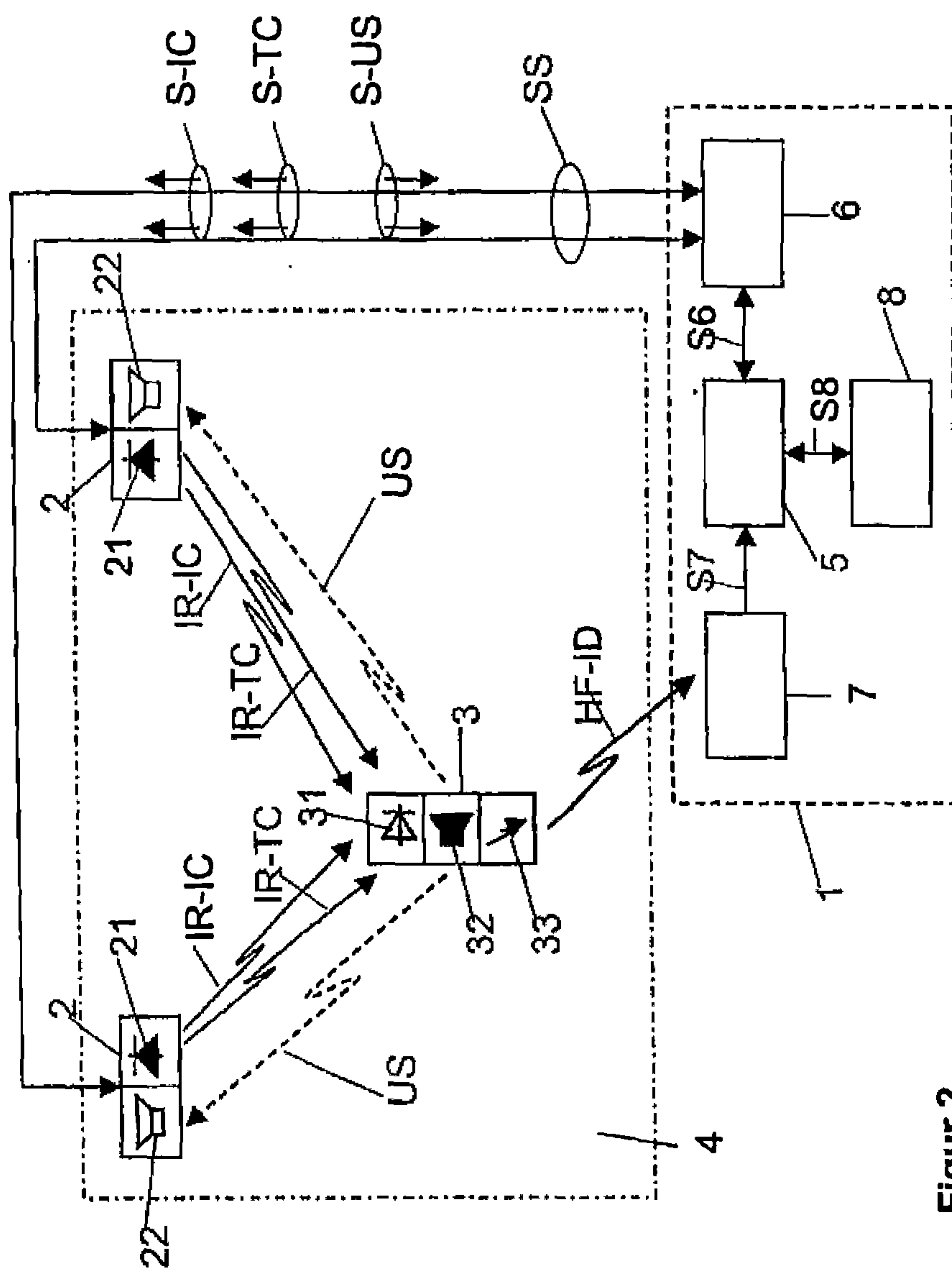
Patentansprüche

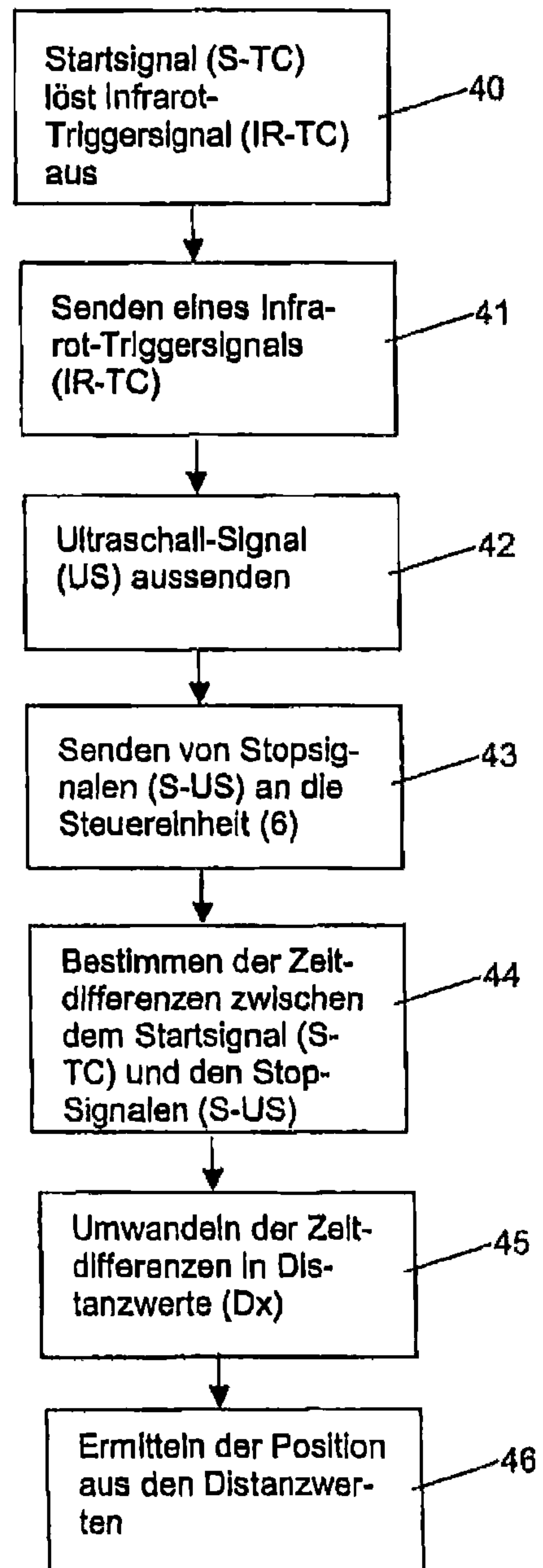
1. Vorrichtung zur Positionsbestimmung eines sich bewegendes Objekts umfassend ein Überwachungssystem und einen Transponder (3), welcher an dem sich bewegendes Objekt befestigbar ist, wobei der Transponder (3) einen Infrarot-Empfänger (31) und einen Ultraschall-Sender (32) umfasst, wobei das Überwachungssystem eine Auswertungseinheit (1) und mindestens zwei Sensoreinheiten (2) aufweist, die mit der Auswertungseinheit (1) verbindbar sind und wobei jede Sensoreinheit (2) einen Infrarot-Sender (21) und einen Ultraschall-Empfänger (22) umfasst, wobei ein Infrarot-Triggersignal (IR-TC) als Reaktion auf ein Startsignal (S-TC) der Auswertungseinheit (1) mittels des Infrarot-Senders (21) aussendbar ist, welches die Aussendung eines Ultraschall-Signals (US) durch den Ultraschall-Sender (32) auslösen kann, wobei das Ultraschall-Signal (US) von den Ultraschall-Empfängern (22) empfangbar ist, wobei von jeder der mindestens zwei Sensoreinheiten (2) ein Stoppsignal (S-US) als Reaktion auf das empfangene Ultraschall-Signal (US) an die Auswertungseinheit (1) sendbar ist und wobei durch die Auswertungseinheit (1) mittels der Ermittlung des Unterschieds der Laufzeit des empfangenen Ultraschall-Signals (US) jeder Sensoreinheit (2) die Positionsbestimmung des sich bewegendes Objekts ausführbar ist.
2. Vorrichtung zur Positionsbestimmung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung mehrere Transponder (3) umfasst, wobei jeder der Transponder (3) an je einem sich bewegendes Objekt befestigbar ist und wobei durch die Auswertungseinheit (1) die Positionsbestimmung jedes sich bewegendes Objekts ausführbar ist.
3. Vorrichtung zur Positionsbestimmung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswertungseinheit (1) mindestens eine Steuereinheit (6), eine Recheneinheit (5), eine Visualisierungseinheit (8) und einen Radio-Empfänger (7) umfasst, wobei die mindestens eine Steuereinheit (6) mit der Recheneinheit (5) verbindbar ist, wobei die Recheneinheit (5) mit der Visualisierungseinheit (8) verbindbar ist, und wobei der Radio-Empfänger (7) mit der Recheneinheit (5) verbindbar ist.
4. Vorrichtung zur Positionsbestimmung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Startsignal (S-TC) durch die Steuereinheit (6) erzeugbar ist und dass das Stoppsignal (S-US) von der Steuereinheit (6) empfangbar ist.
5. Vorrichtung zur Positionsbestimmung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass jeder der Transponder (3) einen Radio-Sender (33) zur Übermittlung einer Objekt-Identifikationsnummer (IDx) umfasst, wobei der Radio-Sender (33) mit dem Radio-Empfänger (7) drahtlos verbindbar ist.
6. Vorrichtung zur Positionsbestimmung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Steuereinheit (6) als mindestens ein Einschub-Modul in der Recheneinheit (5) vorhanden ist.
7. Vorrichtung zur Positionsbestimmung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass Verbindungen (SS) zwischen den Sensoreinheiten (2) und der Auswertungseinheit (1) drahtlose Verbindungen sind.
8. Vorrichtung zur Positionsbestimmung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass Verbindungen (SS) zwischen den Sensoreinheiten (2) und der Auswertungseinheit (1) drahtgebundene Verbindungen sind.
9. Verfahren zur Positionsbestimmung eines sich bewegendes Objekts mit einem an dem sich bewegendes Objekt befestigten Transponder (3) und mit einem Überwachungssystem mit einer Auswertungseinheit (1) und mit mindestens zwei Sensoreinheiten (2), umfassend die folgenden Verfahrensschritte:

- Aussenden eines Infrarot-Triggersignals (IR-TC) mittels eines Infrarot-Senders (21) mindestens einer der zwei Sensoreinheiten (2) als Reaktion auf ein Startsignal (S-TC) der Auswertungseinheit (1),
 - Senden eines Ultraschall-Signals (US) mittels eines Ultraschall-Senders (32), der Teil des Transponders (3) ist, als Reaktion auf das mittels eines Infrarot-Empfängers (31) des Transponders (3) empfangene Infrarot-Triggersignal (IR-TC),
 - Senden eines Stoppsignals (S-US) durch jede der mindestens zwei Sensoreinheiten (2) an die Auswertungseinheit (1) als Reaktion auf das mittels Ultraschall-Empfängern (22) der Sensoreinheiten (2) empfangene Ultraschall-Signal (US),
 - Bestimmen von Zeitdifferenzen zwischen dem Startsignal (S-TC) und den Stoppsignalen (S-US) mittels der Auswertungseinheit (1),
 - Umwandeln der Zeitdifferenzen in Distanzwerte (Dx) zwischen dem Transponder (3) und den Sensoreinheiten (2) entsprechend den Laufzeiten des Ultraschall-Signals (US), und
 - Ermitteln der Position des sich bewegenden Objekts.
10. Verfahren zur Positionsbestimmung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Infrarot-Triggersignal (IR-TC) einen eine Objekt-Identifizierungsnummer (IDx) umfasst, wobei die Objekt-Identifizierungsnummer (IDx) vorzugsweise einer Liste (10) entnommen wird, welche zuvor bereitgestellt wird.
 11. Verfahren zur Positionsbestimmung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Infrarot-Triggersignal (IR-TC) weiter einen Befehlscode zur Aussendung des Ultraschall-Signals (US) umfasst.
 12. Verfahren zur Positionsbestimmung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Transponder (3) die durch das Infrarot-Triggersignal (IR-TC) empfangene Objekt-Identifizierungsnummer (IDx) mit einer eigenen Objekt-Identifizierungsnummer vergleicht, wobei das Ultraschall-Signal (US) nur bei Übereinstimmung der Objekt-Identifizierungsnummern ausgesendet wird.
 13. Verfahren zur Positionsbestimmung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Liste (10) durch die folgenden Verfahrensschritte erzeugt wird:
 - Aussenden von Suchsignalen (S-IC) an die Sensoreinheiten (2) mit der Steuereinheit (6),
 - Aussenden eines Infrarot-Suchsignals (IR-IC) durch den IR-Sender (21) mindestens einer der mindestens zwei Sensoreinheiten (2), als Reaktion auf die Suchsignale (S-IC) der Steuereinheit (6),
 - Empfangen des Infrarot-Suchsignals (IR-IC) von einem IR-Empfänger (31), der Teil des Transponders (3) ist, oder von mehreren IR-Empfängern (31), von denen jeder Teil eines Transponders (3) ist,
 - Senden eines Radio-Signals (HF-ID) mit einer entsprechenden Objekt-Identifizierungsnummer (IDx) an einen Radio-Empfänger (7) der Auswertungseinheit (1) durch einen oder mehrere Radio-Sender (33), die Teil eines oder mehrerer Transponder (3) sind, als Reaktion auf das empfangene Infrarot-Suchsignal (IR-IC),
 - Eintragen der empfangenen Objekt-Identifizierungsnummern (IDx) in die Liste (10).
 14. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Positionsbestimmung in einem überwachbaren Bereich (4) erfolgt und dass die Distanzwerte (Dx) von einer Recheneinheit (5) der Auswertungseinheit (1) in echte, durch direkte Sichtverbindung zwischen dem Transponder (3) und den Sensoreinheiten (2) erhaltene Distanzwerte, und in unechte, durch Reflexionen erhaltene Distanzwerte unterteilt werden, wobei nur echte Distanzwerte von der Recheneinheit (5) weiter verarbeitet werden, wobei unechte Distanzwerte dadurch erkannt werden, dass sie zu gross sind und nicht den räumlichen Dimensionen des überwachbaren Bereichs (4) entsprechen.
 15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die erhaltenen echten Distanzwerte (Dx) zur Berechnung der Position in einem Koordinatensystem verwendet werden, wobei aus mehreren erhaltenen Positionen diejenige mit dem kleinsten Abstand zur letzten bekannten Position ausgewählt und an eine Visualisierungseinheit (8) zur Darstellung übermittelt wird.

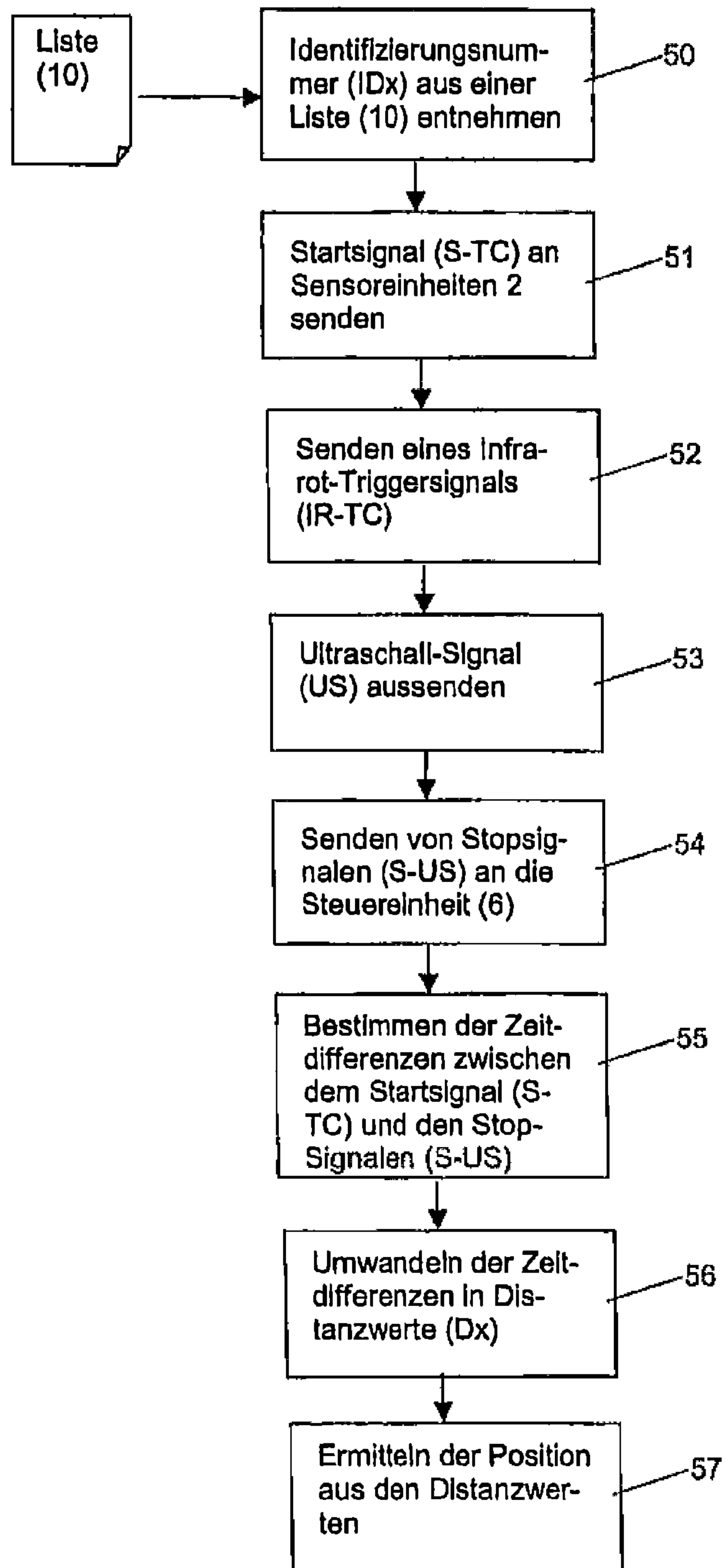


Figur 1





Figur 3



Figur 4

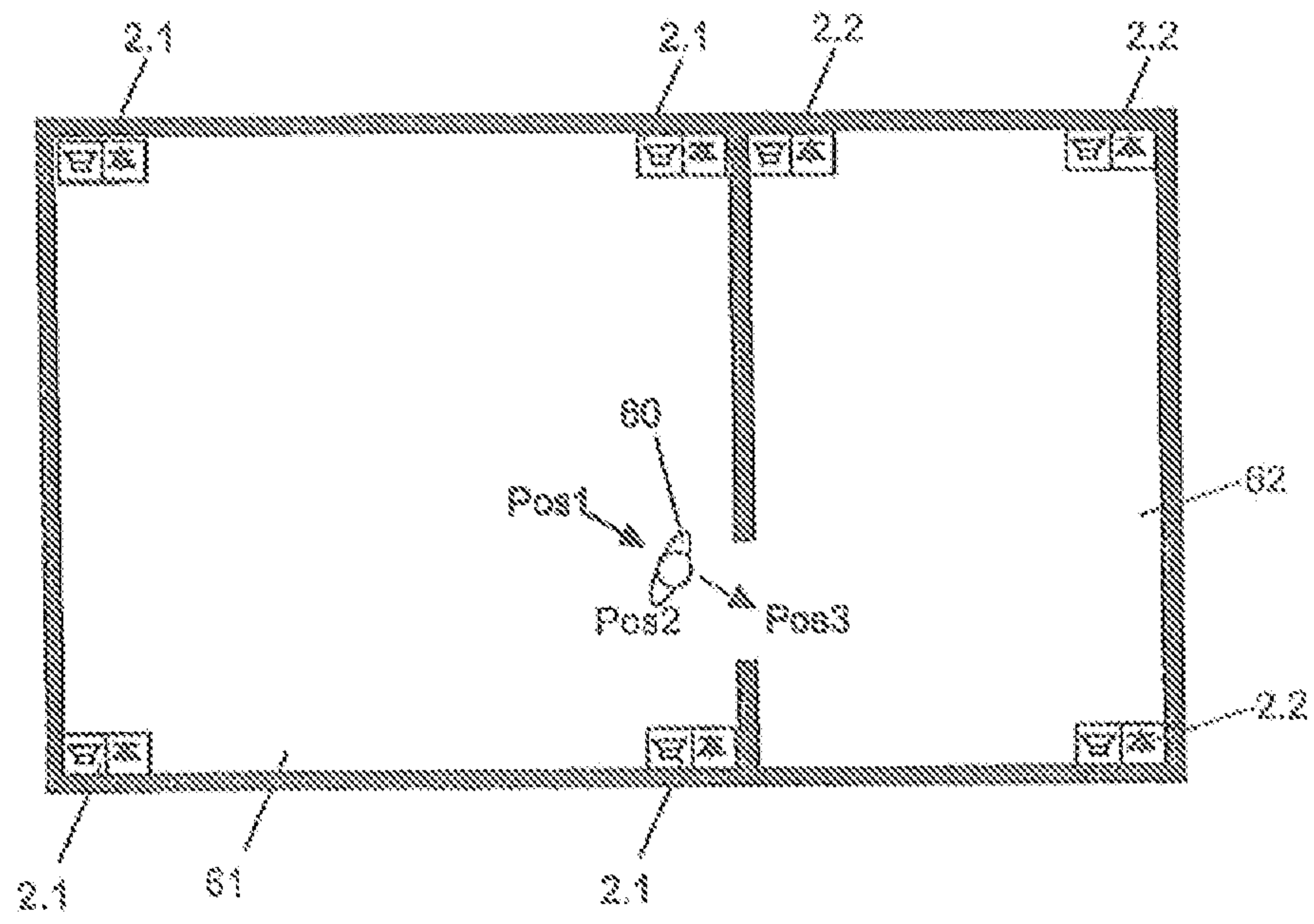


Figure 6