(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2023 202 745 A1** 2023.10.05

(12) # Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2023 202 745.3**
(22) Anmeldetag: **27.03.2023**
(43) Offenlegungstag: **05.10.2023**

(51) Int Cl.: ***G01S 13/88*** (2006.01)
G01S 5/02 (2010.01)
G01S 13/04 (2006.01)
G01S 13/06 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
17/710,666 **31.03.2022** **US**

(71) Anmelder:
Robert Bosch Gesellschaft mit beschränkter Haftung, 70469 Stuttgart, DE

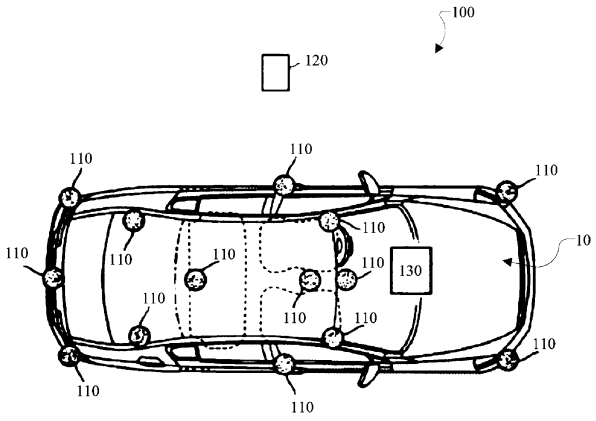
(72) Erfinder:
Jain, Vivek, Sunnyvale, CA, US; Zeng, Yunze, San Jose, CA, US

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Robustes Ultrabreitbandsystem und -verfahren zur fahrzeuginternen Erfassung**

(57) Zusammenfassung: Ein Verfahren betrifft das Verwalten von Kommunikationen zwischen einem Satz von Systemknoten. Der Satz von Systemknoten ist dazu ausgelegt, ein vorbestimmtes Gebiet zu erfassen. Das Verfahren beinhaltet Erstellen, über einen Prozessor, eines Zeitplans, der einen Kommunikationszeitschlitz und einen Erfassungszeitschlitz beinhaltet, die sich nicht überlappen. Ein erster Systemknoten oder ein zweiter Systemknoten ist funktionsfähig, eine erste Nachricht drahtlos während des Kommunikationszeitschlitzes zu übertragen. Der zweite Systemknoten ist funktionsfähig, ein Radar-Übertragungssignal während des Erfassungszeitschlitzes zu übertragen. Der zweite Systemknoten ist funktionsfähig, ein Radar-Reflexionssignal während des Erfassungszeitschlitzes zu empfangen. Das Radar-Reflexionssignal basiert auf dem Radar-Übertragungssignal. Der erste Systemknoten oder der zweite Systemknoten ist funktionsfähig, eine zweite Nachricht drahtlos während des Erfassungszeitschlitzes zu übertragen. Das Verfahren beinhaltet Bestimmen von Kanalzustandsdaten der zweiten Nachricht über einen Teilsatz des Satzes von Systemknoten während des Erfassungszeitschlitzes. Der Prozessor ist funktionsfähig, Sensorfusionsdaten basierend auf dem Radar-Reflexionssignal und den Kanalzustandsdaten zu erzeugen. Der Prozessor ist funktionsfähig, einen Erfassungszustand des vorbestimmten Gebiets basierend auf den Sensorfusionsdaten zu bestimmen.



Beschreibung

Gebiet

[0001] Die vorliegende Offenbarung betrifft allgemein Ultrabreitband-basierte (UWB) Systeme und Verfahren mit Radar zur fahrzeuginternen Erfassung.

Hintergrund

[0002] Im Allgemeinen gibt es eine Reihe von Initiativen, um Probleme bezüglich Todesfällen von Kindern aufgrund von Hitzschlag anzusprechen, die auftreten, wenn sie in Fahrzeugen zurückgelassen werden. Beispielsweise plant das europäische Neuwagen-Bewertungs-Programm (EuroNCAP) das Bereitstellen von Sicherheitsbewertungspunkten für technische Lösungen, die Probleme bezüglich Kindern, die in Fahrzeugen zurückgelassen werden, ansprechen. Zusätzlich können Sicherheitsbewertungspunkte für Anwendungen der Fahrer-/Insassenüberwachung und Erinnerung an Sicherheitsgurte auf den Rücksitzen gegeben werden. Es gibt jedoch eine Anzahl von Herausforderungen bezüglich der Bereitstellung von technischen Lösungen mit Sensoren, die diese Probleme ansprechen, während eine zuverlässige Erfassungsabdeckung für das gesamte Fahrzeug bereitgestellt wird, ohne die Gesamtkosten erheblich zu erhöhen.

Kurzfassung

[0003] Das Folgende ist eine Kurzfassung gewisser Ausführungsformen, die nachfolgend ausführlich beschrieben sind. Die beschriebenen Aspekte sind lediglich dargelegt, um dem Leser eine kurze Zusammenfassung dieser gewissen Ausführungsformen bereitzustellen, und die Beschreibung dieser Aspekte soll nicht den Schutzumfang dieser Offenbarung beschränken. In der Tat kann diese Offenbarung eine Vielfalt von Aspekten einschließen, die möglicherweise nachfolgend nicht ausdrücklich dargelegt sind.

[0004] Gemäß mindestens einem Aspekt betrifft ein Verfahren das Verwalten von Kommunikationen zwischen einem Satz von Systemknoten. Der Satz von Systemknoten ist dazu ausgelegt, ein vorbestimmtes Gebiet zu erfassen. Das Verfahren beinhaltet Erstellen, über einen Prozessor, eines Zeitplans, der einen Kommunikationszeitschlitz und einen Erfassungszeitschlitz beinhaltet, die sich nicht überlappen. Ein erster Systemknoten oder ein zweiter Systemknoten ist funktionsfähig, eine erste Nachricht drahtlos während des Kommunikationszeitschlitzes zu übertragen. Der zweite Systemknoten ist funktionsfähig, ein Radar-Übertragungssignal während des Erfassungszeitschlitzes zu übertragen. Der zweite Systemknoten ist funktionsfähig, ein Radar-Reflexionssignal während des Erfassungszeitschlitzes zu empfangen. Das Radar-Reflexionssignal basiert auf dem Radar-Übertragungssignal. Der erste Systemknoten oder der zweite Systemknoten ist funktionsfähig, eine zweite Nachricht drahtlos während des Erfassungszeitschlitzes zu übertragen. Das Verfahren beinhaltet Bestimmen von Kanalzustandsdaten der zweiten Nachricht über einen Teilsatz des Satzes von Systemknoten während des Erfassungszeitschlitzes. Der Prozessor ist funktionsfähig, Sensorfusionsdaten basierend auf dem Radar-Reflexionssignal und den Kanalzustandsdaten zu erzeugen. Der Prozessor ist funktionsfähig, einen Erfassungszustand des vorbestimmten Gebiets basierend auf den Sensorfusionsdaten zu bestimmen.

[0005] Gemäß mindestens einem Aspekt betrifft ein Verfahren das Verwalten von Kommunikationen zwischen einem Satz von Systemknoten. Der Satz von Systemknoten ist dazu ausgelegt, ein vorbestimmtes Gebiet zu erfassen. Das Verfahren beinhaltet Erstellen eines Zeitplans, der einen ersten Lokalisierungszeitschlitz, einen zweiten Lokalisierungszeitschlitz und einen Erfassungszeitschlitz beinhaltet. Der Erfassungszeitschlitz findet zwischen dem ersten Lokalisierungszeitschlitz und dem zweiten Lokalisierungszeitschlitz statt. Das Verfahren beinhaltet drahtloses Übertragen eines ersten Satzes von Nachrichten von einem ersten Systemknoten zu einer Zielvorrichtung, sodass die Zielvorrichtung während des ersten Lokalisierungszeitschlitzes lokalisiert wird. Das Verfahren beinhaltet drahtloses Übertragen eines zweiten Satzes von Nachrichten von dem ersten Systemknoten zu der Zielvorrichtung, sodass die Zielvorrichtung während des zweiten Lokalisierungszeitschlitzes lokalisiert wird. Das Verfahren beinhaltet Übertragen eines Radar-Übertragungssignals von dem ersten Systemknoten während des Erfassungszeitschlitzes. Das Verfahren beinhaltet Empfangen, über den ersten Systemknoten, eines Radar-Reflexionssignals während des Erfassungszeitschlitzes. Das Radar-Reflexionssignal basiert auf dem Radar-Übertragungssignal. Das Verfahren beinhaltet drahtloses Übertragen einer anderen Nachricht von dem ersten Systemknoten oder dem zweiten Systemknoten während des Erfassungszeitschlitzes. Das Verfahren beinhaltet Bestimmen von Kanalzustandsdaten der anderen Nachricht über einen Teilsatz des Satzes von Systemknoten während des Erfassungszeitschlitzes. Verfahren beinhaltet Erzeugen von Sensorfusionsdaten basierend auf dem Radar-Reflexionssignal. Das Verfahren beinhaltet Bestimmen eines Erfassungszustands des vorbestimmten Gebiets unter Verwendung der Sensorfusionsdaten.

[0006] Diese und andere Merkmale, Aspekte und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden in der folgenden ausführlichen Beschreibung gemäß den begleitenden Zeichnungen besprochen, in denen

überall gleiche Zeichen ähnliche oder gleiche Teile repräsentieren.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Fig. 1A ist ein Diagramm eines Beispiels für ein System mit einer UWB-Infrastruktur zur fahrzeuginternen Erfassung und Fahrzeugzugangskontrolle gemäß einer beispielhaften Ausführungsform dieser Offenbarung.

Fig. 1 B ist ein Diagramm eines Beispiels für einen Kommunikationssystemknoten gemäß einer beispielhaften Ausführungsform dieser Offenbarung.

Fig. 1C ist ein Diagramm eines Beispiels für einen Dualmodus-Systemknoten gemäß einer beispielhaften Ausführungsform dieser Offenbarung.

Fig. 1 D ist ein Diagramm eines Beispiels für eine Zielvorrichtung gemäß einer beispielhaften Ausführungsform dieser Offenbarung.

Fig. 2A ist ein Diagramm eines Beispiels für einen Satz von Systemknoten, die Dualmodus-Systemknoten bezüglich eines Fahrzeugs beinhalten, gemäß einer beispielhaften Ausführungsform dieser Offenbarung.

Fig. 2B ist ein Diagramm eines Beispiels für einen anderen Satz von Systemknoten, die Dualmodus-Systemknoten bezüglich eines Fahrzeugs beinhalten, gemäß einer beispielhaften Ausführungsform dieser Offenbarung.

Fig. 3 ist ein Diagramm eines ersten Beispiels für eine Pipeline des Systems von **Fig.** 1 gemäß einer beispielhaften Ausführungsform dieser Offenbarung.

Fig. 4 ist ein Diagramm eines Beispiels für Signalverarbeitung, die mit der Pipeline von **Fig.** 3 assoziiert ist, gemäß einer beispielhaften Ausführungsform dieser Offenbarung.

Fig. 5 ist ein Diagramm eines zweiten Beispiels für eine Pipeline des Systems von **Fig.** 1 gemäß einer beispielhaften Ausführungsform dieser Offenbarung.

Fig. 6A ist ein Diagramm eines Beispiels für den Satz von Systemknoten von **Fig.** 2A, die ferner mindestens ein Paar von Kommunikationssystemknoten an einem äußeren Abschnitt eines Fahrzeugs beinhalten, gemäß einer beispielhaften Ausführungsform dieser Offenbarung.

Fig. 6B ist ein Diagramm eines Beispiels für den Satz von Systemknoten von **Fig.** 2B, die ferner mindestens ein Paar von Dualmodus-Systemknoten an einem äußeren Abschnitt eines Fahrzeugs beinhalten, gemäß einer beispielhaften Ausführungsform dieser Offenbarung.

Fig. 7A ist ein Beispiel für einen Abschnitt eines Timing-Diagramms, das veranschaulicht, wie das System von **Fig.** 1 UWB-Lokalisierung und UWB-Erfassung steuert und verwaltet, gemäß einer beispielhaften Ausführungsform dieser Offenbarung.

Fig. 7B veranschaulicht ein erstes Beispiel des UWB-Erfassungszeitschlitzes gemäß einer beispielhaften Ausführungsform dieser Offenbarung.

Fig. 7C veranschaulicht ein zweites Beispiel des UWB-Erfassungszeitschlitzes gemäß einer beispielhaften Ausführungsform dieser Offenbarung.

Fig. 8A ist ein Diagramm, das einen Satz von Systemknoten veranschaulicht, die mindestens einen Kommunikationssystemknoten, mindestens einen Dualmodus-Systemknoten und mindestens eine Hochfrequenz-Radarvorrichtung bezüglich eines Fahrzeugs beinhalten, gemäß einer beispielhaften Ausführungsform dieser Offenbarung.

Fig. 8B ist ein Diagramm, das einen anderen Satz von Systemknoten veranschaulicht, die mindestens einen Kommunikationssystemknoten, mindestens einen Dualmodus-Systemknoten und mindestens eine Hochfrequenz-Radarvorrichtung bezüglich eines Fahrzeugs beinhalten, gemäß einer beispielhaften Ausführungsform dieser Offenbarung.

Fig. 9 ist ein Beispiel für einen Abschnitt eines Timing-Diagramms, das veranschaulicht, wie das System von **Fig.** 1 UWB-Lokalisierung und UWB-Erfassung bezüglich Hochfrequenz-Radarerfassung steuert und verwaltet, gemäß einer beispielhaften Ausführungsform dieser Offenbarung.

Fig. 10A ist ein Diagramm, das einen Satz von Systemknoten veranschaulicht, die mindestens einen Kommunikationssystemknoten, mindestens einen Dualmodus-Systemknoten, mindestens eine Hochfrequenz-Radarvorrichtung, mindestens ein Mikrofon und mindestens eine Kamera bezüglich eines Fahrzeugs beinhalten, gemäß einer beispielhaften Ausführungsform dieser Offenbarung.

Fig. 10B ist ein Diagramm, das einen anderen Satz von Systemknoten veranschaulicht, die mindestens einen Kommunikationssystemknoten, mindestens einen Dualmodus-Systemknoten, mindestens eine Hochfrequenz-Radarvorrichtung, mindestens ein Mikrofon und mindestens eine Kamera bezüglich eines Fahrzeugs beinhalten, gemäß einer beispielhaften Ausführungsform dieser Offenbarung.

Fig. 11 ist ein Diagramm eines dritten Beispiels für eine Pipeline des Systems von **Fig.** 1 gemäß einer beispielhaften Ausführungsform dieser Offenbarung.

Fig. 12 ist ein Diagramm eines vierten Beispiels für eine Pipeline des Systems von **Fig.** 1 gemäß einer beispielhaften Ausführungsform dieser Offenbarung.

Ausführliche Beschreibung

[0007] Die hierin beschriebenen Ausführungsformen, die beispielhaft gezeigt und beschrieben wurden, und viele ihrer Vorteile werden durch die vorstehende Beschreibung verstanden, und es wird ersichtlich, dass verschiedene Änderungen an der Form, Konstruktion und Anordnung der Komponenten vorgenommen werden können, ohne von dem offenbarten Gegenstand abzuweichen oder ohne einen oder mehrere ihrer Vorteile zu opfern. In der Tat sind die beschriebenen Formen dieser Ausführungsformen lediglich erläuternd. Diese Ausführungsformen sind für verschiedene Modifikationen und alternative Formen empfänglich, und die folgenden Ansprüche sollen solche Änderungen einschließen und beinhalten und nicht auf die bestimmten offenbarten Formen beschränkt sein, sondern stattdessen alle Modifikationen, Äquivalente und Alternativen abdecken, die innerhalb des Sinns und Schutzumfangs dieser Offenbarung fallen.

[0008] **Fig.** 1A ist ein Diagramm eines Beispiels für ein System 100 mit einer UWB-Infrastruktur, die ein Fahrzeugzugangssystem und auch fahrzeuginterne Erfassung gemäß einer beispielhaften Ausführungsform bereitstellt. Insbesondere beinhaltet das System 100 eine Mehrzahl von Systemknoten 110, die an diversen Orten des Fahrzeugs 10 angeordnet sind. Es wird gewürdigt, dass die bestimmte Anzahl von Systemknoten 110 und die bestimmten Orte der Systemknoten 110 von der gewünschten Genauigkeit und Leistungsfähigkeit, sowie der bestimmten Marke und dem bestimmten Modell des Fahrzeugs 10 abhängen. Die Systemknoten 110 sind dazu ausgelegt, mit einer portablen Zielvorrichtung 120 zu kommunizieren, um eine Position der Zielvorrichtung 120 zu bestimmen. In einer beispielhaften Ausführungsform kann das System 100 derart ausgebildet sein, dass ein bestimmter Systemknoten als ein Master-Systemknoten designiert wird und andere Systemknoten als Slave-Systemknoten designiert werden, sodass der Master-Systemknoten Kommunikationen mit den Slave-Systemknoten steuert und Daten von den Slave-Systemknoten S für den Zweck der Lokalisierung der Zielvorrichtung 120 sammelt. Die Verarbeitung der von den Systemknoten 110 gesammelten Daten zum Lokalisieren der Zielvorrichtung 120 wird durch den Master-Systemknoten oder das Verarbeitungssystem 130 durchgeführt. In einer beispielhaften Ausführungsform beinhaltet das Verarbeitungssystem 130 eine elektronische Steuereinheit (ECU). In mindestens einer Ausführungsform werden UWB-Kommunikationen zwischen den Systemknoten 110 und der Zielvorrichtung 120 genutzt, um deren Lokalisierung zu ermöglichen. Jeder Systemknoten 110 ist ein Kommunikationssystemknoten 110A oder ein Dualmodus-Systemknoten 110B.

[0009] **Fig.** 1 B zeigt ein Beispiel für einen Kommunikationssystemknoten 110A gemäß einer beispielhaften Ausführungsform. In der veranschaulichten Ausführungsform umfasst jeder Kommunikationssystemknoten 110A einen Prozessor 112A, Speicher 114A und einen Sendeempfänger 116A. Der Speicher 114A ist dazu ausgelegt, Programmanweisungen zu speichern, die bei Ausführung durch den Prozessor 112A dem jeweiligen Kommunikationssystemknoten 110A ermöglichen, verschiedene Operationen durchzuführen, die an anderer Stelle hierin beschrieben sind, einschließlich Lokalisierung der Zielvorrichtung 120 und Erfassung eines vorbestimmten Gebiets. Der Speicher 114A kann ein beliebiger Typ von Vorrichtung sein, die in der Lage ist, Informationen zu speichern, auf die der Prozessor 112A zugreifen kann, wie etwa beschreibbare Speicher, Nurlesespeicher oder andere nichtflüchtige computerlesbare Medien. Zusätzlich beinhaltet der Prozessor 112A ein beliebiges Hardwaresystem, einen beliebigen Hardwaremechanismus oder eine beliebige Hardwarekomponente, die/der/das Daten, Signale oder andere Informationen verarbeitet. Der Prozessor 112A kann ein System mit einer Zentralverarbeitungseinheit, mehreren Verarbeitungseinheiten, einer dedizierten Schaltungsanordnung zum Erreichen der Funktionalität oder andere Systeme beinhalten. In einem Beispiel beinhaltet der Kommunikationssystemknoten 110A einen Mikrocontroller, der zumindest den Prozessor 112A und den Speicher 114A zusammen mit programmierbarem Eingabe/Ausgabe-Peripheriegeräten enthält.

[0010] Der Sendeempfänger 116A beinhaltet zumindest einen UWB-Sendeempfänger, der dazu ausgelegt ist, mit der Zielvorrichtung 120 zu kommunizieren, und kann beliebige von verschiedenen anderen Vorrichtungen beinhalten, die zur Kommunikation mit anderen elektronischen Vorrichtungen ausgelegt sind, einschließlich der Fähigkeit, Kommunikationssignale zu senden und Kommunikationssignale zu empfangen. In einigen Ausführungsformen umfasst der Sendeempfänger 116A mehrere UWB-Sendeempfänger und/oder mehrere UWB-Antennen, die in einem Array angeordnet sind. In einer beispielhaften Ausführungsform beinhaltet der Sendeempfänger 116A mindestens einen weiteren Sendeempfänger, der dazu ausgelegt ist, mit den anderen Systemknoten 110 (z. B. Kommunikationssystemknoten 110A, Dualmodus-Knoten 110B usw.), der

Zielvorrichtung 120 und/oder dem Verarbeitungssystem 130 über eine drahtgebundene oder drahtlose Verbindung zu kommunizieren.

[0011] Fig. 1 C zeigt ein Beispiel für einen Dualmodus-Systemknoten 110B gemäß einer beispielhaften Ausführungsform. Der Dualmodus-Systemknoten 110B ist dazu ausgelegt, zwischen einem UWB-Kommunikationsmodus und einem UWB-Radarmodus umzuschalten. Insbesondere umfasst der Dualmodus-Systemknoten 110B in der veranschaulichten Ausführungsform zumindest einen Prozessor 112B, einen Speicher 114B und einen Sendeempfänger 116B. Der Prozessor 112B beinhaltet ein beliebiges Hardwaresystem, einen beliebigen Hardwaremechanismus oder eine beliebige Hardwarekomponente, die/der/das Daten, Signale oder andere Informationen verarbeitet. Der Prozessor 112B kann ein System mit einer Zentralverarbeitungseinheit, mehreren Verarbeitungseinheiten, einer dedizierten Schaltungsanordnung zum Erreichen der Funktionalität, einen Digitalsignalprozessor (DSP) oder eine andere Verarbeitungstechnologie beinhalten. Der Speicher 114B ist dazu ausgelegt, Programmanweisungen zu speichern, die bei Ausführung durch den Prozessor 112B dem jeweiligen Systemknoten 110 ermöglichen, verschiedene Operationen durchzuführen, die an anderer Stelle hierin beschrieben sind, einschließlich Lokalisierung der Zielvorrichtung 120, Erfassung eines Erfassungsgebiets, Umschalten zwischen Kommunikationsmodus und Radarmodus, Durchführen von Signalverarbeitung usw. Der Speicher 114B kann ein beliebiger Typ von Vorrichtung sein, die in der Lage ist, Informationen zu speichern, auf die der Prozessor 112B zugreifen kann, wie etwa beschreibbare Speicher, Nurlesespeicher oder andere nichtflüchtige computerlesbare Medien. In einem Beispiel beinhaltet der Dualmodus-Systemknoten 110B einen Mikrocontroller, der zumindest den Prozessor 112B und den Speicher 114B zusammen mit programmierbarem Eingabe/Ausgabe-Peripheriegeräten enthält.

[0012] Der Sendeempfänger 116B beinhaltet zumindest einen Sendeempfänger, der dazu ausgelegt ist, zwischen dem Übertragen/Empfangen von UWB-Kommunikationen bzw. dem Übertragen/Empfangen von UWB-Radar umzuschalten. Der Sendeempfänger 116B ist dazu ausgelegt ist, mit der Zielvorrichtung 120 zu kommunizieren, und kann beliebige von verschiedenen anderen Vorrichtungen beinhalten, die zur Kommunikation mit anderen elektronischen Vorrichtungen ausgelegt sind, einschließlich der Fähigkeit, Kommunikationssignale zu senden und Kommunikationssignale zu empfangen. In einigen Ausführungsformen umfasst der Sendeempfänger 116B mehrere UWB-Sendeempfänger und/oder mehrere UWB-Antennen, die in einem Array angeordnet sind. Die mehreren UWB-Sendeempfänger und/oder mehreren UWB-Antennen sind dazu ausgelegt, UWB-Kommunikationen bzw. UWB-Radar zu übertragen/zu empfangen. In einer beispielhaften Ausführungsform beinhaltet der Sendeempfänger 116B mindestens einen weiteren Sendeempfänger, der dazu ausgelegt ist, mit den anderen Systemknoten 110 (z. B. Kommunikationssystemknoten 110A, Dualmodus-Systemknoten 110B usw.), der Zielvorrichtung 120 und/oder dem Verarbeitungssystem 130 über eine drahtgebundene oder drahtlose Verbindung zu kommunizieren.

[0013] Der Dualmodus-Systemknoten 110B ist funktionsfähig, zwischen einem Kommunikationsmodus bzw. einem Radarmodus umzuschalten. Außerdem ist der Dualmodus-Systemknoten 110B funktionsfähig, Impulse im Radarmodus bzw. Kommunikationsmodus zu übertragen. Die Dauer dieser Impulse und/oder die Anzahl dieser übertragenen Impulse unterscheidet sich in diesen beiden distinkten Modi. Beispielsweise unterscheiden sich ein oder mehrere Impulse, die im Radarmodus erzeugt werden, von einem oder mehreren Impulsen, die im Kommunikationsmodus erzeugt werden, bezüglich Impulsform, Wiederholungsfrequenz, Pulsleistung, Anzahl von Impulsen, Dauer der Impulsübertragung, einem beliebigen geeigneten Impulsmerkmal oder einer beliebigen Anzahl und Kombination davon.

[0014] In einer beispielhaften Ausführungsform beinhaltet der Dualmodus-Systemknoten 110B beispielsweise einen oder mehrere Umschaltmechanismen, die über Hardware, Software oder eine Kombination davon implementiert werden, die dazu ausgelegt sind, den Kommunikationsmodus bzw. den Radarmodus bereitzustellen, und dem Dualmodus-Systemknoten 110B ermöglichen, zwischen diesen beiden Modi umzuschalten. Als ein nicht beschränkendes Beispiel kann der Dualmodus-Systemknoten 110B beispielsweise einen Schalter beinhalten, der mit einer Antenne und einer integrierte Funkschaltung (Funk-IC) verbunden ist, die in **Fig.** 1C vorhanden sein können, aber in diesem Blockdiagramm hoher Ebene nicht gezeigt sind. Dieser Schalter steuert, ob eine Antenne mit mindestens einer Übertragungs- oder Empfangsschaltung verbunden ist. Ferner steuert dieser Schalter, ob die Antenne mit einer Radar-Empfangsschaltung oder einer Kommunikationsmodus-Empfangsschaltung verbunden ist. Ferner in dem Fall, dass es mehrere Antennen im Dualmodus-Systemknoten 110B gibt, dann kann der Dualmodus-Systemknoten 110B einen Schalter pro Antenne zum Steuern ihres Betriebs (z. B. Übertragen oder Empfangen) oder einen Schalter zum Wählen einer Antenne und einen Schalter zum Aktivieren des Betriebs (z. B. Übertragen oder Empfangen von Radar oder Empfangen einer Kommunikation) beinhalten.

[0015] Wie oben besprochen, ist der Dualmodus-Systemknoten 110B vorteilhafterweise dazu ausge-

legt, selektiv zwischen Radarmodus und Kommunikationsmodus umzuschalten. Genauer gesagt ist der Dualmodus-Systemknoten 110B dazu ausgelegt, im Kommunikationsmodus oder Radarmodus zu arbeiten. Beispielsweise ist im Kommunikationsmodus jeder Dualmodus-Systemknoten 110B aktiviert, um zur fahrzeuginternen Erfassung überall im Fahrzeug 10 mittels UWB-Kommunikation beizutragen. Außerdem ist im Radarmodus jeder Dualmodus-Systemknoten 110B funktionsfähig, eine gezielte Erfassung für spezifische Orte (z. B. Sitze) bereitzustellen. Zusätzlich trägt die Verwendung von UWB-Radar zur Bereitstellung von Gesundheitsstatusdaten (z. B. Herzfrequenzen, Atemfrequenzen) von mindestens einem Lebewesen im Fahrzeug 10 bei.

[0016] **Fig.** 1 D zeigt ein nicht beschränkendes Beispiel für die Zielvorrichtung 120, die einen Schlüsselanhänger, ein Smartphone, eine Smartwatch oder eine beliebige geeignete elektronische Vorrichtung umfassen kann. In der veranschaulichten Ausführungsform umfasst die Zielvorrichtung 120 zumindest einen Prozessor 122, Speicher 124, Sendeempfänger 126, eine E/A-Schnittstelle 128 und eine Batterie 129. Der Speicher 124 ist dazu ausgelegt, Programmanweisungen zu speichern, die bei Ausführung durch den Prozessor 122 der Zielvorrichtung 120 ermöglichen, verschiedene Operationen durchzuführen, die an anderer Stelle hierin beschrieben sind, einschließlich Kommunizieren mit den Systemknoten 110 für den Zweck der Lokalisierung der Zielvorrichtung 120. Der Speicher 124 kann ein beliebiger Typ von Vorrichtung sein, die in der Lage ist, Informationen zu speichern, auf die der Prozessor 122 zugreifen kann, wie etwa eine Speicherkarte, ROM, RAM, Festplatten, Discs, Flash-Speicher oder andere nichtflüchtige computerlesbare Medien. Zusätzlich beinhaltet der Prozessor 122 ein beliebiges Hardwaresystem, einen beliebigen Hardwaremechanismus oder eine beliebige Hardwarekomponente, die/der/das Daten, Signale oder andere Informationen verarbeitet. Der Prozessor 122 kann ein System mit einer Zentralverarbeitungseinheit, mehreren Verarbeitungseinheiten, einer dedizierten Schaltungsanordnung zum Erreichen der Funktionalität oder andere Systeme beinhalten.

[0017] Die Sendeempfänger 126 beinhalten zumindest einen UWB-Sendeempfänger, der dazu ausgelegt ist, mit den Systemknoten 110 (z. B. Kommunikationssystemknoten 110A, Dualmodus-Knoten 110B usw.) zu kommunizieren, und kann auch beliebige von verschiedenen anderen Vorrichtungen beinhalten, die zur Kommunikation mit anderen elektronischen Vorrichtungen ausgelegt sind, einschließlich der Fähigkeit, Kommunikationssignale zu senden und Kommunikationssignale zu empfangen. In einer beispielhaften Ausführungsform beinhalten die Sendeempfänger 126 ferner zusätzliche Sendeempfänger, die in Smartphones und/oder Smartwatches üblich sind, wie etwa WiFi- oder Bluetooth®-Sendeempfänger und Sendeempfänger, die dazu ausgelegt sind, über drahtlose Telefonnetze zu kommunizieren. Die E/A-Schnittstelle 128 beinhaltet Software und Hardware, die dazu ausgelegt sind, Kommunikationen mit der einen oder den mehreren Schnittstellen (nicht gezeigt) der Zielvorrichtung 120 zu ermöglichen, wie etwa taktile Tasten, Schalter und/oder Kippschalter, Touchscreen-Anzeigen, Mikrofone, Lautsprecher und Verbindungsanschlüsse. Die Batterie 129 ist dazu ausgelegt, die verschiedenen elektronischen Vorrichtungen der Zielvorrichtung 120 mit Leistung zu versorgen, und kann eine austauschbare oder wiederaufladbare Batterie umfassen.

[0018] In einer beispielhaften Ausführungsform ist das Verarbeitungssystem 130 dazu ausgelegt, verschiedene elektronische Funktionen bezüglich des Fahrzeugs 10 zu steuern und zu überwachen. In dieser Hinsicht beinhaltet das Verarbeitungssystem 130 beispielsweise mindestens eine elektronische Steuereinheit (ECU). In einem Beispiel beinhaltet das Verarbeitungssystem 130 einen Mikrocontroller. In einem Beispiel umfasst das Verarbeitungssystem zumindest einen Prozessor, einen Speicher und eine E/A-Schnittstelle. Der Speicher ist dazu ausgelegt, Programmanweisungen zu speichern, die bei Ausführung durch den Prozessor dem Verarbeitungssystem 130 ermöglichen, verschiedene Operationen durchzuführen, die an anderer Stelle hierin beschrieben sind, einschließlich Lokalisierung der Zielvorrichtung 120, Erfassung eines oder mehrerer Erfassungsgebiete. Der Speicher kann ein beliebiger Typ von Vorrichtung sein, die in der Lage ist, Informationen zu speichern, auf die der Prozessor zugreifen kann, wie etwa eine Speicherkarte, ROM, RAM, Festplatten, Discs, Flash-Speicher oder ein anderes computerlesbares Medium. Zusätzlich beinhaltet der Prozessor ein beliebiges Hardwaresystem, einen beliebigen Hardwaremechanismus oder eine beliebige Hardwarekomponente, die/der/das Daten, Signale oder andere Informationen verarbeitet. Der Prozessor kann ein System mit einer Zentralverarbeitungseinheit, mehreren Verarbeitungseinheiten, einer dedizierten Schaltungsanordnung zum Erreichen der Funktionalität oder andere Systeme beinhalten. Die E/A-Schnittstelle beinhaltet Software und Hardware, die dazu ausgelegt sind, die Überwachung und Steuerung diverser Elektronik und ihrer Funktionen zu ermöglichen.

[0019] **Fig.** 2A und **Fig.** 2B veranschaulichen nicht beschränkende Beispiele von Sätzen von Systemknoten bezüglich des Fahrzeugs 10 gemäß einer beispielhaften Ausführungsform. **Fig.** 2A und **Fig.** 2B veranschaulichen Beispiele mit mindestens einem Kommunikationssystemknoten 110A und mindestens einem Dualmodus-Systemknoten 110B. In dieser Hinsicht veranschaulichen **Fig.** 2A und **Fig.** 2B nicht beschränkende Beispiele für Knotenanordnun-

gen bezüglich des Fahrzeugs 10. Zusätzlich beinhalten **Fig.** 2A und **Fig.** 2B nicht beschränkende konzeptuelle Repräsentationen der Erfassungsgebiete der Dualmodus-Systemknoten 110B in Form von schattierten Dreiecken, die auch in **Fig.** 6A, **Fig.** 6B, **Fig.** 8B und **Fig.** 10B verwendet werden. Die Ausführungsformen sind nicht auf diese Knotenanordnungen beschränkt, da es eine Anzahl anderer Knotenanordnungen gibt. **Fig.** 2A und **Fig.** 2B veranschaulichen auch Beispiele für Knotenanordnungen, in denen UWB-Radar und UWB-Kommunikationen kombinierbar sind, um Erfassungszustandsdaten und/oder Erfassungsanwendungen bereitzustellen.

[0020] **Fig.** 2A veranschaulicht eine erste Anordnung, die einen UWB-Kommunikationssystemknoten 110A an dem ersten Ort, einen UWB-Dualmodus-Systemknoten 110B an dem zweiten Ort, einen UWB-Dualmodus-Systemknoten 110B an dem dritten Ort und einen UWB-Kommunikationssystemknoten 110A an dem vierten Ort beinhaltet. **Fig.** 2B veranschaulicht eine zweite Anordnung, die einen UWB-Kommunikationssystemknoten 110A an dem ersten Ort, einen UWB-Dualmodus-Systemknoten 110B an dem zweiten Ort, einen UWB-Dualmodus-Systemknoten 110B an dem dritten Ort und einen UWB-Dualmodus-Systemknoten 110A an dem vierten Ort beinhaltet. In dieser Hinsicht unterscheidet sich die zweite Knotenanordnungen von **Fig.** 2B bezüglich der ersten Knotenanordnung von **Fig.** 2A darin, dass der vierte Ort in **Fig.** 2B einen Dualmodus-Systemknoten 110B beinhaltet, wohingegen der vierte Ort in **Fig.** 2A einen Kommunikationssystemknoten 110A beinhaltet. In dieser Hinsicht ist die erste Knotenanordnungen von **Fig.** 2A funktionsfähig, eine Rücksitzerfassung mit den Dualmodus-Systemknoten 110B an dem zweiten Ort und dem dritten Ort bereitzustellen. Währenddessen ist die zweite Knotenanordnungen von **Fig.** 2B funktionsfähig, eine Fahrersitzerfassung mit dem Dualmodus-Systemknoten 110B an dem vierten Ort und eine Rücksitzerfassung mit den Dualmodus-Systemknoten 110B an dem zweiten Ort und dem dritten Ort bereitzustellen. In dieser Hinsicht zeigen **Fig.** 2A und **Fig.** 2B Beispiele dafür, wie die Dualmodus-Systemknoten 110B und die Kommunikationssystemknoten 110A strategisch zusammen verwendet werden können, um Sensorfusionsdaten zu erzeugen, wodurch ermöglicht wird, dass verschiedene Erfassungszustandsdaten erzeugt werden, um verschiedenen fahrzeuginternen Erfassungsanwendungen zugute zu kommen.

[0021] **Fig.** 3 veranschaulicht eine Pipeline 300 mit mehreren Phasen, die eine Anzahl von Operationen beinhalten, die durch das System 100 unter Verwendung der UWB-Infrastruktur durchgeführt werden. Die Pipeline 300 ist nicht auf die in **Fig.** 3 gezeigten Phasen beschränkt. In dieser Hinsicht kann die Pipeline 300 mehr Phasen oder weniger Phasen als die in **Fig.** 3 gezeigten beinhalten, insofern das System 100 funktionsfähig ist, die wie hierin beschriebenen Funktionen durchzuführen. Als ein allgemeiner Überblick ist die Pipeline 300 mit Phasen versehen, in denen die UWB-Kommunikationssignale und die UWB-Radarsignale separat Signalverarbeitungsoperationen unterzogen werden, bevor sie in eine Phase 314 eingespeist werden, wo sie zusammen verarbeitet und kombiniert werden, um Sensorfusionsdaten zu erzeugen, sodass ein oder mehrere Erfassungszustände bestimmt werden können.

[0022] Bei Phase 302, gemäß einem Beispiel, ist das System 100 funktionsfähig, eine automatische Auswahl eines UWB-Systemknotens 110 aus dem Satz von UWB-Systemknoten 110s für den Betrieb als ein Sender durchzuführen (oder eine manuelle Auswahl dafür zu empfangen). Die UWB-Linkauswahl (d. h. Auswahl des Systemknotens 110) bei Phase 302 kann basierend auf einer Anzahl von Faktoren bestimmt werden (z. B. Kalibrationsprozess, Konnektivitätsstärke, Kommunikationsrate, Ort eines Systemknotens 110 usw.). Als Reaktion auf die UWB-Linkauswahl ist der ausgewählte Systemknoten 110 funktionsfähig, eine oder mehrere Nachrichten zu übertragen, während die verbleibenden UWB-Systemknoten 110 (oder die nicht ausgewählten Systemknoten 110) funktionsfähig sind, diese eine oder mehreren Nachrichten von dem ausgewählten Systemknoten 110 zu empfangen. Zusätzlich ist das System 100 dazu ausgelegt, ein oder mehrere Merkmale auszuwählen, die zu der Vorhersageausgabe (z. B. Pro-Sitz-Belegungsvorhersage) beitragen. Diese Merkmale können beispielsweise Kanalimpulsantwort(CIR)-Daten (CIR: Channel Impulse Response), Amplitude, Spitzen/Täler, Abstände zwischen Spitzen/Tälern, Anzahl von Spitzen/Tälern, beliebige geeignete CIR-Daten oder eine beliebige Anzahl und Kombination davon beinhalten.

[0023] Bei Phase 304, gemäß einem Beispiel, erfasst das System 100 die CIR-Daten von jedem der UWB-Systemknoten 110 gemäß den ausgewählten Merkmalen. Beispielsweise kann beim Empfang jeder UWB-Systemknoten 110 CIRs sammeln und kann die decodierten CIR-Messungen zu dem Verarbeitungssystem 130 senden.

[0024] Bei Phase 306, gemäß einem Beispiel, wendet das System 100 mindestens einen Signalverarbeitungsalgorithmus an, um die Auflösung jedes empfangenen Funkfrequenz(RF)-Signals oder jedes UWB-Kommunikationssignals zu erhöhen. Beispielsweise kann das System 100 die Auflösung einer berechneten CIR durch Interpolieren und Upsampling in der Frequenzdomäne erhöhen, um eine genaue Ausrichtung und Merkmalsextraktion zu unterstützen. Zusätzlich oder alternativ ist das System 100 funktionsfähig, Spitzendetektion und

Ausrichtung, Skalierung, Metadaten-Verarbeitung oder eine beliebige Anzahl und Kombination davon durchzuführen. Das System 100 ist funktionsfähig, Signalverarbeitungsoperationen bezüglich Metadaten durchzuführen, z. B. Spitzenleistung, Durchschnittsleistung, Verhältnisse von erster Spitzenleistung zu zweiter Spitzenleistung, Breite der ersten Spitze, Zeitdifferenz zwischen erster und zweiter Spitze usw., wie aus der CIR abgeleitet. Nach dem Durchführen der Kommunikationssignalverarbeitung an dem RF-Signal (z. B. UWB-Kommunikationssignal) gibt das System 100 Kommunikationssignaldaten aus und stellt diese an die Phase 314 bereit.

[0025] Bei Phase 308, gemäß einem Beispiel, ist das System 100 dazu ausgelegt, mindestens einen Dualmodus-Systemknoten 110B zum Übertragen eines Radar-Übertragungssignals auszuwählen. Das System 100 ist dazu ausgelegt, den Dualmodus-Systemknoten 110B automatisch auszuwählen. Das System 100 ist dazu ausgelegt, eine manuelle Auswahl des Dualmodus-Systemknotens 110B zu gestatten. Der Dualmodus-Systemknoten 110B kann basierend auf einer Anzahl von Faktoren ausgewählt werden (z. B. Ort eines Knotens, Betriebszustand des Knotens usw.). Nach der Auswahl arbeitet der Dualmodus-Systemknoten 110B im Radarmodus, um ein Radar-Übertragungssignal zu übertragen.

[0026] Bei Phase 310, gemäß einem Beispiel, ist das System 100 dazu ausgelegt, ein Radar-Reflexionssignal zu erhalten, das auf dem Radar-Übertragungssignal basiert. Insbesondere ist der Knoten, der das Radar-Übertragungssignal überträgt, funktionsfähig, das Radar-Reflexionssignal zu empfangen. Das System 100 ist funktionsfähig, das Radar-Reflexionssignal in Rohform zu empfangen. Das Radar-Reflexionssignal wird einem Signalprozessor bereitgestellt und/oder mit mindestens einem Signalverarbeitungsalgorithmus bei Phase 312 angewendet.

[0027] Bei Phase 312, gemäß einem Beispiel, ist das System 100 dazu ausgelegt, mindestens einen Radarsignalverarbeitungsalgorithmus am rohen Radar-Reflexionssignal anzuwenden, das bei Phase 310 empfangen wurde. Das System 100 ist dazu ausgelegt, diese Signalverarbeitung über den Prozessor des Dualmodus-Systemknotens 110B, die ECU oder über eine beliebige Kombination davon durchzuführen. Bei dieser Phase ist das System 100 dazu ausgelegt, eine Qualität der Rohform des Radar-Reflexionssignals zu verbessern. In dieser Hinsicht ist das System 100 auch dazu ausgelegt, Komponenten von Interesse im Radar-Reflexionssignal zu detektieren. Beispielsweise beinhaltet die Radarsignalverarbeitung einen Entrauschungsprozess, einen FFT-Prozess (FFT: Fast Fourier Transform - schnelle Fourier-Transformation), einen DFT-Prozess (DFT: Discrete Fourier Transform - diskrete Fourier-Transformation), einen Bandpassfilterungsprozess oder eine beliebige Anzahl und Kombination davon. Nach dem Durchführen der Radarsignalverarbeitung an dem Radar-Reflexionssignal gibt das System 100 Radarsignaldaten aus und stellt diese an die Phase 314 bereit.

[0028] Bei Phase 314, gemäß einem Beispiel, ist das System 100 funktionsfähig, die Kommunikationssignaldaten von der Phase 306 und die Radarsignaldaten von der Phase 312 zu empfangen. Das System 100 ist funktionsfähig, eine Datenverarbeitung an den Kommunikationssignaldaten und den Radarsignaldaten über das Verarbeitungssystem 130 (z. B. die ECU) durchzuführen. In einer beispielhaften Ausführungsform ist das System 100 beispielsweise funktionsfähig, die Kommunikationssignaldaten und die Radarsignaldaten zu kombinieren. Insbesondere ist das System 100 funktionsfähig, Sensorfusionsdaten basierend auf den Kommunikationssignaldaten von der Phase 306 und den Radarsignaldaten von der Phase 312 zu erzeugen.

[0029] Zusätzlich oder alternativ ist das System 100 funktionsfähig, unterschiedliche Schwellen zu verwenden, um Aktivität/Anwesenheit innerhalb des Fahrzeugs 10 zu detektieren. Das System 100 ist funktionsfähig, eine relative Variation von Parametern zu bestimmen und zu evaluieren, um Aktivität/Anwesenheit zu bestimmen. Beispielsweise wird das Verhältnis von Spitzenleistung zu Durchschnittsleistung höher sein, wenn ein direkter Pfad nicht blockiert ist, und zur gleichen Zeit die Spitzenleistung auch die erste Spitze in der CIR ist. Wenn dieser Pfad durch irgendein Objekt blockiert ist, dann wird das Verhältnis reduziert werden, mit einer höheren Wahrscheinlichkeit, dass eine anschließende Spitze eine höhere Leistung aufweist als die erste Spitze. Dementsprechend können diese resultierenden Daten dann durch das System 100 verwendet werden, um Aktivität/Anwesenheit zu bestimmen.

[0030] Außerdem ist das System 100 in einem Beispiel dazu ausgelegt, mindestens einen Maschinenlernalgorithmus über mindestens ein Maschinenlernsystem durchzuführen. Das Maschinenlernsystem beinhaltet ein künstliches neuronales Netzwerk (z. B. ein faltendes neuronales Netzwerk), eine Support-Vektor-Maschine, einen Entscheidungsbaum, ein beliebiges geeignetes Maschinenlernmodell oder eine beliebige Anzahl und Kombination davon. In einem Beispiel ist das Maschinenlernsystem funktionsfähig, eine oder mehrere Klassifikationsaufgaben an den Sensorfusionsdaten durchzuführen, sodass ein Erfassungszustand des vorbestimmten Gebiets (z. B. Innenraum eines Fahrzeugs 10) bestimmt werden kann. In dieser Hinsicht ist das Maschinenlernsystem beispielsweise dazu ausgelegt, Objektdetektion und -erkennung basierend auf

den Sensorfusionsdaten des vorbestimmten Gebiets (z. B. Innenraum eines Fahrzeugs 10) durchzuführen.

[0031] Bei Phase 316, gemäß einem Beispiel, ist das System 100 funktionsfähig, einen gegebenen Erfassungszustand des vorbestimmten Gebiets (z. B. Innenraum eines Fahrzeugs 10) zu bestimmen. Das System 100 ist dazu ausgelegt, einen gegebenen Erfassungszustand basierend zumindest auf den Sensorfusionsdaten, den Ausgabedaten des maschinellen Lernens oder einer beliebigen Anzahl und Kombination davon zu bestimmen. Als ein nicht beschränkendes Beispiel können die Erfassungszustandsdaten Belegungsdaten, Daten eines belebten Objekts, Daten eines unbelebten Objekts, Aktivitätsdaten, biometrische Daten, Emotionsdaten, beliebige geeignete Erfassungsdaten oder eine beliebige Anzahl und Kombination davon beinhalten. Beispielsweise können die Erfassungszustandsdaten angeben, ob es irgendeine Belegung oder keine Belegung im Fahrzeug 10 gibt. Falls es eine Belegung gibt, dann können die Erfassungszustandsdaten angeben, welcher Bereich (oder Sitz) belegt oder unbesetzt ist. Falls es eine Belegung gibt, dann können die Erfassungszustandsdaten angeben, ob diese Belegung ein belebtes Objekt, ein unbelebtes Objekt oder eine beliebige Anzahl und Kombination davon beinhaltet. Falls es mindestens ein belebtes Objekt gibt, dann können die Erfassungszustandsdaten angeben, ob jedes detektierte belebte Objekt ein Tier, ein Mensch, ein Erwachsener, ein Kind oder ein beliebiges geeignetes Label von Lebewesen ist. Falls es mindestens ein belebtes Objekt gibt, dann können die Erfassungszustandsdaten biometrische Daten (z. B. Atemfrequenz, Herzfrequenz usw.), Überwachungsdaten für Gesundheit/Wohlbefinden, Emotionsdaten oder eine beliebige Anzahl und Kombination davon bereitstellen. Als ein nicht beschränkendes Beispiel können die Erfassungszustandsdaten bezüglich der Emotionsdaten bestimmen, ob es zu einem Streit kommen wird. Falls es mindestens ein unbelebtes Objekt gibt, dann können die Erfassungszustandsdaten Objektklassifikationsdaten beinhalten. Wie oben besprochen, ist das System 100 vorteilhafterweise funktionsfähig, Erfassungszustandsdaten des vorbestimmten Gebiets (z. B. Innenraum eines Fahrzeugs 10) zu einem beliebigen gegebenen Zeitpunkt in Echtzeit bereitzustellen.

[0032] **Fig.** 4 veranschaulicht ein Blockdiagramm 400 der Signalverarbeitung von **Fig.** 3 in einer beispielhaften Erfassungsanwendung bezüglich der Detektion und Überwachung von Vitalzeichen. Dieses Blockdiagramm 400 veranschaulicht eine Anzahl von Signalverarbeitungsoperationen, die bei Phase 306, Phase 312 oder beiden Phasen 306 und 312 durchgeführt werden können. Beispielsweise, wenn als die Signalverarbeitung bei Phase 306 angewendet, beinhaltet das System 100 eine oder mehrere Linkauswahlen, die die CIR-Daten bereitstellen, die verwendet werden können, um Vitalzeichen von mindestens einem Lebewesen innerhalb des vorbestimmten Gebiets (z. B. Innenraum des Fahrzeugs 10) zu bestimmen. Die Signalverarbeitung beinhaltet verschiedene Algorithmen zum Bestimmen der Atemfrequenz und Herzfrequenz basierend auf den empfangenen CIR-Daten. Beispielsweise veranschaulicht **Fig.** 4 verschiedene Algorithmen, die durch Signalverarbeitung eingesetzt werden können. Wie gezeigt, kann die Signalverarbeitung die Verarbeitung der CIR-Daten unter Verwendung eines FFT- und/oder eines DFT-Prozesses 402 einschließen. In diesem Beispiel beinhaltet die Signalverarbeitung das Anwenden eines Atemfrequenz(BR)-Bandpassfilters 404 (BR: Breathing Rate), eines Herzfrequenz (HR)-Bandpassfilters 406 (HR: Heart Rate), eines Herzfrequenzvariabilität(HRV)-Bandpassfilters 408 (HRV: Heart Rate Variability) oder einer beliebigen geeigneten Anzahl und Kombination davon. Ein Emotionsdetektionsalgorithmus 410 kann die Ausgabedaten von dem BR-Bandpassfilter 404, dem HR-Bandpassfilter 406, dem HRV-Bandpassfilter 408 oder einer beliebigen Anzahl und Kombination davon empfangen und weiter verarbeiten.

[0033] **Fig.** 5 veranschaulicht eine Pipeline 500 mit mehreren Phasen, die eine Anzahl von Operationen beinhalten, die durch das System 100 unter Verwendung der UWB-Infrastruktur durchgeführt werden, gemäß einer beispielhaften Ausführungsform. Die Pipeline 500 (**Fig.** 5) beinhaltet eine Anzahl von Phasen, die die gleichen wie oder ähnlich zu den Phasen der Pipeline 300 (**Fig.** 3) sind. Da Beschreibungen dieser ähnlichen Phasen mit Bezug auf **Fig.** 3 referenziert werden können, werden sie nachstehend nicht wiederholt. In dieser Hinsicht ist beispielsweise die Phase 502 ähnlich zu oder die gleiche wie die Phase 302, die Phase 504 ist ähnlich zu oder die gleiche wie die Phase 304, die Phase 506 ist ähnlich zu oder die gleiche wie die Phase 308, die Phase 508 ist ähnlich zu oder die gleiche wie die Phase 310 und die Phase 512 ist ähnlich zu oder die gleiche wie die Phase 316. Im Gegensatz zu der Pipeline 300 (**Fig.** 3), die das Kommunikationssignal und das Radarsignal separat verarbeitet, bevor zu der Phase 314 übergegangen wird, speist die Pipeline 500 (**Fig.** 5) jedoch das rohe Radar-Reflexionssignal und das rohe Kommunikationssignal mit Kanalzustandsdaten in die Phase 510 ein, die die Signalverarbeitungsoperationen und die Datenverarbeitungsoperationen kombiniert. In der Pipeline 500 ist das Verarbeitungssystem 130 funktionsfähig, sowohl die Signalverarbeitungsoperationen als auch die Datenverarbeitungsoperationen bei Phase 510 durchzuführen, wodurch dieser Signalverarbeitungsaufwand von jedem ausgewählten Systemknoten 110 abgeladen wird. Im Gegensatz dazu veranlasst die Pipeline 300, dass jeder ausgewählte Systemknoten 110 seine eigenen Signalverarbeitungsoperationen mit

seinem Prozessor 112A/112B durchführt, bevor zu der Phase 314 zur Datenverarbeitung durch das Verarbeitungssystem 130 übergegangen wird.

[0034] Fig. 6A und **Fig.** 6B veranschaulichen Beispiele für das Fahrzeug 10, in dem ein Paar von Systemknoten 110 an einem externen Abschnitt des Fahrzeugs 10 angeordnet sind, gemäß einer beispielhaften Ausführungsform. Insbesondere veranschaulichen **Fig.** 6A und **Fig.** 6B in diesem Fall das Paar von Systemknoten 110 an der Fahrerseite des Fahrzeugs 10. In dieser Hinsicht kann ein ähnliches Paar von Systemknoten 110 oder ein einzelner Knoten (z. B. HF-Radarvorrichtung 140) an anderen externen Abschnitten des Fahrzeugs 10 angewendet werden, die sich an anderen Orten befinden, wie etwa einer Beifahrerseite, einer Kofferraumseite oder einem beliebigen geeigneten Ort, um schlüssellose Anwendungen an dieser externen Seite des Fahrzeugs 10 zu ermöglichen. **Fig.** 6A und **Fig.** 6B beziehen sich auf schlüssellose Anwendungen. Sobald ein berechtigter Benutzer 20 mit einer berechtigten Zielvorrichtung 120 (z. B. Schlüssel oder Smartphone) innerhalb eines vorbestimmten Bereichs oder eines Erfassungsbereichs des Fahrzeugs 10 detektiert wird, dann wird dieses Paar von Systemknoten 110 „eingeschaltet", um Operationen bezüglich Fahrzeugzugang und/oder schlüssellosen Anwendungen zu unterstützen. In dieser Hinsicht sind die externen Paare von Systemknoten 110, wie in **Fig.** 6A und **Fig.** 6B gezeigt, bei der Vermeidung von Energieverschwendung für kontinuierliches Erfassen vorteilhaft, während Falsch-Positive reduziert werden. Zusätzlich kann jedes externe Paar von Systemknoten 110 zu einer verbesserten Benutzererfahrung beitragen. In dieser Hinsicht kann zum Beispiel ein externes Paar von Systemknoten 110 verwendet werden, um ein Laufmuster eines Benutzers 20 für ein zusätzliches Sicherheitsniveau, Makrogesten (z. B. Handbewegungen, Fußbewegungen usw.) für Tür- und Lichtbetrieb usw. zu detektieren.

[0035] Fig. 7A ist ein Timing-Diagramm, das veranschaulicht, wie das System 100 UWB-Lokalisierung und UWB-Erfassung mit derselben UWB-Infrastruktur steuert und verwaltet, gemäß einer beispielhaften Ausführungsform. Insbesondere ist das System 100 in dem in **Fig.** 7A gezeigten Beispiel dazu ausgelegt, vorbestimmte Zeitschlitze für UWB-Lokalisierung bzw. UWB-Erfassung zuzuweisen. Das System 100 (z. B. das Verarbeitungssystem 130) ist funktionsfähig, einen Zeitplan zu erstellen oder zu erzeugen, der einen UWB-Lokalisierungszeitschlitz (T_L) und einen UWB-Erfassungszeitschlitz (T_S) beinhaltet. Wie in **Fig.** 7 gezeigt, sind der UWB-Lokalisierungszeitschlitz und der UWB-Erfassungszeitschlitz distinkt und überlappen sich nicht zeitlich. Im UWB-Lokalisierungszeitschlitz arbeitet das System 100 in einem Lokalisierungsmodus, in dem der Satz von Systemknoten 110 Nachrichten zu der Zielvorrichtung 120 überträgt, um die Zielvorrichtung 120 zu lokalisieren. Als ein Beispiel ist das System 100 dazu ausgelegt, die UWB-Lokalisierung periodisch bereitzustellen, sodass es einen oder mehrere dazwischenliegende Zeitschlitze zwischen zwei benachbarten UWB-Lokalisierungszeitschlitzen gibt. Während dieses dazwischenliegenden Zeitschlitzes ist das System 100 dazu ausgelegt, einen UWB-Erfassungszeitschlitz bereitzustellen, in dem das System 100 in einem Erfassungsmodus arbeitet, um zumindest eine fahrzeuginterne Erfassung bereitzustellen. Der UWB-Erfassungsmodus beinhaltet das Durchführen von Erfassungsfunktionen mit UWB-CIR und UWB-Radar. Die UWB-CIR und das UWB-Radar können während des UWB-Erfassungszeitschlitzes in einer Anzahl von Weisen stattfinden, wie nachstehend besprochen.

[0036] Fig. 7B veranschaulicht ein erstes Beispiel des UW-Erfassungszeitschlitzes gemäß einer beispielhaften Ausführungsform. Beispielsweise kann der UWB-Erfassungszeitschlitz einen UWB-CIR-Zeitrahmen (T_{CIR}) gefolgt von einem UWB-Radar-Zeitrahmen (T_{RADAR}) beinhalten, oder umgekehrt (d. h. ein UWB-Radar-Zeitrahmen gefolgt von einem UWB-CIR-Zeitrahmen). Als ein nicht beschränkendes Beispiel, bezüglich eines Satzes von vier Systemknoten 110, beinhaltet der UWB-CIR-Zeitrahmen (T_{CIR}) einem ersten Zeitrahmen, in dem ein erster Systemknoten 110 zumindest eine erste Nachricht überträgt und ein Teilsatz von anderen Systemknoten 110 zumindest diese erste Nachricht empfängt, einen zweiten Zeitrahmen, in dem ein zweiter Systemknoten 110 zumindest eine zweite Nachricht überträgt und ein Teilsatz von anderen Systemknoten 110 zumindest diese zweite Nachricht empfängt, einen dritten Zeitrahmen, in dem ein dritter Systemknoten 110 eine dritte Nachricht überträgt und ein Teilsatz von anderen Systemknoten 110 zumindest diese dritte Nachricht empfängt, und einen vierten Zeitrahmen, in dem ein vierter Systemknoten 110 eine vierte Nachricht überträgt und ein Teilsatz von anderen Systemknoten 110 diese vierte Nachricht empfängt. In diesem nicht beschränkenden Beispiel, das einen Satz von vier Systemknoten 110 betrifft, wird dann, nachdem der vierte Systemknoten 110 die vierte Nachricht überträgt, dieser Prozess des Übertragens von dem ersten Systemknoten 110, dem zweiten Systemknoten 110, dem dritten Systemknoten 110 und dem vierten Systemknoten 110 so viele Male, wie der Zeitschlitz erlaubt, wiederholt. Außerdem beinhaltet, als ein nicht beschränkendes Beispiel, mit Bezug auf **Fig.** 2A, der UWB-Radar-Zeitrahmen (T_{RADAR}) einen ersten Zeitrahmen, in dem der zweite Dualmodus-Systemknoten 110B ein Radar-Übertragungssignal überträgt und ein Radar-Reflexionssignal basierend auf dem Radar-Übertragungssignal empfängt, einen zweiten Zeitrahmen, in dem der dritte Dualmodus-Systemknoten 110B ein Radar-Übertragungssignal über-

trägt und ein Radar-Reflexionssignal empfängt, und so weiter für jeden der Dualmodus-Systemknoten 110B. Nachdem ermöglicht wird, dass jeder der Dualmodus-Systemknoten 110B Radar überträgt und empfängt, ist das System 100 dazu ausgelegt, diesen Prozess erneut für so viele Male, wie der Zeitschlitz erlaubt, zu wiederholen.

[0037] Fig. 7C veranschaulicht ein erstes Beispiel des UW-Erfassungszeitschlitzes gemäß einer beispielhaften Ausführungsform. Insbesondere beinhaltet der UWB-Erfassungszeitschlitz einen kombinierten Modus mit einem Kombinationszeitrahmen ($T_{RADAR+CIR}$), in dem UWB-Radar und UWB-CIR durchgeführt werden. In dieser Hinsicht, beispielsweise mit Bezug auf **Fig.** 2A als ein Beispiel, beinhaltet der UWB-Erfassungszeitschlitz (i) einen ersten Zeitrahmen, in dem der zweite Dualmodus-Systemknoten 110B (an dem zweiten Ort) ein Radar-Übertragungssignal überträgt und ein Radar-Reflexionssignal basierend auf dem Radar-Übertragungssignal empfängt, während CIR-Daten durch einen Teilsatz von anderen Knoten empfangen werden, die die CIR berechnen, (ii) einen zweiten Zeitrahmen, in dem der dritte Dualmodus-Systemknoten 110B (an dem dritten Ort) ein Radar-Übertragungssignal überträgt und ein Radar-Reflexionssignal basierend auf dem Radar-Übertragungssignal empfängt, während CIR-Daten durch einen Teilsatz von anderen Knoten empfangen werden, die die CIR berechnen, und (iii) so weiter für jeden der Dualmodus-Systemknoten 110B innerhalb des Satzes von Systemknoten 110. Wie in **Fig.** 7C gezeigt, mit Bezug auf **Fig.** 2A als ein Beispiel, kann, nachdem jeder Dualmodus-Systemknoten 110B während seines zugewiesenen Zeitrahmens durchgeführt hat, dieser Prozess erneut wiederholt werden, angefangen mit dem zweiten Dualmodus-Systemknoten 110B (an dem zweiten Ort) während eines anschließenden Zeitrahmens gefolgt von dem dritten Dualmodus-Systemknoten 110B (an dem dritten Ort) während eines nächsten anschließenden Zeitrahmens.

[0038] Fig. 8A und **Fig.** 8B veranschaulichen nicht beschränkende Beispiele von Sätzen von Systemknoten bezüglich des Fahrzeugs 10 gemäß einer beispielhaften Ausführungsform. **Fig.** 8A und **Fig.** 8B veranschaulichen Beispiele mit mindestens einem Kommunikationssystemknoten 110A, mindestens einem Dualmodus-Systemknoten 110B und mindestens einer Hochfrequenz(HF)-Radarvorrichtung 140. Zusätzlich beinhalten **Fig.** 8A und **Fig.** 8B nicht beschränkende konzeptuelle Repräsentationen der Erfassungsgebiete der HF-Radarvorrichtungen 140 in Form von schattierten Dreiecken, die auch in **Fig.** 10A und **Fig.** 10B verwendet werden.

[0039] Fig. 8A und **Fig.** 8B zeigen Beispiele, die ferner HF-Radar beinhalten, um eine Anzahl von zusätzlichen Vorteilen bereitzustellen. Insbesondere weisen zum Beispiel Radare mit höherer Frequenz/-höherer Bandbreite eine höhere Auflösung gegenüber UWB-Radaren (z. B. < 10 GHz) auf. Außerdem ermöglicht dies, da die Antennengröße mit zunehmenden Frequenzen abnimmt, die Nutzung eines Mehrantennenarrays, um mehrere Strahlen bereitzustellen, die gleichzeitig in mehrere Richtungen zeigen. Wie in **Fig.** 8A und **Fig.** 8B gezeigt, ist daher eine einzelne HF-Radarvorrichtung 140 funktionsfähig, die Belegung an mehreren Zielorten (z. B. einer Mehrzahl von Sitzen) gleichzeitig zu erfassen. Die höheren Kosten des Verwendens solcher HF-Radare wird durch eine Reduzierung der Anzahl von Radarvorrichtungen kompensiert, die zum Abdecken von Zielbereichen benötigt werden.

[0040] Ferner können HF-Radarvorrichtungen 140 mit Sub-THz-Radaren beispielsweise zur Zustandsüberwachung in Fahrzeugen 10 wie etwa Verschüttungsdetektions- und Sicherheitsanwendungen verwendet werden. HF-Radarvorrichtungen 140 mit mmWave- und Sub-THz-Radaren können beispielsweise zur Gestenerkennung verwendet werden. Diese HF-Radare haben eine bessere Auflösung für Atemfrequenz, Herzfrequenz und Herzfrequenzvariabilität, die dann verwendet werden können, um Emotionen besser zu detektieren. Das System 100 kann dazu ausgelegt sein, eine Emotionserfassung zu verwenden, um Beleuchtung im Fahrzeug zu steuern, eine Abspielliste für die Insassen auszuwählen, einen möglichen Streit vor seinem Auftreten vorherzusagen, Notfallsituationen zu erfassen usw. Ferner kann das System 100 dazu ausgelegt sein, Emotionen und Körperprofile zu nutzen, um biometrische Daten für einen oder mehrere Mitfahrer zu erzeugen, die dann zur Fahrzeugzugangskontrolle und personalisierten Benutzererfahrung (z. B. Sitzeinstellung, Lenkradeinstellung, standardmäßige Abspielliste/Radiostationen, Liste von bevorzugten Bestimmungsorten usw.) genutzt werden.

[0041] Fig. 8A und **Fig.** 8B veranschaulichen nicht beschränkende Beispiele für Knotenanordnungen bezüglich des Fahrzeugs 10. Die Ausführungsformen sind nicht auf diese Knotenanordnungen beschränkt, da es eine Anzahl anderer Knotenanordnungen gibt. **Fig.** 8A und **Fig.** 8B stellen auch Beispiele für Knotenanordnungen bereit, in denen UWB-Radar, UWB-Kommunikationen und HF-Radar kombinierbar sind, um Erfassungszustandsdaten und/oder Erfassungsanwendungen bereitzustellen.

[0042] Fig. 8A veranschaulicht eine erste Anordnung, die eine HF-Radarvorrichtung 140 an dem ersten Ort, einen UWB-Kommunikationssystemknoten 110A an dem zweiten Ort, einen UWB-Kommunikationssystemknoten 110A an dem dritten Ort und einen UWB-Kommunikationssystemknoten 110A an dem vierten Ort beinhaltet. **Fig.** 8B veranschaulicht

eine zweite Anordnung, die eine HF-Radarvorrichtung 140 an dem ersten Ort, einen UWB-Kommunikationssystemknoten 110A an dem zweiten Ort, einen UWB-Kommunikationssystemknoten 110A an dem dritten Ort und einen Dualmodus-Systemknoten 110B an dem vierten Ort beinhaltet. In dieser Hinsicht unterscheidet sich die zweite Knotenanordnungen von **Fig.** 8B bezüglich der ersten Knotenanordnung von **Fig.** 8A darin, dass der vierte Ort in **Fig.** 8B einen Dualmodus-Systemknoten 110B beinhaltet, wohingegen der vierte Ort in **Fig.** 8A einen UWB-Kommunikationssystemknoten 110A beinhaltet.

[0043] Mit Bezug auf **Fig.** 8A und **Fig.** 8B ist das System 100 dazu ausgelegt, eine Belegung des Rücksitzes über eine einzelne HF-Radarvorrichtung 140 zu bestimmen, die an dem ersten Ort positioniert ist (z. B. ein mittleres und hinteres Gebiet innerhalb eines Fahrgastraums des Fahrzeugs 10), sodass die HF-Radarvorrichtung 140 den Rücksitz abdeckt. **Fig.** 8A zeigt ferner, dass der Erfassungsbereich der HF-Radarvorrichtung 140 größer ist als der Erfassungsbereich des Dualmodus-Systemknotens 110B. In dieser Hinsicht ist das System 100 dazu ausgelegt, eine einzelne HF-Radarvorrichtung 140 zu verwenden, um die Belegung des Rücksitzes in den **Fig.** 8A-8B zu detektieren, im Vergleich zu den zwei UWB-Dualmodus-Systemknoten 110B, die verwendet werden, um die gleiche Belegung des Rücksitzes in den **Fig.** 2A-2B zu bestimmen.

[0044] **Fig.** 9 ist ein Timing-Diagramm, das veranschaulicht, wie das System 100 UWB-Lokalisierung, UWB-Erfassung und HF-Erfassung innerhalb derselben UWB-Infrastruktur steuert und verwaltet, gemäß einer beispielhaften Ausführungsform. Insbesondere ist das Verarbeitungssystem 130 in dem in **Fig.** 9 gezeigten Beispiel funktionsfähig, einen Zeitplan zu erstellen und vorbestimmte Zeitschlitze für UWB-Lokalisierung bzw. UWB-Erfassung zuzuweisen. Als ein Beispiel ist das System 100 dazu ausgelegt, periodisch in einem UWB-Lokalisierungsmodus zu arbeiten, sodass es einen oder mehrere dazwischenliegende Zeitschlitze zwischen zwei benachbarten UWB-Lokalisierungszeitschlitzen gibt. Während dieses dazwischenliegenden Zeitschlitzes ist das System 100 dazu ausgelegt, einen UWB-Erfassungszeitschlitz bereitzustellen.

[0045] Wie zuvor erwähnt, stellt der UWB-Erfassungsmodus Erfassungsfunktionen mit UWB-CIR und UWB-Dualmodus bereit. In dieser Hinsicht ist der UWB-Erfassungszeitschlitz von **Fig.** 9 ähnlich zu oder der gleiche wie der UWB-Erfassungszeitschlitz (T_S) von **Fig.** 7A, in dem Sinne, dass der UWB-Erfassungszeitschlitz einen UWB-CIR-Zeitrahmen (T_{CIR}), einen UWB-Radar-Zeitrahmen (T_{RADAR}), einen Kombinationszeitrahmen von UWB-Radar und UWB-CIR ($T_{RADAR+CIR}$) oder eine beliebige Anzahl und Kombination davon beinhalten kann. Wie in **Fig.** 9 gezeigt, ist der UWB-Erfassungszeitschlitz auch als ein dazwischenliegender Zeitschlitz zwischen zwei benachbarten UWB-Lokalisierungszeitschlitzen (T_L) bereitgestellt. Zusätzlich veranschaulicht **Fig.** 9 ferner einen HF-Radarerfassungszeitschlitz, der auch in dem dazwischenliegenden Zeitschlitz bereitgestellt ist. Da die HF-Radarerfassung nicht die UWB-Erfassung stört, ist das System 100 derart ausgebildet, dass der dazwischenliegende Zeitschlitz sowohl den UWB-Erfassungszeitschlitz als auch den HF-Radarerfassungszeitschlitz beinhaltet. In dieser Hinsicht sind sowohl UWB-Erfassung als auch HF-Radarerfassung dazu ausgelegt, gleichzeitig stattzufinden, da sie bei unterschiedlichen Frequenzbereichen arbeiten. Das heißt, dieser dazwischenliegende Zeitschlitz ist dazu ausgelegt, UWB-Erfassung und HF-Radarerfassung zur gleichen Zeit bereitzustellen, sodass das System 100 dazu ausgelegt ist, die HF-Radardaten zusammen mit den UWB-Erfassungsdaten zu verwenden, um robuste Sensorfusionsdaten zu erzeugen, wodurch robustere Entscheidungen basierend darauf bereitgestellt werden.

[0046] Zusätzlich oder alternativ, wie in **Fig.** 9 gezeigt, da die HF-Radarerfassung nicht die UWB-Frequenzbereiche stört, ist die HF-Radarerfassung dazu ausgelegt, jederzeit aktiviert zu werden, wie etwa während des ersten UWB-Lokalisierungszeitschlitzes und/oder während des zweiten UWB-Lokalisierungszeitschlitzes. Wenn die HF-Radarerfassung jedoch während dieser UWB-Lokalisierungszeitschlitze stattfindet, dann ist das System 100 dazu ausgelegt, HF-Radarsensordaten oder Sensorfusionsdaten bereitzustellen, die HF-Radardaten beinhalten, aber keine UWB-Erfassungsdaten beinhalten. Wenn beispielsweise die HF-Radarerfassung während der UWB-Lokalisierungszeitschlitze aktiviert wird, ist das System 100 dazu ausgelegt, Sensorfusionsdaten zu erzeugen, die HF-Radardaten, Kameradaten, Audiodaten oder eine beliebige Anzahl und Kombination davon beinhalten (ohne die UWB-Erfassungsdaten, da dieser Modus nicht gleichzeitig mit der UWB-Lokalisierung stattfinden kann). Falls ferner mehrere HF-Radarvorrichtungen 140 eingesetzt werden (z. B. mehrere 24/60-Ghz- oder Sub-THz-Radare), dann ist das System 100 dazu ausgelegt, jede von diesen in einem separaten Zeitschlitz oder einem gleichen Zeitschlitz innerhalb eines UWB-Erfassungszeitschlitzes zu planen, in Abhängigkeit davon, ob sie in demselben Kanal arbeiten oder nicht.

[0047] **Fig.** 10A und **Fig.** 10B veranschaulichen nicht beschränkende Beispiele für Knotenanordnungen bezüglich des Fahrzeugs 10. Die Ausführungsformen sind nicht auf diese Knotenanordnungen beschränkt, da es andere mögliche Knotenanordnungen gibt. Insbesondere veranschaulicht **Fig.** 10A eine erste Anordnung, die eine HF-Radar-

vorrichtung 140 an dem ersten Ort, einen UWB-Kommunikationssystemknoten 110A an dem zweiten Ort, einen UWB-Kommunikationssystemknoten 110A an dem dritten Ort, einen UWB-Kommunikationssystemknoten 110A an dem vierten Ort, ein erstes Mikrofon 150 an einer vorderen linken Seite, ein zweites Mikrofon 150 an einer vorderen rechten Seite, ein drittes Mikrofon 150 an einer hinteren linken Seite, ein viertes Mikrofon 150 an einer hinteren rechten Seite und eine Kamera 160 an einer Vorderseite beinhaltet. **Fig.** 10B veranschaulicht eine zweite Anordnung, die eine HF-Radarvorrichtung 140 an dem ersten Ort, einen UWB-Kommunikationssystemknoten 110A an dem zweiten Ort, einen UWB-Kommunikationssystemknoten 110A an dem dritten Ort, einen Dualmodus-Systemknoten 110B an dem vierten Ort, ein erstes Mikrofon 150 an einer vorderen linken Seite, ein zweites Mikrofon 150 an einer vorderen rechten Seite, ein drittes Mikrofon 150 an einer hinteren linken Seite, ein viertes Mikrofon 150 an einer hinteren rechten Seite und eine Kamera 160 an einer Vorderseite beinhaltet. In dieser Hinsicht unterscheidet sich die zweite Knotenanordnungen von **Fig.** 10B bezüglich der ersten Knotenanordnung von **Fig.** 10A darin, dass der vierte Ort in **Fig.** 10B einen Dualmodus-Systemknoten 110B beinhaltet, wohingegen der vierte Ort in **Fig.** 10A einen UWB-Kommunikationssystemknoten 110A beinhaltet. Das heißt, in **Fig.** 10B ist das System 100 ferner dazu ausgelegt, zumindest eine Belegung des Vordersitzes (z. B. Fahrersitz oder vorderer linker Sitz) zu bestimmen. **Fig.** 10A und **Fig.** 10B liefern eine robuste Erfassungsinfrastruktur über ein Sensorsystem, das mindestens einen UWB-Kommunikationssystemknoten 110A, mindestens einen Dualmodus-Systemknoten 110B, mindestens einen HF-Radarknoten, mindestens ein Mikrofon 150 und mindestens eine Kamera 160 beinhaltet.

[0048] Wie besprochen, veranschaulichen **Fig.** 10A und **Fig.** 10B Beispiele für Knotenanordnungen für Mehrsensor-RF-Fusionsanwendungen. Ferner bezüglich **Fig.** 10A und **Fig.** 10B ist das System 100 dazu ausgelegt, alle der Sensoren oder einen Teilsatz von allen der Sensoren des Sensorsystems in Abhängigkeit von einer Anzahl von Faktoren (z. B. Anwendung, Szenario, Verwendungsfall usw.) zu aktivieren. Beispielsweise als ein nicht beschränkendes Beispiel ist das System 100 dazu ausgelegt, einen Teilsatz von Sensoren des Sensorsystems zu aktivieren, wenn das Fahrzeug 10 zu einem Halt kommt und dann ausgeschaltet wird.

[0049] **Fig.** 11 veranschaulicht eine Pipeline 1100 mit mehreren Phasen, die eine Anzahl von Operationen beinhalten, die durch das System 100 unter Verwendung der UWB-Infrastruktur durchgeführt werden, gemäß einer beispielhaften Ausführungsform. Die Pipeline 1100 (**Fig.** 11) beinhaltet eine Anzahl von Phasen, die die gleichen wie oder ähnlich zu den Phasen der Pipeline 300 (**Fig.** 3) sind. Da Beschreibungen dieser ähnlichen oder äquivalenten Phasen mit Bezug auf **Fig.** 3 referenziert werden können, werden sie nachstehend nicht wiederholt. In dieser Hinsicht ist beispielsweise die Phase 1102 ähnlich zu oder die gleiche wie die Phase 302, die Phase 1104 ist ähnlich zu oder die gleiche wie die Phase 304, die Phase 1106 ist ähnlich zu oder die gleiche wie die Phase 306, die Phase 1108 ist ähnlich zu oder die gleiche wie die Phase 308, die Phase 1110 ist ähnlich zu oder die gleiche wie die Phase 310 und die Phase 1112 ist ähnlich zu oder die gleiche wie die Phase 312. Im Gegensatz zu der Pipeline 300 (**Fig.** 3) beinhaltet die Pipeline 1100 (**Fig.** 11) jedoch ferner das Erhalten von Bilddaten von einer oder mehreren Kameras 160 und/oder das Erhalten von Audiodaten von einem oder mehreren Mikrofonen 150. Die Pipeline 1100 beinhaltet ferner eine Phase 1114, eine Phase 1116, eine Phase 1118, die sich auf die Erhaltung von Bilddaten beziehen, wie unten besprochen. Zusätzlich beinhaltet die Pipeline 1100 ferner eine Phase 1120, eine Phase 1122 und eine Phase 1124, die sich auf die Erhaltung von Audiodaten beziehen, wie unten besprochen. In dieser Hinsicht, wie in **Fig.** 11 gezeigt, ist die Pipeline 1100 derart ausgebildet, dass jede Erfassungsmodalität ihre eigene Pipeline aufweist. Außerdem, damit die RF-Erfassung funktioniert, sollte dann mindestens eine RF-Erfassungsmodalität verfügbar sein, wie etwa UWB-CIR-Erfassung oder UWB-/24-GHz-/60-GHz-/Sub-THz-Radare zusammen mit Kamera und/oder Audio zur Sensorfusion.

[0050] Bei Phase 1114, gemäß einem Beispiel, ist das System 100 funktionsfähig, eine oder mehrere Kameras 160 auszuwählen, um Bildsignale und/oder Videosignale zu erfassen. Das System 100 ist dazu ausgelegt, eine oder mehrere Kameras 160 automatisch auszuwählen. Das System 100 ist dazu ausgelegt, eine manuelle Auswahl der einen oder der mehreren Kameras 160 zu gestatten. Jede Kamera 160 kann basierend auf einer Anzahl von Faktoren ausgewählt werden (z. B. Ort einer Kamera 160, Sicht der Kamera 160 usw.). Als nicht beschränkende Beispiele können eine oder mehrere Kameras 160 beispielsweise ausgewählt und verwendet werden, um einen schläfrigen oder abgelenkten Fahrer, ein zurückgelassenes Objekt, ein Streit-/Sicherheitsszenario, eine Notfallsituationen usw. zu detektieren. Nach der Auswahl wird die Kamera 160 ausgelöst, um Bildsignale und/oder Videosignale zu erfassen.

[0051] Bei Phase 1116, gemäß einem Beispiel, ist das System 100 dazu ausgelegt, die Bildsignale und/oder die Videosignale zu erfassen und zu erhalten. Insbesondere ist das System 100 funktionsfähig, die Bildsignale und/oder die Videosignale in Rohform zu erhalten. Das System 100 ist dazu ausgelegt, die Bildsignale und/oder Videosignale an die Phase 1118 zur Signalverarbeitung bereitzustellen.

[0052] Bei Phase 1118, gemäß einem Beispiel, ist das System 100 dazu ausgelegt, mindestens einen Bildsignalverarbeitungsalgorithmus an den rohen Bildsignalen und/oder den rohen Videosignalen anzuwenden, die bei Phase 1116 erfasst wurden. Das System 100 ist dazu ausgelegt, diese Signalverarbeitung über einen Prozessor in dieser Kamera 160 selbst, über die ECU oder über eine Kombination davon durchzuführen. Während dieser Phase ist das System 100 dazu ausgelegt, eine Qualität der Rohform der Bildsignale und/oder Videosignale zu verbessern. In dieser Hinsicht ist das System 100 auch dazu ausgelegt, Komponenten von Interesse in Bildsignalen und/oder Videosignalen zu detektieren. Beispielsweise beinhaltet die Bildsignalverarbeitung einen Entrauschungsprozess, einen Bildfilterungsprozess, einen Bildverbesserungsprozess, einen Bildbearbeitungsprozess oder eine beliebige Anzahl und Kombination davon. Nach dem Durchführen der Bildsignalverarbeitung an den rohen Bildsignalen und/oder Videosignalen gibt das System 100 Bilddaten aus und stellt diese an die Phase 1126 bereit.

[0053] Bei Phase 1120, gemäß einem Beispiel, ist das System 100 funktionsfähig, ein oder mehrere Mikrofone 150 auszuwählen, um Audiosignale zu erfassen. Das System 100 ist dazu ausgelegt, ein oder mehrere Mikrofone 150 automatisch auszuwählen. Das System 100 ist dazu ausgelegt, eine manuelle Auswahl des einen oder der mehreren Mikrofone 150 zu gestatten. Jedes Mikrofon 150 kann basierend auf einer Anzahl von Faktoren ausgewählt werden (z. B. Ort eines Mikrofons 150 usw.). Als nicht beschränkende Beispiele können beispielsweise ein oder mehrere Mikrofone ausgewählt und verwendet werden, um zu bestimmen, ob mindestens ein Kind oder Tier zurückgelassen wird, sowie andere Sicherheitsprobleme, die in Audiodaten detektiert werden können, wie etwa Schreien, Streiten, Schüsse usw. Nach der Auswahl wird das Mikrofon 150 ausgelöst, um Audiosignale zu erfassen.

[0054] Bei Phase 1122, gemäß einem Beispiel, ist das System 100 dazu ausgelegt, die Audiosignale zu erhalten. Insbesondere ist das System 100 funktionsfähig, die Audiosignale in Rohform zu erhalten. Das System 100 ist dazu ausgelegt, die Audiosignale an die Phase 1124 zur Signalverarbeitung bereitzustellen.

[0055] Bei Phase 1124, gemäß einem Beispiel, ist das System 100 dazu ausgelegt, mindestens einen Signalverarbeitungsalgorithmus an den rohen Audiosignalen anzuwenden, die bei Phase 1122 erfasst wurden. Das System 100 ist dazu ausgelegt, diese Signalverarbeitung über einen Prozessor in diesem Mikrofon oder dieser Audiovorrichtung selbst, über die ECU oder über eine Kombination davon durchzuführen. Während dieser Phase ist das System 100 dazu ausgelegt, eine Signalverarbeitung durchzuführen, um eine Qualität der Rohform der Audiosignale zu verbessern. Beispielsweise beinhaltet die Signalverarbeitung einen Entrauschungsprozess, einen Filterungsprozess, eine beliebige geeignete Audioverarbeitung oder eine beliebige Anzahl und Kombination davon. Das System 100 ist auch dazu ausgelegt, Komponenten von Interesse in den Audiosignalen zu detektieren. Nach dem Durchführen der Signalverarbeitung an den rohen Audiosignalen gibt das System 100 Audiodaten aus und stellt diese an die Phase 1126 bereit.

[0056] Ferner beinhalten die Phase 1126 und die Phase 1128 die gleichen oder ähnliche Operationen wie die Phase 314 bzw. die Phase 316 bezüglich der Erzeugung von Sensorfusionsdaten und der Bestimmung von Erfassungszustandsdaten, beinhalten aber ferner die Berücksichtigung von (i) Bilddaten und/oder Videodaten über ein oder mehrere Kameras 160 und (ii) Audiodaten über ein oder mehrere Mikrofone 150, insofern die Bilddaten, das Audio oder beide zu dem gegebenen Zeitpunkt verfügbar sind, zu dem die Sensorfusionsdaten für jede ausgewählte Erfassungsmodalität erzeugt werden.

[0057] **Fig.** 12 veranschaulicht eine Pipeline 500 mit mehreren Phasen, die eine Anzahl von Operationen beinhalten, die durch das System 100 unter Verwendung der UWB-Infrastruktur durchgeführt werden, gemäß einer beispielhaften Ausführungsform. Die Pipeline 1200 (**Fig.** 12) beinhaltet eine Anzahl von Phasen, die die gleichen wie oder ähnlich zu den Phasen der Pipeline 1100 (**Fig.** 11) sind. Da Beschreibungen dieser ähnlichen Phasen mit Bezug auf **Fig.** 11 referenziert werden können, werden sie nachstehend nicht wiederholt. In dieser Hinsicht ist beispielsweise die Phase 1202 ähnlich zu oder die gleiche wie die Phase 1102, die Phase 1204 ist ähnlich zu oder die gleiche wie die Phase 1104, die Phase 1206 ist ähnlich zu oder die gleiche wie die Phase 1108, die Phase 1208 ist ähnlich zu oder die gleiche wie die Phase 1110, die Phase 1210 ist ähnlich zu oder die gleiche wie die Phase 1114, die Phase 1212 ist ähnlich zu oder die gleiche wie die Phase 1116, die Phase 1214 ist ähnlich zu oder die gleiche wie die Phase 1120 und die Phase 1216 ist ähnlich zu oder die gleiche wie die Phase 1122. Im Gegensatz zu der Pipeline 1100 (**Fig.** 11), die Rohformen von jedem des Kommunikationssignals, des Radar-Reflexionssignals, des Bild-/Videosignals und des Audiosignals separat verarbeitet und dann jedes dieser Signale in die Phase 1126 einspeist, speist die Pipeline 1200 (**Fig.** 12) jedoch Rohformen von jedem des Kommunikationssignals, des Radar-Reflexionssignals, des Bild-/Videosignals und des Audiosignals in die Phase 1218 ein, die die Signalverarbeitungsoperationen und die Datenverarbeitungsoperationen kombiniert. Insbesondere ist die ECU in der Pipeline 1200 funktionsfähig, sowohl die Signalverarbeitungsoperationen als auch die Daten-

verarbeitungsoperationen bei Phase 1218 durchzuführen, wodurch dieser Signalverarbeitungsaufwand von jedem ausgewählten Knoten, der Kamera 160 und dem Mikrofon 150 abgeladen wird. Im Gegensatz dazu veranlasst die Pipeline 1100, dass jeder ausgewählte Systemknoten 110, die Kamera 160 und das Mikrofon 150 seine/ihre eigenen Signalverarbeitungsoperationen durchführt, bevor zu der Phase 1126 übergegangen wird. Zusätzlich beinhaltet die Phase 1220 die gleichen oder ähnliche Operationen wie die Phase 1128.

[0058] Wie in dieser Offenbarung beschrieben, liefern die Ausführungsformen eine Anzahl von Vorteilen und Nutzen. Beispielsweise ist das System 100 vorteilhaft beim wirksamen Einsetzen von Radar (z. B. UWB-Radar und/oder HF-Radar), um verschiedene Detektionen (z. B. Atemfrequenz, Herzfrequenz, Herzfrequenzvariabilität oder eine beliebige Anzahl und Kombination davon) bereitzustellen, um Erfassungszustandsdaten in Zielbereichen des vorbestimmten Erfassungsgebiets zu verbessern. Zum Beispiel ist das System 100 funktionsfähig, beispielsweise ein schlafendes Baby oder ein schlafendes Tier innerhalb des vorbestimmten Erfassungsgebiets zu detektieren. Mit UWB-Radar und/oder HF-Radar ist das System 100 funktionsfähig, Gesundheitsstatus von Fahrern, Mitfahrern oder anderen belebten Objekten zu bestimmen. Diese Detektionen und ihre entsprechenden Erfassungszustände tragen zu der Verbesserung der Sicherheit jedes Lebewesens innerhalb des Fahrzeugs 10 und/oder innerhalb einer Nähe des Fahrzeugs 10 bei.

[0059] Zusätzlich beinhaltet das System 100 eine UWB-Infrastruktur, die dazu ausgelegt ist, genaue Entfernungsmessungsmerkmale und Robustheit gegenüber Relais-Angriffen (Relay Attacks) bereitzustellen. Mit UWB ist das System 100 funktionsfähig, eine bessere zeitliche/räumliche Auflösung als einige andere alternative drahtlose Technologien bereitzustellen. Zusätzlich liefern UWB-Erfassungstechnologien feinkörnigere Erfassungsfähigkeiten, insbesondere für fahrzeuginterne Umgebungen mit starkem Mehrweg-Aufwand im Vergleich zu anderen drahtlosen Erfassungstechnologien. Darüber hinaus sind UWB-Kommunikationen energieeffizienter und erfahren weniger Störung im Vergleich zu einigen anderen alternativen drahtlosen Kommunikationen.

[0060] Vorteilhafterweise ist das System 100 funktionsfähig, Erfassung bereitzustellen, die das gesamte Fahrzeug abdeckt. Beispielsweise ist das System 100 funktionsfähig, ein Lebewesen (z. B. Kind, Tier usw.) zu detektieren, selbst wenn dieses Lebewesen sich nicht in einem Sitz, sondern an einer anderen Stelle, wie etwa auf einem Boden des Fahrzeugs, in einem Bereich zwischen Sitzen, in einem Kofferraum des Fahrzeugs oder an einem beliebigen anderen Ort innerhalb des Innenraums des Fahrzeugs befindet. Das System 100 ist funktionsfähig, dieses Problem durch Fusionieren von Radardaten mit UWB-Kommunikationsdaten anzusprechen, die durch eine UWB-Infrastruktur bereitgestellt werden, die UWB-Systemknoten 110 beinhaltet, die mit Fahrzeugzugangskontrolle oder schlüssellosem Eintritt assoziiert sind. Zur gleichen Zeit ist das System 100 funktionsfähig, UWB-Kommunikationsdaten von UWB-Kommunikationsvorrichtungen zusammen mit Bilddaten von Kameras 160 und Audiodaten von Audiosensoren zu fusionieren, wodurch Erfassungszustandsdaten bereitgestellt werden, die in der Lage sind, Objekte, die zurückgelassen werden, und Zweiwegekommunikationen für Notfälle, sowie eine Anzahl von anderen nützlichen Funktionen, zu berücksichtigen.

[0061] Das heißt, die obige Beschreibung soll veranschaulichend und nicht beschränkend sein und ist im Zusammenhang einer bestimmten Anwendung und ihrer Anforderungen bereitgestellt. Fachleute auf dem Gebiet können aus der vorstehenden Beschreibung erkennen, dass die vorliegende Erfindung in einer Vielfalt von Formen implementiert werden kann, und dass die verschiedenen Ausführungsformen alleine oder in Kombination implementiert werden können. Daher können, obwohl die Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung in Verbindung mit bestimmten Beispielen davon beschrieben wurden, die allgemeinen Prinzipien, die hierin definiert sind, auf andere Ausführungsformen und Anwendungen angewendet werden, ohne vom Sinn und Schutzumfang der beschriebenen Ausführungsformen abzuweichen, und der wahre Schutzumfang der Ausführungsformen und/oder Verfahren der vorliegenden Erfindung ist nicht auf die gezeigten und beschriebenen Ausführungsformen beschränkt, da einem Fachmann nach der Betrachtung der Zeichnungen, der Patentschrift und der folgenden Ansprüche verschiedene Modifikationen ersichtlich werden. Zusätzlich oder alternativ können Komponenten und Funktionalität getrennt sein oder unterschiedlich als auf die Weise der verschiedenen beschriebenen Ausführungsformen kombiniert werden, und können unter Verwendung unterschiedlicher Terminologie beschrieben werden. Diese und andere Variationen, Modifikationen, Hinzufügungen und Verbesserungen können innerhalb des Schutzumfangs der Offenbarung fallen, wie in den folgenden Ansprüchen definiert.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Verwalten von Kommunikationen zwischen einem Satz von Systemknoten, die dazu ausgelegt sind, ein vorbestimmtes Gebiet zu erfassen, wobei der Satz von Systemknoten zumindest einen ersten Systemknoten und einen zweiten Systemknoten beinhaltet, wobei das Verfahren umfasst:

Erstellen, über einen Prozessor, eines Zeitplans, der einen Kommunikationszeitschlitz und einen Erfassungszeitschlitz beinhaltet, die sich nicht überlappen;
drahtloses Übertragen einer ersten Nachricht von dem ersten Systemknoten oder dem zweiten Systemknoten während des Kommunikationszeitschlitzes;
Übertragen eines Radar-Übertragungssignals von einem zweiten Systemknoten während des Erfassungszeitschlitzes;
Empfangen, über den zweiten Systemknoten, eines Radar-Reflexionssignals während des Erfassungszeitschlitzes, wobei das Radar-Reflexionssignal auf dem Radar-Übertragungssignal basiert;
drahtloses Übertragen einer zweiten Nachricht von dem ersten Systemknoten oder dem zweiten Systemknoten während des Erfassungszeitschlitzes;
Bestimmen von Kanalzustandsdaten der zweiten Nachricht über einen Teilsatz des Satzes von Systemknoten während des Erfassungszeitschlitzes;
Erzeugen, über den Prozessor, von Sensorfusionsdaten basierend auf dem Radar-Reflexionssignal und den Kanalzustandsdaten; und
Bestimmen, über den Prozessor, eines Erfassungszustands des vorbestimmten Gebiets basierend auf den Sensorfusionsdaten.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei:
der erste Systemknoten die erste Nachricht in einem Ultrabreitband(UWB)-Bereich überträgt;
der zweite Systemknoten die zweite Nachricht in dem UWB-Bereich überträgt;
der zweite Systemknoten das Radar-Übertragungssignal in dem UWB-Bereich überträgt; und
der zweite Systemknoten das Radar-Reflexionssignal empfängt, das in dem UWB-Bereich empfangen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Kanalzustandsdaten Kanalimpulsantwort(CIR)-Daten beinhalten.

4. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der zweite Systemknoten funktionsfähig ist, zwischen einem Radarmodus und einem Kommunikationsmodus umzuschalten, sodass der zweite Systemknoten das Radar-Übertragungssignal überträgt, während er im Radarmodus arbeitet, und die zweite Nachricht überträgt, während er im Kommunikationsmodus arbeitet.

5. Verfahren nach Anspruch 1, ferner umfassend:
Übertragen eines Hochfrequenz(HF)-Radar-Übertragungssignals während des Erfassungszeitschlitzes; und
Empfangen eines HF-Radar-Reflexionssignals während des Erfassungszeitschlitzes, wobei das HF-Radar-Reflexionssignal auf dem HF-Radar-Übertragungssignal basiert,
wobei die Sensorfusionsdaten auch basierend auf dem HF-Radar-Reflexionssignal erzeugt werden.

6. Verfahren nach Anspruch 1, ferner umfassend:
Erfassen von Bilddaten während des Erfassungszeitschlitzes, wobei die Sensorfusionsdaten auch basierend auf den Bilddaten erzeugt werden.

7. Verfahren nach Anspruch 1, ferner umfassend:
Erfassen von Audiodaten während des Erfassungszeitschlitzes, wobei die Sensorfusionsdaten auch basierend auf den Audiodaten erzeugt werden.

8. Verfahren nach Anspruch 1, ferner umfassend:
Erzeugen, über ein Maschinenlernsystem, von Ausgabedaten nach dem Empfang der Sensorfusionsdaten als Eingabe,
wobei der Erfassungszustand, über den Prozessor, basierend auf den Ausgabedaten bestimmt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 1, wobei:
das vorbestimmte Gebiet ein Innenraum eines Fahrzeugs ist, und
der Schritt des Bestimmens des Erfassungszustands ferner Bestimmen eines Lebewesens innerhalb des Innenraums des Fahrzeugs umfasst.

10. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Kommunikationszeitschlitz ein erster Lokalisierungszeitschlitz ist, in dem die erste Nachricht übertragen wird, um eine Zielvorrichtung zu lokalisieren.

11. Verfahren nach Anspruch 1, wobei:
das vorbestimmte Gebiet benachbart zu einem Fahrzeug ist, und
der Schritt des Bestimmens des Erfassungszustands ferner Bestimmen eines Lebewesens innerhalb einer Nähe eines Außenbereichs des Fahrzeugs umfasst.

12. Verfahren zum Verwalten von Kommunikationen zwischen einem Satz von Systemknoten, die dazu ausgelegt sind, ein vorbestimmtes Gebiet zu erfassen, wobei das Verfahren umfasst:
Erstellen, über einen Prozessor, eines Zeitplans, der einen ersten Lokalisierungszeitschlitz, einen zweiten Lokalisierungszeitschlitz und einen Erfassungszeitschlitz beinhaltet, wobei der Erfassungszeitschlitz zwischen dem ersten Lokalisierungszeitschlitz und dem zweiten Lokalisierungszeitschlitz liegt;
drahtloses Übertragen eines ersten Satzes von Nachrichten von einem ersten Systemknoten oder einem zweiten Systemknoten zu einer Zielvorrichtung,
sodass die Zielvorrichtung während des ersten Lokalisierungszeitschlitzes lokalisiert wird;

drahtloses Übertragen eines zweiten Satzes von Nachrichten von dem ersten Systemknoten zu der Zielvorrichtung, sodass die Zielvorrichtung während des zweiten Lokalisierungszeitschlitzes lokalisiert wird;
Übertragen eines Radar-Übertragungssignals von dem zweiten Systemknoten während des Erfassungszeitschlitzes;
Empfangen, über den zweiten Systemknoten, eines Radar-Reflexionssignals während des Erfassungszeitschlitzes, wobei das Radar-Reflexionssignal auf dem Radar-Übertragungssignal basiert;
drahtloses Übertragen einer anderen Nachricht von dem ersten Systemknoten oder dem zweiten Systemknoten während des Erfassungszeitschlitzes;
Bestimmen von Kanalzustandsdaten der anderen Nachricht über einen Teilsatz des Satzes von Systemknoten während des Erfassungszeitschlitzes;
Erzeugen, über den Prozessor, von Sensorfusionsdaten basierend auf dem Radar-Reflexionssignal und den Kanalzustandsdaten; und
Bestimmen, über den Prozessor, eines Erfassungszustands des vorbestimmten Gebiets unter Verwendung der Sensorfusionsdaten.

13. Verfahren nach Anspruch 12, wobei:
der erste Satz von Nachrichten in einem Ultrabreitband(UWB)-Bereich übertragen wird;
der zweite Satz von Nachrichten in dem UWB-Bereich übertragen wird;
das Radar-Übertragungssignal in dem UWB-Bereich übertragen wird;
das Radar-Reflexionssignal in dem UWB-Bereich empfangen wird; und
die Kanalzustandsdaten Kanalimpulsantwort(CIR)-Daten beinhalten.

14. Verfahren nach Anspruch 12, wobei:
das vorbestimmte Gebiet benachbart zu einem Fahrzeug ist, und
der Schritt des Bestimmens des Erfassungszustands ferner Bestimmen eines Lebewesens innerhalb einer Nähe eines Außenbereichs des Fahrzeugs umfasst.

15. Verfahren nach Anspruch 12, ferner umfassend:
Erzeugen, über ein Maschinenlernsystem, von Ausgabedaten nach dem Empfang der Sensorfusionsdaten als Eingabe,
wobei der Erfassungszustand, über den Prozessor, basierend auf den Ausgabedaten bestimmt wird.

16. Verfahren nach Anspruch 12, ferner umfassend:
Erfassen von Bilddaten während des Erfassungszeitschlitzes,
wobei die Sensorfusionsdaten auch basierend auf den Bilddaten erzeugt werden.

17. Verfahren nach Anspruch 12, ferner umfassend:
Erfassen von Audiodaten während des Erfassungszeitschlitzes, wobei die Sensorfusionsdaten auch basierend auf den Audiodaten erzeugt werden.

18. Verfahren nach Anspruch 12, ferner umfassend:
Übertragen eines Hochfrequenz(HF)-Radar-Übertragungssignals während des Erfassungszeitschlitzes; und
Empfangen eines HF-Radar-Reflexionssignals während des Erfassungszeitschlitzes, wobei das HF-Radar-Reflexionssignal auf dem HF-Radar-Übertragungssignal basiert,
wobei die Sensorfusionsdaten auch basierend auf dem HF-Radar-Reflexionssignal erzeugt werden.

19. Verfahren nach Anspruch 12, wobei:
das vorbestimmte Gebiet ein Innenraum eines Fahrzeugs ist, und
der Schritt des Bestimmens des Erfassungszustands ferner Bestimmen eines Lebewesens innerhalb des Innenraums des Fahrzeugs umfasst.

20. Verfahren nach Anspruch 12, wobei der zweite Systemknoten funktionsfähig ist, zwischen einem Radarmodus und einem Kommunikationsmodus umzuschalten, sodass der zweite Systemknoten das Radar-Übertragungssignal überträgt, während er im Radarmodus arbeitet, und die zweite Nachricht überträgt, während er im Kommunikationsmodus arbeitet.

Es folgen 11 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

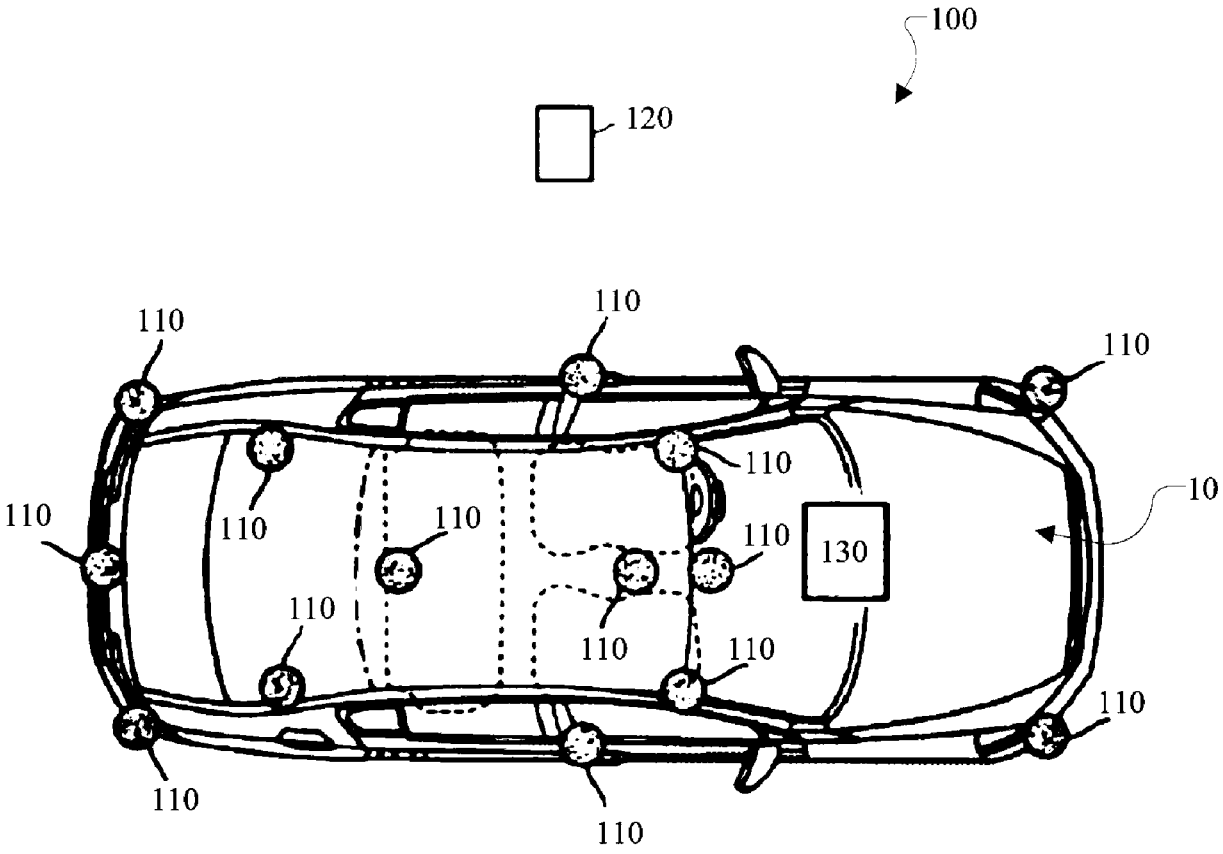


FIG. 1A

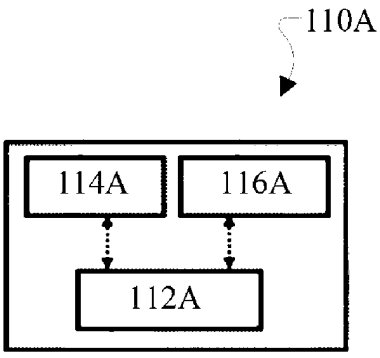


FIG. 1B

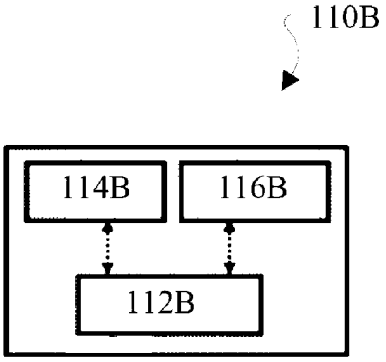


FIG. 1C

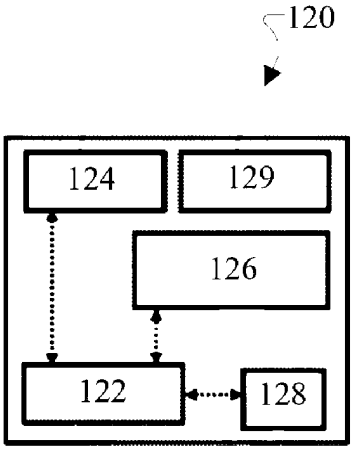


FIG. 1D

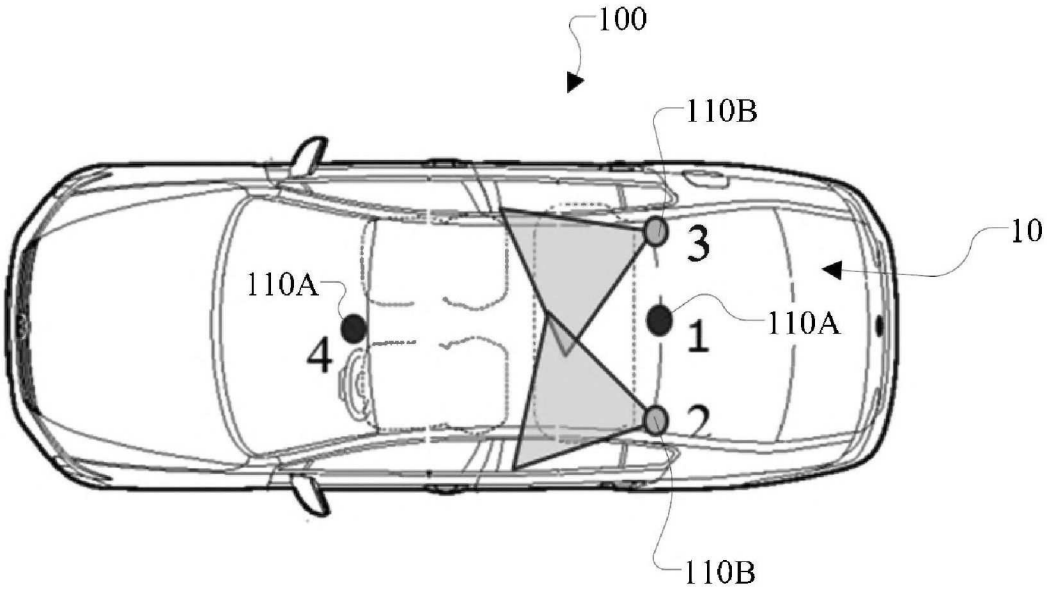

100
110B
10
3
110A
110A
4
1
2
110B

FIG. 2A

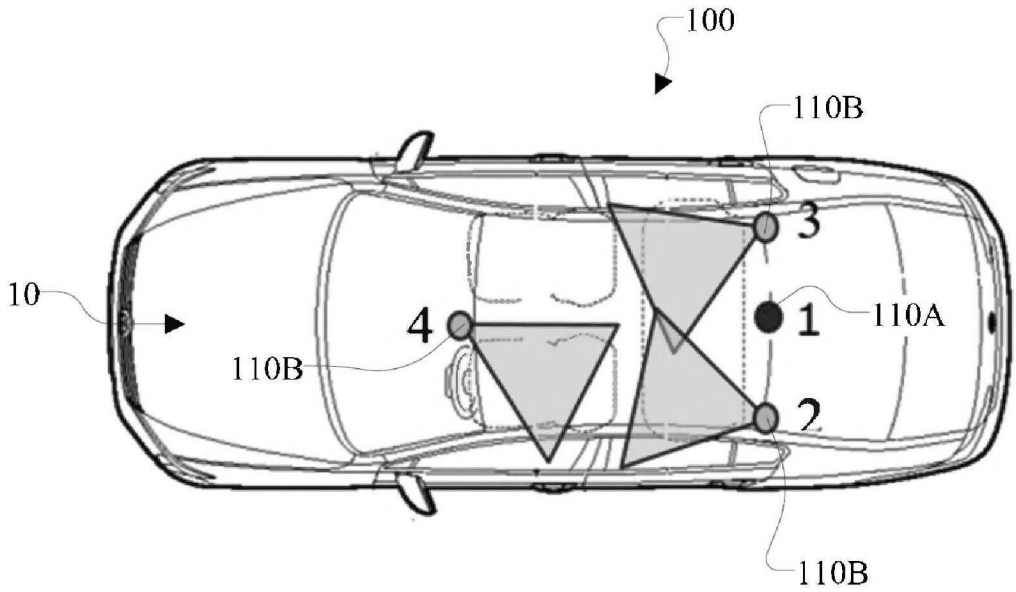

100
110B
3
10
4
1
110A
110B
2
110B

FIG. 2B

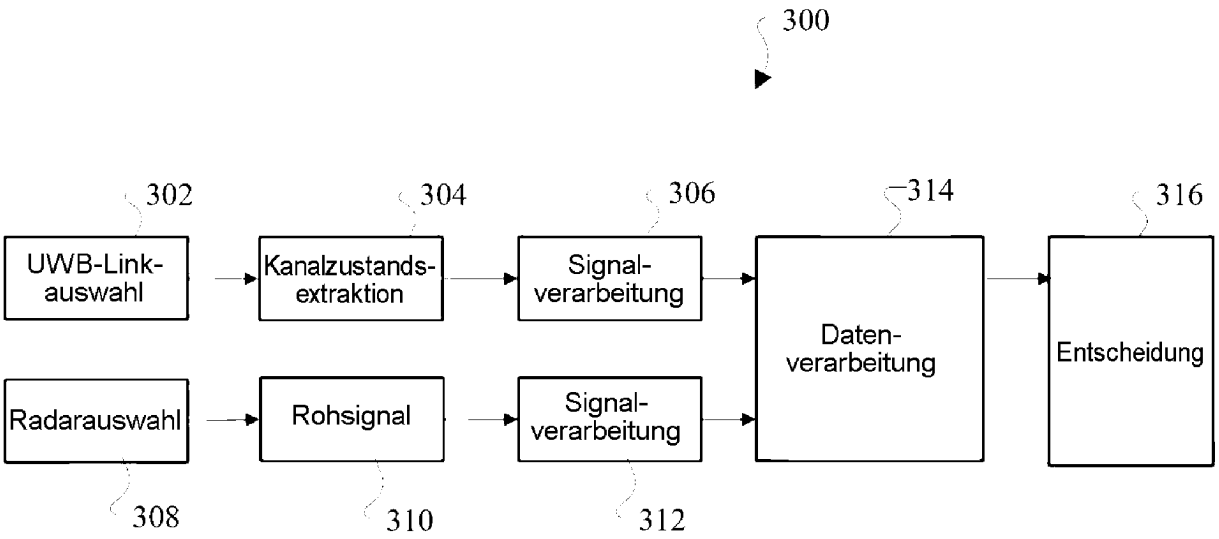

300
302
UWB-Link-auswahl
304
Kanalzustands-extraktion
306
Signal-verarbeitung
314
Daten-verarbeitung
316
Entscheidung
Radarauswahl
Rohsignal
Signal-verarbeitung
308
310
312

FIG. 3

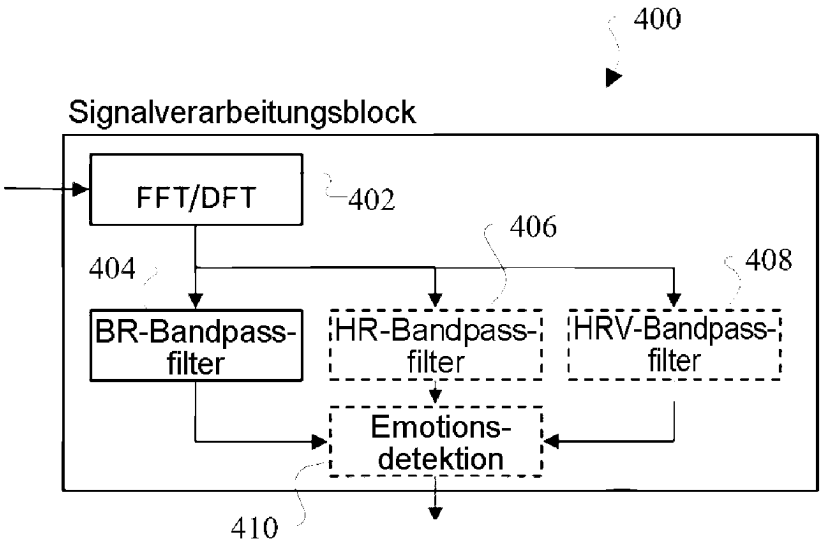

400
Signalverarbeitungsblock
FFT/DFT
402
406
404
408
BR-Bandpass-filter
HR-Bandpass-filter
HRV-Bandpass-filter
Emotions-detektion
410

FIG. 4

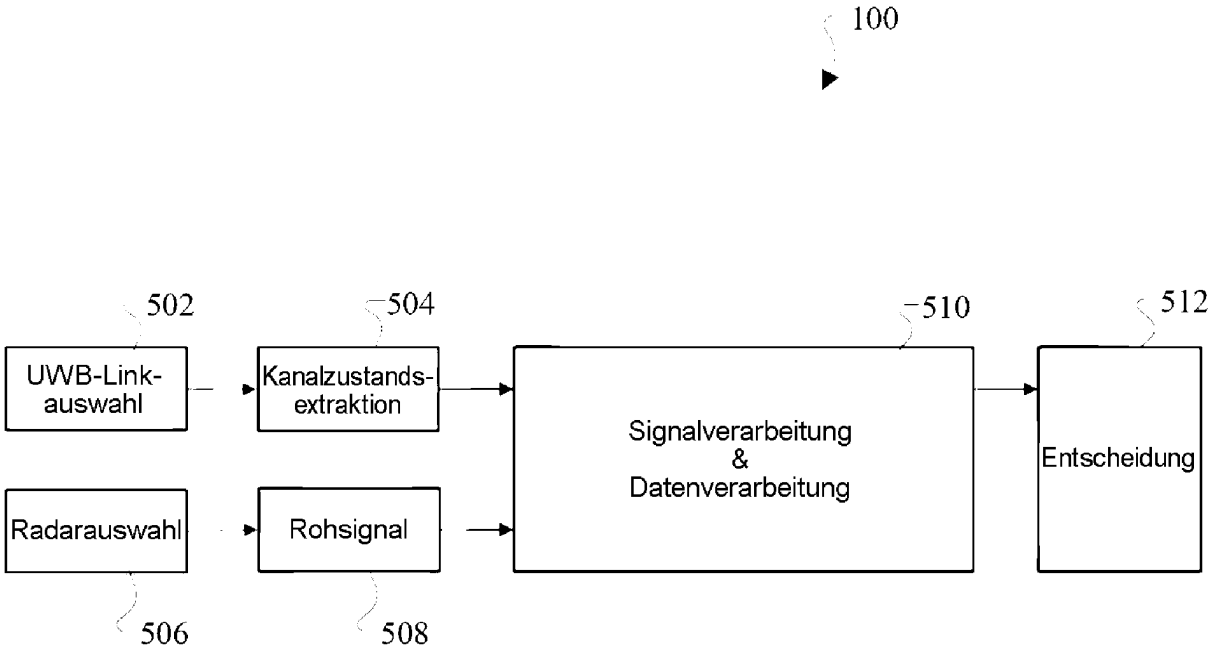

100
502
504
510
512
UWB-Link-auswahl
Kanalzustands-extraktion
Signalverarbeitung & Datenverarbeitung
Entscheidung
Radarauswahl
Rohsignal
506
508

FIG. 5

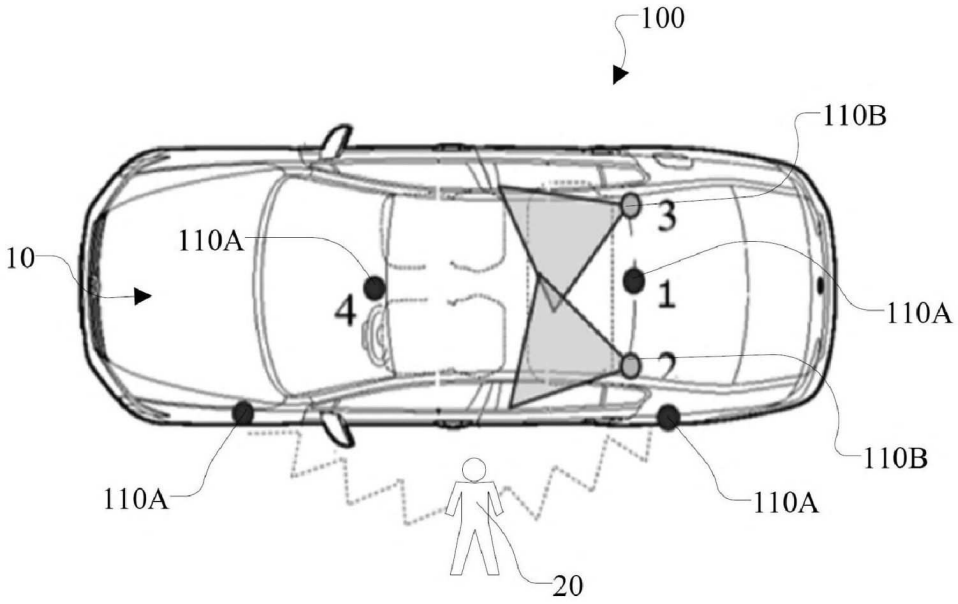

100
110B
3
110A
10
4
1
110A
2
110B
110A
110A
20

FIG. 6A

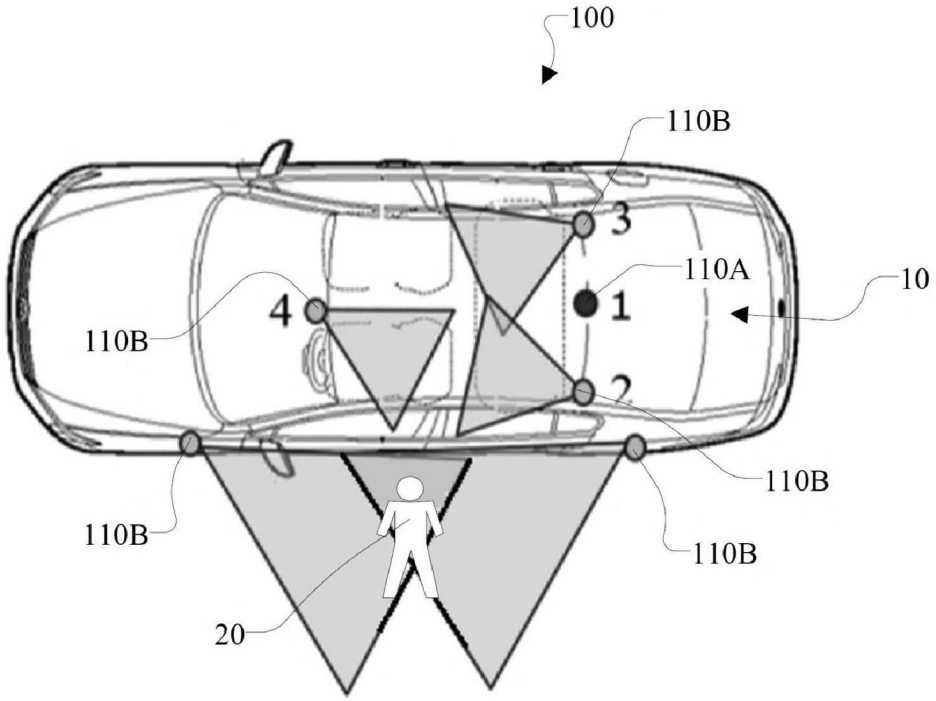

100
110B
3
110A
10
4
1
110B
2
110B
110B
110B
20

FIG. 6B

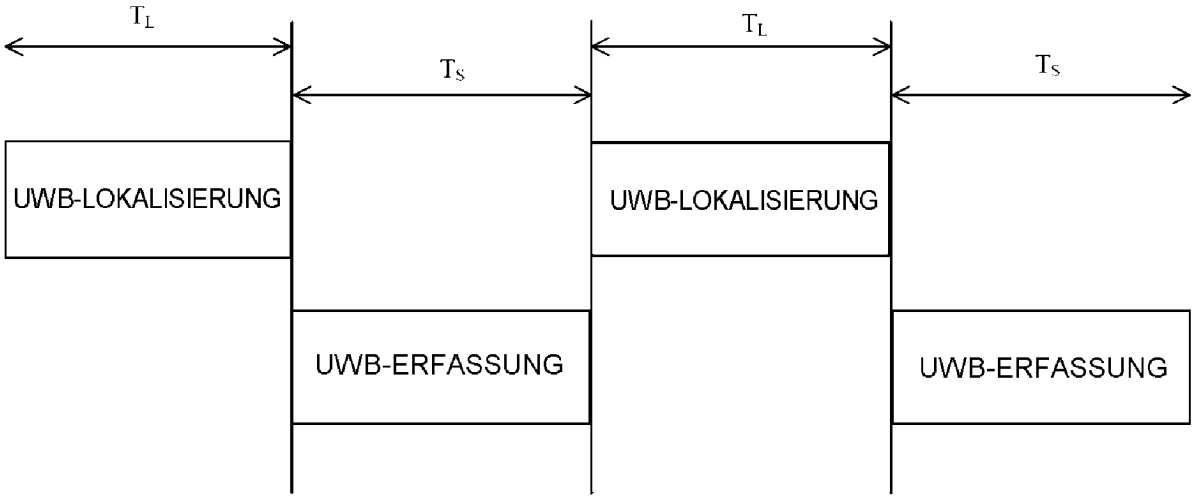


FIG. 7A

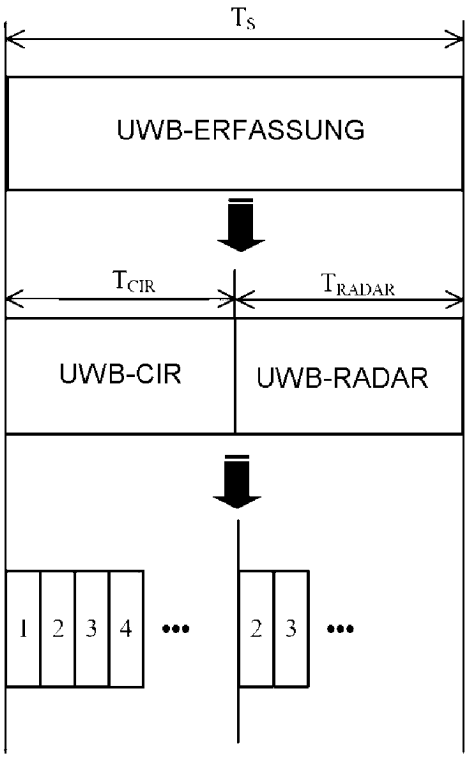


FIG. 7B

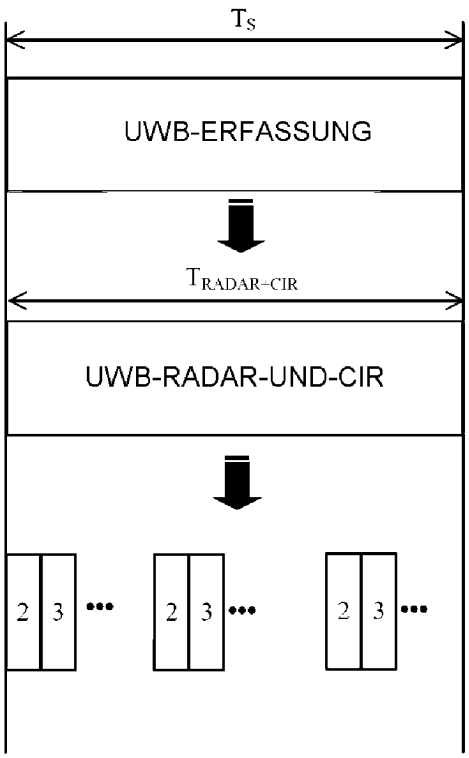


FIG. 7C

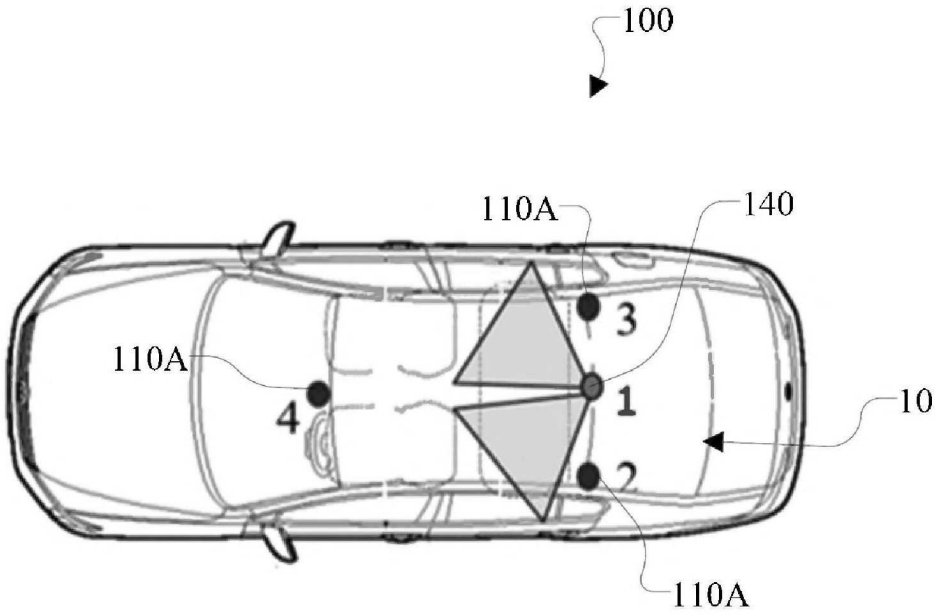


FIG. 8A

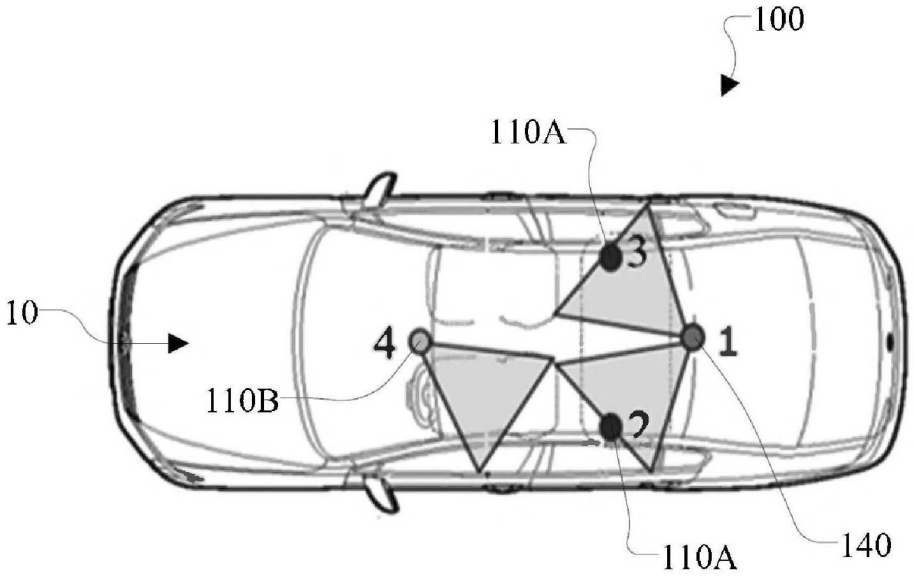


FIG. 8B

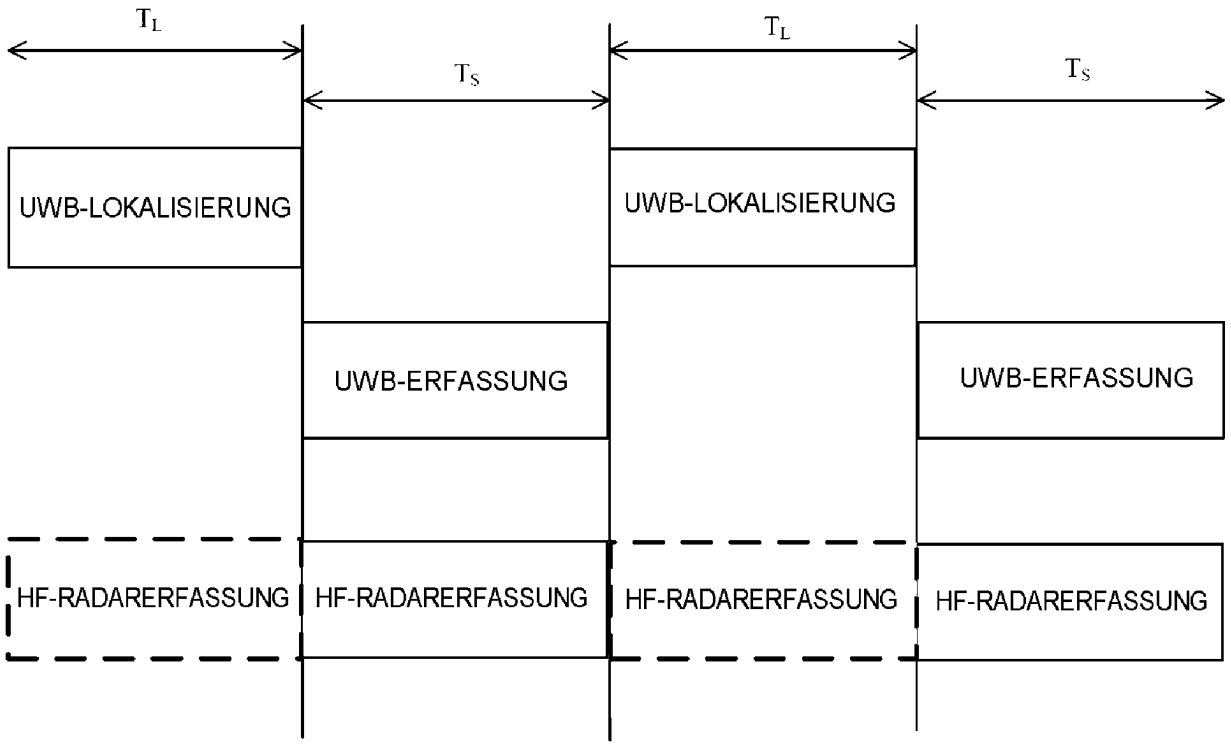

T_L
T_S
T_L
T_S
UWB-LOKALISIERUNG
UWB-LOKALISIERUNG
UWB-ERFASSUNG
UWB-ERFASSUNG
HF-RADARERFASSUNG
HF-RADARERFASSUNG
HF-RADARERFASSUNG
HF-RADARERFASSUNG

FIG. 9

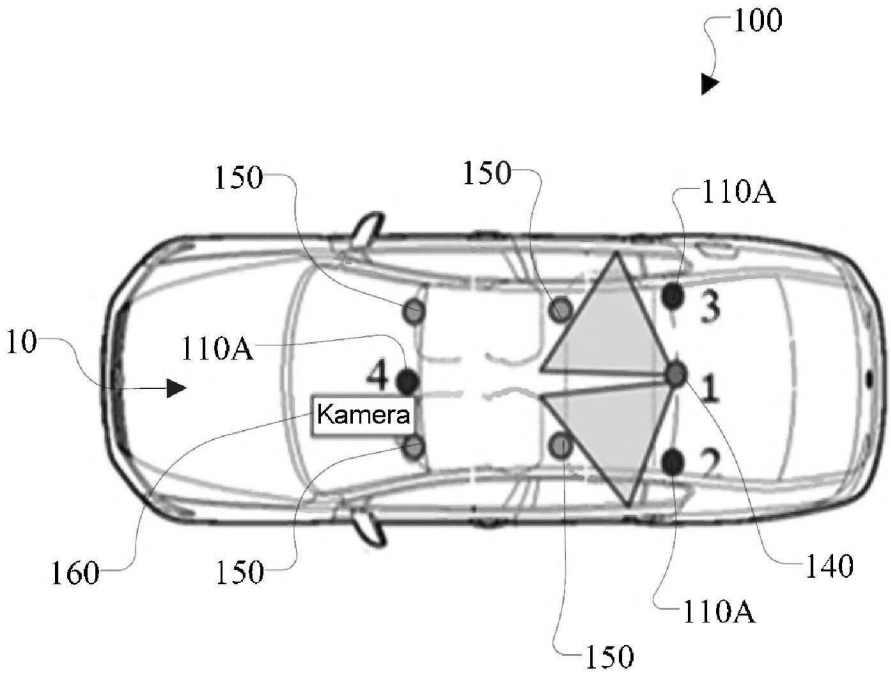


FIG. 10A

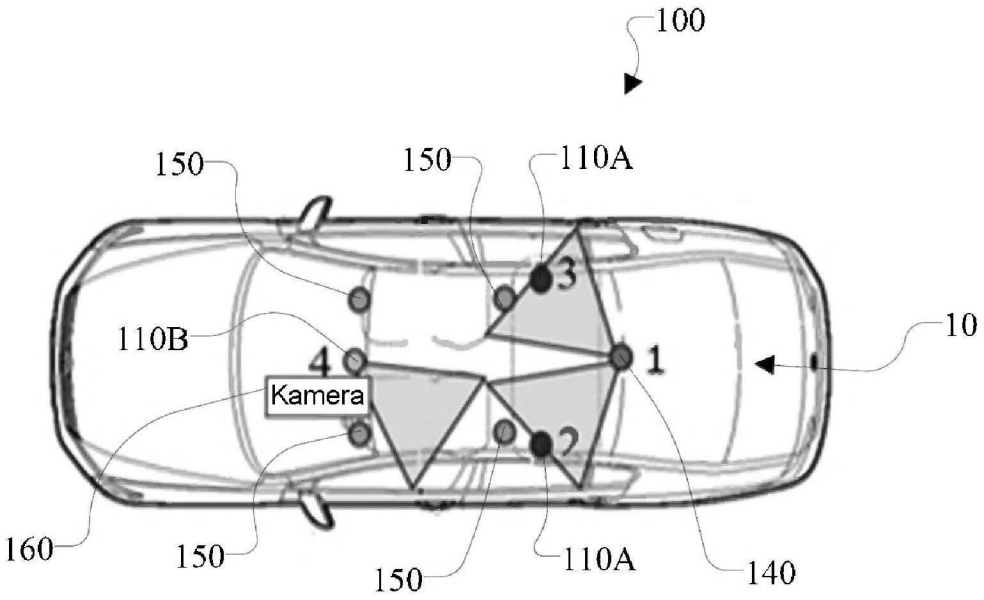


FIG. 10B

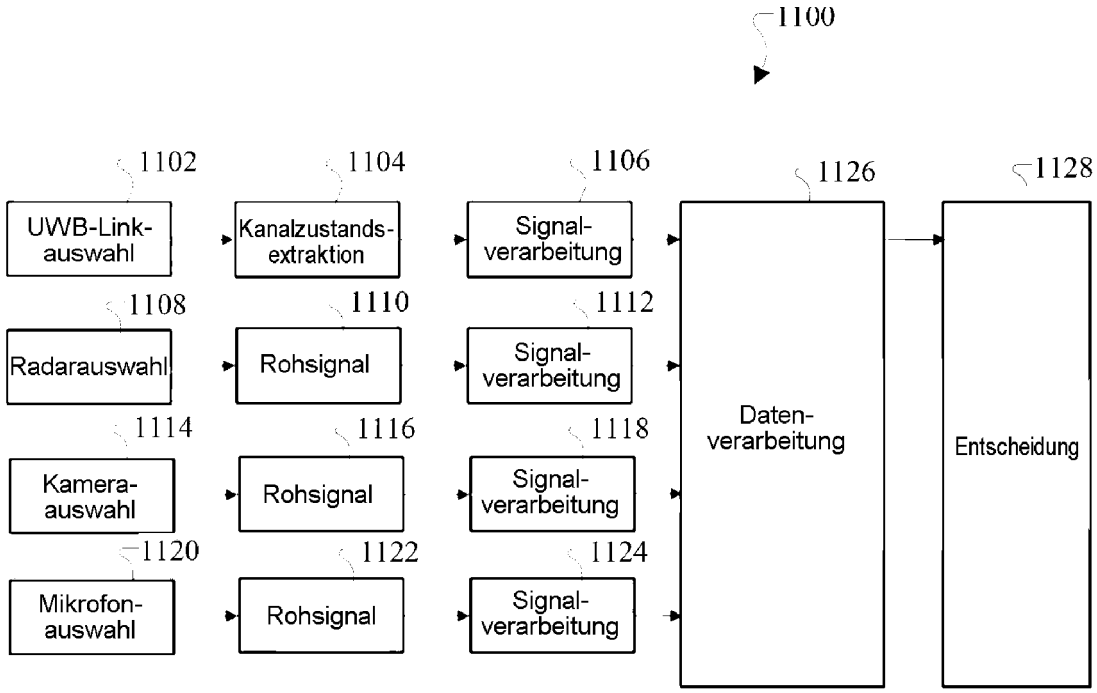


FIG. 11

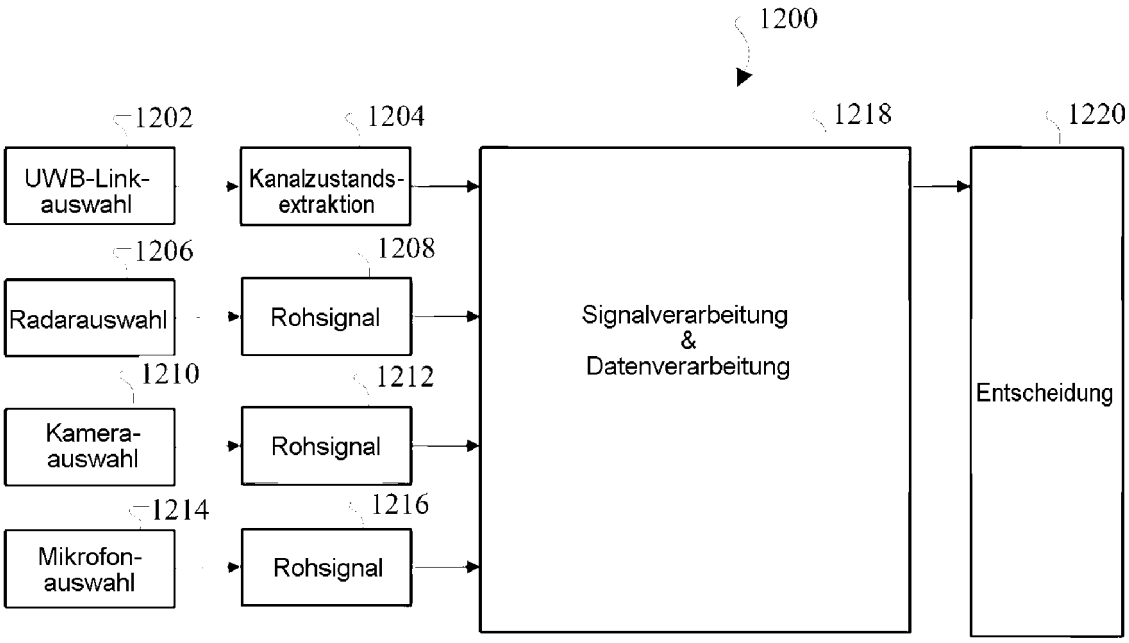


FIG. 12

 Das Dokument wurde durch die Firma Luminess hergestellt.