



(10) **DE 10 2020 115 519 A1** 2020.12.17

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2020 115 519.0**

(22) Anmeldetag: **10.06.2020**

(43) Offenlegungstag: **17.12.2020**

(51) Int Cl.: **A63B 71/06** (2006.01)

A61B 5/00 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

1950724-3

14.06.2019

SE

(74) Vertreter:

**Ostertag & Partner, Patentanwälte mbB, 70597
Stuttgart, DE**

(71) Anmelder:

Sport & Health Sensors Sweden AB, Västerås, SE

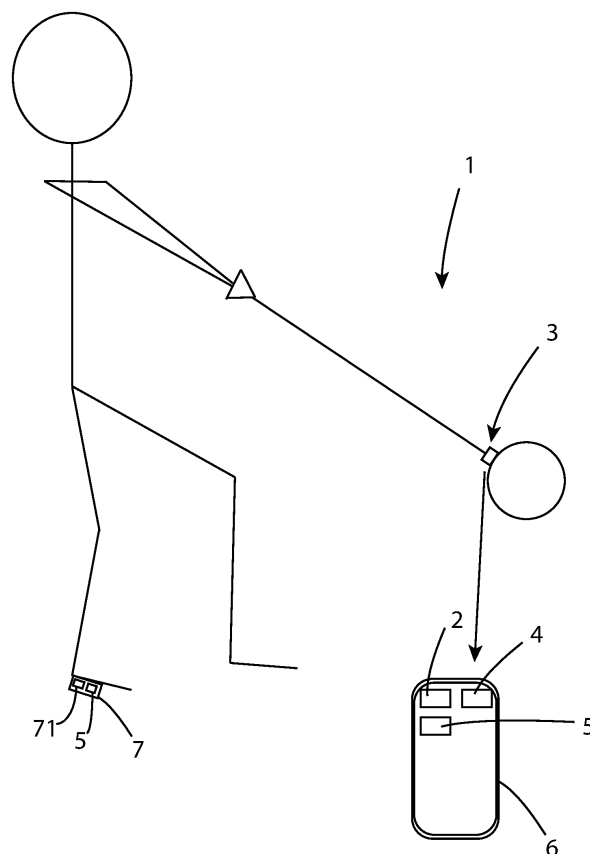
(72) Erfinder:

Bystedt, Kjell, Västerås, SE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **System zur Analyse der Bewegung im Sport**

(57) Zusammenfassung: Ein Analysesystem zum Analysieren von Bewegungen, die mit Sport verbunden sind. Das System umfasst mindestens eine Kameraeinheit zum Anbringen an einem Sportobjekt oder Sportler, umfassend eine Kamera und Zugang zu einer Kommunikationseinheit für die drahtlose Kommunikation, mindestens eine Sensoreinheit, die einen Beschleunigungsmesser, ein Gyroskop und eine Kommunikationseinheit für die drahtlose Kommunikation umfasst, und eine Kommunikations- und Verarbeitungsschaltung mit Zugang zu einer Kommunikationseinheit für die drahtlose Kommunikation. Die Verarbeitungsschaltung ist so angeordnet, dass sie Synchronisationsinformationen von der Sensoreinheit und der Kameraeinheit empfängt, von der Kamera der Kameraeinheit erfasste Videobilderdaten empfängt, Sensordaten vom Beschleunigungsmesser und vom Gyroskop empfängt, eine Position der Sensoreinheit bestimmt, die bestimmte Position in eine absolute Position in einem 2- oder 3-dimensionalen Raum transformiert und die Genauigkeit der absoluten Position der Sensoreinheit und der Sensordaten durch Verschmelzen des absoluten Positionsdaten und Sensordaten erhöht.



Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Analysesystem zum Analysieren von Bewegungen, die mit Sport verbunden sind.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0002] Im Sport wird viel Wert auf die Technik der Athleten gelegt. Es ist nicht ungewöhnlich, Technologie zur Unterstützung von Perfektionierungstechniken einzusetzen.

[0003] US 8,622,795 B2 offenbart ein System, das Daten zur Analyse und qualitativen Schlussfolgerungen in Bezug auf die Handlungen eines Objekts, insbesondere die Aktivität eines Athleten, erfasst. Sensoren am Sportler wie Gyroskope und Beschleunigungsmesser erfassen aktivitätsbezogene Daten. Ein Prozessor vergleicht die Daten mit gespeicherten aktivitätsbezogenen Daten. Ein Sender des Athleten sendet die Daten an den Prozessor. Beispiele dafür, was berechnet werden kann, sind die Geschwindigkeit eines Stempels, die Kraft des Stempels und die Entfernung, die von jedem Stempel zurückgelegt wird. Kameras können auch verwendet werden, um die Position von Boxern während eines Boxkampfes zu verfolgen. Ein retroreflektierendes Material kann als Bewegungserfassungsfläche für den Athleten verwendet werden, so dass die Kamera den Athleten leicht finden kann. In dem Dokument wird erwähnt, dass ein Computer Kameradaten analysieren kann, um Stempel zu erkennen.

[0004] US 2005/0223799 A1 offenbart, dass eine oder mehrere Videokameras die Bewegung eines Subjekts aufzeichnen. Die Datenerfassungseinheit arbeitet in Verbindung mit Bewegungssensoren, um Positionsdaten des Subjekts zu erfassen. Die Bewegung des Subjekts kann mit einer idealen Standardbewegung verglichen werden. Das Dokument enthält auch einen Umgebungssensor zur Erfassung von Umgebungsparametern wie Wind und Temperatur.

[0005] US 8,894,505 B2 offenbart ein Anpassungssystem für einen Golfschläger. Der Golfschläger hat mehrere Marker und mehrere Kameras, die um den Golfer herum positioniert sind, identifizieren und reagieren auf die Marker. Das System verwendet die Markierungen, um die Position des Golfschlägers zu triangulieren.

[0006] US 8,941,723 B2 offenbart ein Bewegungserfassungs- und Analysesystem für mobile Geräte. Ausführungsformen verwenden Beschleunigungsmesser und Gyroskope auf einem Golfschläger, um Geschwindigkeit oder Reichweite zu bestimmen. Mehrere Mobiltelefone mit Kameras können verwen-

det werden, um Positionen von Markern zu triangulieren.

[0007] US 8,477,046 B2 offenbart das Anbringen von Sensormodulen und Telemetriemodulen an beweglichen und stationären Quellen, wie Spielern, Schiedsrichtern, Bällen, Torpfosten, Zonenmarkierungen usw. Die gemessenen Daten können Beschleunigung, Ort, Verfolgung, Bewegung, Geschwindigkeit, Geschwindigkeit, Geschwindigkeitsstoß umfassen, Aufprall, Körpertemperatur usw. Das Spielfeld kann beispielsweise mit UWB, ZigBee, Wi-Fi und GPS und Triangulation der Signale abgebildet werden. Die von den Sensoren erfassten Leistungsmetriken, Daten, Analysen und / oder Statistiken können in Echtzeit in Berichte, Videos, zur Überlagerung und / oder Integration in Videos oder als dargestellte Diagramme von Sportleistungsmetriken exportiert werden. Das Anzeigen progressiver Bewegungen umfasst eine Folge dreidimensionaler Bilder. Die Sensoren sind beispielsweise UWB-Sensoren, Beschleunigungsmesser oder Gyroskope.

[0008] US 2018/0132748 A1 offenbart ein tragbares biomechanisches Bewertungslabor (PBAL). Das Labor ist eine tragbare Tasche mit verschiedenen Arten von Sensoren, mit denen die Bewegungen von Sportlern analysiert werden können. Videodaten können verwendet werden, um festzustellen, ob kinematische Daten Anomalien aufweisen.

[0009] Die Nachfrage nach Technologie, mit der Sportler beim Fortschritt unterstützt werden können, steigt. Benutzerfreundlichkeit und Präzision sind wichtige Faktoren bei der Auswahl einer Technologie.

ZUSAMMENFASSUNG

[0010] Ein Aspekt der vorliegenden Offenbarung besteht darin, eine alternative Lösung zu den vorhandenen Technologien bereitzustellen. Die Offenbarung schlägt ein Analysesystem mit hoher Verwendbarkeit und Präzision vor, das billig herzustellen ist.

[0011] Insbesondere stellt die Offenbarung ein Analysesystem zum Analysieren von Bewegungen bereit, die mit Sport verbunden sind.

[0012] Dieses Ziel wird durch ein System gemäß Anspruch 1 erreicht.

[0013] Auf diese Weise wird ein System bereitgestellt, das einfach zu bedienen und sehr präzise ist. Die Sensoreinheit kann an jeder Art von Sportobjekt oder an einem Sportler angeordnet werden, und dann werden Eingaben von der Kameraeinheit und der Sensoreinheit verwendet, um die Genauigkeit der Daten zu erhöhen.

[0014] Gemäß einigen Aspekten wird das Bestimmen einer Position der Sensoreinheit in dem Videorahmen durch Bildverarbeitung oder / und unter Verwendung der Kreisel- und Beschleunigungsmessdaten und einer festen Startposition der Sensoreinheit durchgeführt. Somit sind mindestens zwei Möglichkeiten zur Bestimmung der Position der Sensoreinheit vorgesehen.

[0015] Gemäß einigen Aspekten ist die Verarbeitungsschaltung so angeordnet, dass sie Bewegungseigenschaften der Sensoreinheit bestimmt, indem die von der Kameraeinheit und der Sensoreinheit erfassten Daten zusammengeführt werden. Wenn ein Athlet die Kräfte sehen kann, die während einer Bewegung an verschiedenen Positionen auf die Sensoreinheit wirken, hilft dies dem Athleten, mehrere ähnliche Bewegungen zu vergleichen, um festzustellen, welche die effektivste ist.

[0016] Gemäß einigen Aspekten umfasst das Analysesystem eine Anzeige zum Anzeigen der von der Kameraeinheit empfangenen Videobilderdaten, wobei die Verarbeitungsschaltung angeordnet ist, um die Videorahmendaten zu verarbeiten, um die bestimmten Bewegungseigenschaften in 2- oder 3-Dimensionen zusammen mit zu visualisieren die Video-Frame-Daten. Dies bietet dem Benutzer eine brauchbare Möglichkeit, im Video die ermittelten Bewegungseigenschaften zusammen mit dem Video der Bewegung zu sehen. Es ist daher für den Athleten einfach, seine / ihre Bewegung zu analysieren und zu beurteilen, ob er / sie etwas in der Bewegung anpassen sollte.

[0017] Gemäß einigen Aspekten umfasst das Analysesystem mindestens eine zusätzliche Kommunikationseinheit für die drahtlose Kommunikation, die in der Umgebung fixiert werden soll. Die Verarbeitungsschaltung ist so angeordnet, dass sie Synchronisationssignale von der zusätzlichen Kommunikationseinheit empfängt und die Position der Sensoreinheit unter Verwendung der Signale von der zusätzlichen Kommunikationseinheit, der Kommunikationseinheit der Kameraeinheit und der Kommunikationseinheit der Sensoreinheit trianguliert. Das Erhöhen der Genauigkeit der absoluten Position der Sensoreinheit und der Sensordaten durch Verschmelzen der absoluten Positionsdaten und Sensordaten schließt auch das Verschmelzen der triangulierten Position ein.

[0018] Triangulation wird verwendet, um die Genauigkeit des Systems weiter zu erhöhen. Die Position der Sensoreinheit kann somit noch genauer bestimmt werden.

[0019] Gemäß einigen Aspekten sind eine der mindestens einen Kameraeinheiten und die Verarbeitungsschaltung in einem Smartphone enthalten. Durch die Verwendung der Kameraeinheit und der

Verarbeitungsschaltung eines Smartphones können die Kosten des Systems niedrig gehalten und somit für jedermann zugänglich gemacht werden.

[0020] Gemäß einigen Aspekten umfasst das Analysesystem einen Marker und wobei das Bestimmen einer Position der Sensoreinheit das Identifizieren eines Markers in den Videodaten umfasst. Der Marker kann alles sein, was an einem Sportobjekt oder Athleten angebracht werden kann, um es der Verarbeitungsschaltung zu erleichtern, herauszufinden, woran der Marker in den Bilderrahmendaten der Kamera angebracht ist. Der Marker ist beispielsweise ein Klebeband oder ein Aufkleber einer bestimmten Farbe. Wenn ein Sportobjekt eine ausgeprägte Form hat, kann es direkt als Marker verwendet werden. Ein Beispiel für ein solches Objekt ist die Metallkugel in einem Hammer, die beim Hammerwerfen verwendet wird.

[0021] Gemäß einigen Aspekten erfolgt die Erhöhung der Genauigkeit der absoluten Position und der Sensordaten durch Filtern nach einem Kalman-Filter oder einem Äquivalent. Somit wird ein schneller Weg bereitgestellt, um die Genauigkeit der absoluten Position zu erhöhen.

[0022] Gemäß einigen Aspekten werden die Schritte ii bis vi wiederholt von der Verarbeitungsschaltung ausgeführt, während die Kameraeinheit und die Sensoreinheit kontinuierlich Daten erfassen und senden. Das System kann somit kontinuierlich betrieben werden, und die obigen Bestimmungen können durchgeführt werden, während die Daten gesammelt werden. Das System kann dann auch die Genauigkeit der Bestimmungen kontinuierlich verbessern.

[0023] Gemäß einigen Aspekten ist die Verarbeitungsschaltung angeordnet, um zu bestimmen, ob es einen Fehler in den Sensordaten vom Beschleunigungsmesser oder Gyroskop gibt, basierend auf der bestimmten absoluten Position, und wenn es einen Fehler gibt, um die Menge des Fehlers zu bestimmen. Die Bestimmung kann zur Auswertung der Sensoreinheit verwendet werden.

[0024] Gemäß einigen Aspekten ist die Verarbeitungsschaltung so angeordnet, dass sie bestimmte Fehler kompensiert, um die absolute Position zu verbessern. Die Bestimmung kann somit auch verwendet werden, um Daten von der Sensoreinheit zu verbessern, so dass eine genauere absolute Position bestimmt werden kann.

[0025] Gemäß einigen Aspekten umfasst das Analysesystem eine Drucksensoreinheit, die einen Drucksensor mit Zugang zu einer Kommunikationseinheit umfasst, zum Kalibrieren einer Achse des Beschleunigungsmessers, wobei die Verarbeitungsschaltung so angeordnet ist, dass sie Synchronisationsinfor-

mationen und Drucksensordaten vom Druck empfängt Sensor und wobei das Erhöhen der Genauigkeit der absoluten Position der Sensoreinheit (3) und der Sensordaten durch Verschmelzen der absoluten Positionsdaten und Sensordaten auch das Verschmelzen der Drucksensordaten umfasst. Ein Drucksensor, der korrekt an einem Sportler oder Sportgerät angebracht ist, kann zum Kalibrieren des Beschleunigungsmessers verwendet werden, da hiermit bestimmt werden kann, wann der Beschleunigungsmesser entlang einer Achse einen Wert von 0 liefern soll.

Figurenliste

[0026] Die Erfindung wird nun durch die Beschreibung verschiedener Ausführungsformen der Erfindung und unter Bezugnahme auf die beigegeführten Figuren näher erläutert.

Fig. 1 zeigt ein beispielhaftes Analysesystem, das mit einem Hammerwerfer verwendet wird;

Fig. 2 zeigt ein beispielhaftes Analysesystem, das mit einem Läufer verwendet wird;

Fig. 3 zeigt ein beispielhaftes Analysesystem;

Fig. 4 zeigt ein beispielhaftes Analysesystem;

Fig. 5 zeigt ein beispielhaftes Analysesystem;

Fig. 6 zeigt eine beispielhafte Kameraeinheit;

Fig. 7 zeigt eine andere beispielhafte Kameraeinheit;

Fig. 8 zeigt ein Beispiel eines Bildschirms, der erfasste Videodaten zusammen mit bestimmten Informationen zeigt;

Fig. 9 zeigt Beispiele von Signalen, die zur Verarbeitung an die Verarbeitungsschaltung gesendet werden.

Fig. 10 zeigt ein Boxdiagramm von Verarbeitungsschritten der Verarbeitungsschaltung.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

[0027] Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die offenbarten Ausführungsformen beschränkt, sondern kann im Rahmen der folgenden Ansprüche variiert und modifiziert werden.

[0028] Aspekte der vorliegenden Offenbarung werden nachstehend unter Bezugnahme auf die beigegeführten Zeichnungen ausführlicher beschrieben. Die hierin offenbarten Vorrichtungen und Verfahren können jedoch in vielen verschiedenen Formen realisiert werden und sollten nicht so ausgelegt werden, dass sie auf die hier dargelegten Aspekte beschränkt sind. Gleiche Zahlen in den Zeichnungen beziehen sich durchgehend auf gleiche Elemente.

[0029] Die hier verwendete Terminologie dient nur dem Zweck, bestimmte Aspekte der Offenbarung zu beschreiben, und soll die Erfindung nicht einschränken. Wie hierin verwendet, sollen die Singularformen „a“, „an“ und „the“ auch die Pluralformen einschließen, sofern der Kontext nicht eindeutig etwas anderes anzeigt.

[0030] Sofern nicht anders definiert, haben alle hier verwendeten Begriffe (einschließlich technischer und wissenschaftlicher Begriffe) dieselbe Bedeutung, wie sie von einem Durchschnittsfachmann, zu dem diese Offenbarung gehört, allgemein verstanden wird. Es versteht sich ferner, dass hierin verwendete Begriffe so interpretiert werden sollten, dass sie eine Bedeutung haben, die mit ihrer Bedeutung im Kontext dieser Spezifikation und der relevanten Technik übereinstimmt, und nicht in einem idealisierten oder übermäßig formalen Sinne interpretiert werden, es sei denn, dies wird hier ausdrücklich definiert.

[0031] Die Offenbarung stellt ein Analysesystem 1 zum Analysieren von Bewegungen bereit, die mit Sport verbunden sind. Beispiele für das Analysesystem 1 sind in den **Abb. 1-5** dargestellt.

[0032] Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die offenbarten Ausführungsformen beschränkt, sondern kann im Rahmen der folgenden Ansprüche variiert und modifiziert werden.

[0033] Aspekte der vorliegenden Offenbarung werden nachstehend unter Bezugnahme auf die beigegeführten Zeichnungen ausführlicher beschrieben. Die hierin offenbarten Vorrichtungen und Verfahren können jedoch in vielen verschiedenen Formen realisiert werden und sollten nicht so ausgelegt werden, dass sie auf die hier dargelegten Aspekte beschränkt sind. Gleiche Zahlen in den Zeichnungen beziehen sich durchgehend auf gleiche Elemente.

[0034] Das System 1 umfasst mindestens eine Kameraeinheit 2, die eine Kamera 21 umfasst und Zugang zu einer Kommunikationseinheit 5 für die drahtlose Kommunikation hat. Die Kamera 21 kann jede Art von Kamera 21 sein, die Videobilder aufnehmen kann. Die Kommunikationseinheit 5 ist beispielsweise eine Bluetooth-, BT-, Bluetooth-, Low-Energy-, BLE- oder Ultra-Wideband-UWB-Einheit. Die Kommunikationstechnologie kann jede Art von Kommunikationsmittel sein, das die drahtlose Kommunikation zwischen der Verarbeitungsschaltung 4 und der Kameraeinheit 2 erleichtert.

[0035] Das System 1 umfasst mindestens eine Sensoreinheit 3 zum Anbringen an einem Sportobjekt oder Sportler, umfassend einen Beschleunigungsmesser 31, ein Gyroskop 32 und eine Kommunikationseinheit 33 zur drahtlosen Kommunikation. Die Beschleunigungsmesser 31 und Gyroskope 32 sind seit

langem auf der Markierung erhältlich und dem Fachmann bekannt. In dem System **1** kann ein beliebiger Beschleunigungsmesser **31** und ein Gyroskop **32** verwendet werden, die eine geeignete Größe für eine Sensoreinheit **3** aufweisen, die an einem Sportobjekt oder Sportler angebracht werden soll. Die mindestens eine Sensoreinheit ist beispielsweise eine Trägheitsmesseinheit (IMU). Die mindestens eine Sensoreinheit kann ein Magnetometer umfassen. Die Kommunikationseinheit **33** kann von derselben Technologie sein wie die Kommunikationseinheit **5** der Kameraeinheit **2** oder von einer anderen Technologie der für die Kameraeinheit **2** beschriebenen.

[0036] Das System **1** umfasst eine Verarbeitungsschaltung **4**, die Zugang zu einer Kommunikationseinheit **5** für die drahtlose Kommunikation hat. Die Verarbeitungsschaltung **4** ist irgendeine Art von Verarbeitungsmittel, die die folgenden Schritte ausführen können. Die Verarbeitungsschaltung **4** kann ein Prozessor mit einem oder mehreren Kernen sein und / oder kann mehrere Prozessoren sein, die zusammenarbeiten. Das System **1** kann auch eine Speicherschaltung umfassen. Die Speicherschaltung ist dann jede Art von Speicher, der in der Lage ist, Informationen zu speichern, auf die die Verarbeitungsschaltung **4** zugreifen kann. Die Verarbeitungsschaltung **4** steht somit in Kommunikation mit der Speicherschaltung. Die Speicherschaltung ist vorzugsweise ein nichtflüchtiger Speicher, wie beispielsweise ein Nur-Lese-Speicher, ein ROM, ein Flash-Speicher, eine magnetische Computerspeichervorrichtung oder eine optische Speichervorrichtung.

[0037] In **Abb. 1** ist ein Hammerwerfer in einem Beispiel des verwendeten Systems dargestellt. Eine Sensoreinheit **3** ist dort angebracht, wo der Hammer am Draht befestigt ist. In dem dargestellten Beispiel sind die Kameraeinheit **2** und die Verarbeitungseinheit beide in einem Smartphone **6** enthalten. Somit sind gemäß einigen Aspekten eine der mindestens eine Kameraeinheit **2** und die Verarbeitungsschaltung **4** in einem Smartphone **6** enthalten. Durch die Verwendung der Kameraeinheit **2** und der Verarbeitungsschaltung **4** eines Smartphones **6** können die Kosten des Systems **1** niedrig gehalten werden und sind somit für jedermann zugänglich. In diesem Fall ist die Kommunikationseinheit **5**, auf die die Kameraeinheit **2** und die Verarbeitungsschaltung **4** Zugriff haben, das Kommunikationsmittel des Smartphones **6**. Die Kameraeinheit **2** und die Verarbeitungsschaltung **4** sind intern im Telefon und in der Kommunikationseinheit **5** verbunden wird für die drahtlose Kommunikation mit der Sensoreinheit **3** verwendet. Es kann auch sein, dass ein externes Kommunikationsmittel verwendet wird, das mit dem Smartphone **6** verbunden werden kann, wie beispielsweise ein BLE-Dongle oder ein UWB-Dongle.

[0038] Aspekte der Offenbarung werden unter Verwendung eines Smartphones **6** veranschaulicht. Es versteht sich jedoch, dass die Erfindung als solche auf viele Arten von elektronischen Geräten anwendbar ist, die eine Kameraeinheit **2** aufweisen. Beispiele für solche Geräte können beispielsweise jede Art von Mobiltelefon sein Telefon, Smartphone, Laptop, Handheld-Computer, tragbare digitale Assistenten, Tablet-Computer, Touchpads, Spielgeräte, Zubehör für Mobiltelefone, z Wearables in Form von Kopfhörern / -sets, Visieren / Schutzbrillen, Armbändern, Armbändern, Halsketten usw. Aus Gründen der Klarheit und Einfachheit werden die in dieser Beschreibung beschriebenen Ausführungsformen nur mit einem Smartphone **6** veranschaulicht.

[0039] In **Abb. 2** ist ein Läufer in einem Beispiel des verwendeten Systems dargestellt. Drei Sensoreinheiten **3** sind am Läufer angebracht; eine am Knöchel, eine am Handgelenk und eine an der Taille des Läufers. In dem dargestellten Beispiel sind die Kameraeinheit **2** und die Verarbeitungseinheit beide in einem Smartphone **6** enthalten. Wie in diesem Beispiel gezeigt, kann das System **1** mit mehr als einer Sensoreinheit verwendet werden. Es kann eine Sensoreinheit für jeden interessierenden Punkt auf dem Sportobjekt oder Athleten verwendet werden.

[0040] Die **3**, **4** und **5** veranschaulichen verschiedene Beispiele des Systems **1**. In **3** befindet sich die Sensoreinheit **3** in drahtloser Kommunikation über ihre Kommunikationseinheit **33** mit der Verarbeitungsschaltung **4**. Die Verarbeitungsschaltung ist hier als in einem Smartphone **6** als Beispiel. Eine Kameraeinheit **2** ist als separate Einheit mit ihrer eigenen Kommunikationseinheit **5** und in Kommunikation mit der Verarbeitungsschaltung dargestellt. Es ist zu beachten, dass die Kameraeinheit **2** und die Sensoreinheit **3** möglicherweise miteinander kommunizieren oder nicht. In **4** sind die Kameraeinheit **2** und die Verarbeitungsschaltung und die Kommunikationseinheit **5** in dem Smartphone **6** und in der drahtlosen Kommunikation mit der Sensoreinheit **3** enthalten. In **5** sind die Verarbeitungsschaltung **4** und die Kommunikationseinheit **5** in einem Smartphone **6** und es gibt zwei Kommunikationseinheiten **5** in diesem Beispiel. Der Grund dafür wird weiter unten erläutert. Andere Kombinationen sind möglich, wie beispielsweise eine Kameraeinheit **2**, die eine eigene Einheit ist, und eine Kommunikationseinheit **5** und eine Verarbeitungsschaltung **4** sowie eine Kameraeinheit **2** und eine Kommunikationseinheit **5** in einem Smartphone **6**, um ein Stereovideo des zu liefern Sportobjekt oder Athlet mit der Sensoreinheit **3**. In **Abb. 6** ist eine beispielhafte Kameraeinheit **2** dargestellt. Die Kameraeinheit **2** umfasst eine Kamera **21** und kann eine eigene Kommunikationseinheit **5** und / oder eine eigene Verarbeitungsschaltung **4** aufweisen. Die Kameraeinheit kann auch einen eigenen Speicher haben, wenn sie eine eigene Einheit ist und

nicht in einem Smartphone enthalten ist. Die Verarbeitungsschaltung 4 ist so angeordnet, dass sie Synchronisationsinformationen von der Sensoreinheit 3 und der Kameraeinheit 2 empfängt. In dem Fall, in dem die Verarbeitungseinheit und die Kameraeinheit 2 in einem Smartphone 6 enthalten sind, können die Synchronisationsinformationen darin impliziert sein, dass die Einheiten werden im Smartphone 6 automatisch synchronisiert. Die Synchronisationsinformationen sind beispielsweise Zeitstempel, damit die Informationen aller Einheiten zeitlich synchronisiert werden können.

[0041] In 7 ist eine beispielhafte Kameraeinheit 2 dargestellt. In diesem Beispiel umfasst die Kameraeinheit 2 zwei Kameras 21 und / oder einen aktiven IR-Sensor 22. Die zwei Kameras 21 liefern dann ein Stereobild. Das aktive Signal des IR-Sensors 22 kann dann verwendet werden, um die Position in drei Dimensionen anzugeben. Die Kameraeinheit kann ihre eigene Kommunikationseinheit 5 und / oder Verarbeitungsschaltung 4 und / oder Speicher umfassen, oder sie kann mit einem Smartphone verbunden sein und eine oder mehrere Einheiten des Smartphones verwenden.

[0042] Die Verarbeitungsschaltung 4 ist so angeordnet, dass sie von der Kamera 21 der Kameraeinheit 2 erfasste Videorahmendaten empfängt und gleichzeitig Sensordaten vom Beschleunigungsmesser 31 und vom Gyroskop 32 von der Sensoreinheit 3 von der erfassten Videorahmen empfängt. Die Informationen von der Kameraeinheit 2 und der Sensoreinheit 3 können mit einem Zeitstempel versehen sein. Die Sensordaten werden über die Kommunikationseinheit 5 empfangen. Die Videorahmendaten können über die Kommunikationseinheit 5 empfangen werden, wenn die Kameraeinheit 2 und die Verarbeitungsschaltung 4 in verschiedenen Vorrichtungen enthalten sind. Wenn die Kameraeinheit 2 und die Verarbeitungsschaltung 4 in einem Smartphone 6 enthalten sind, sind sie intern in dem Smartphone 6 verbunden.

[0043] Fig. 9 zeigt Beispiele von Signalen, die zur Verarbeitung an die Verarbeitungsschaltung 4 gesendet werden. In dem dargestellten Beispiel empfängt die Verarbeitungsschaltung 4 Bilderrahmendaten von der Kameraeinheit / den Einheiten 2, Sensordaten von der Sensoreinheit / den Einheiten 3 und gegebenenfalls Druckdaten von einer Drucksensoreinheit 7, was weiter unten erläutert wird. Die Verarbeitungsschaltung 4 ist angeordnet, um eine Position der Sensoreinheit 3 zu bestimmen, die bestimmte Position in eine absolute Position in einem 2- oder 3-dimensionalen Raum umzuwandeln und die Genauigkeit der absoluten Position der Sensoreinheit 3 und der Sensordaten zu erhöhen durch Fusion der absoluten Positionsdaten und Sensordaten. Mit anderen Worten bestimmt die Verarbeitungsschaltung 4

die Position der Sensoreinheit durch Zusammenführen von aus dem Bild erhaltenen Daten mit Sensordaten von der Sensoreinheit 3. Zu diesem Zweck wird die Bildverarbeitung zum Bestimmen der Position der Sensoreinheit in einem Bild verwendet. Im Rahmen wird die Position dann in eine absolute Position im 2- oder 3-dimensionalen Raum umgewandelt. Gemäß einigen Aspekten wird das Bestimmen einer Position der Sensoreinheit in dem Videorahmen durch Bildverarbeitung oder / und unter Verwendung der Kreisel- und Beschleunigungsmesserdaten und einer festen Startposition der Sensoreinheit durchgeführt. Somit sind mindestens zwei Möglichkeiten zur Bestimmung der Position der Sensoreinheit vorgesehen. Die absolute Position wird dann zusammen mit Sensordaten von der Sensoreinheit 3 in einem Sensorfusionsalgorithmus verwendet, um eine absolute Position mit höherer Genauigkeit zu erhalten, als dies nur mit Bildverarbeitung oder Sensordaten erreichbar ist. Die Position der Sensoreinheit 3 wird in x, y-Koordinaten für eine einzelne Kamera 21 in der Kameraeinheit 2 und in x, y und z für eine Stereokamera 21 in der Kameraeinheit 2 oder für mehr als eine Kameraeinheit 2 erfasst. Wenn die Position in eine absolute Position umgewandelt wird, kann sie mit Hx, Hy und optional mit Hz bezeichnet werden. Die Sensordaten vom Beschleunigungsmesser 31 sind Beschleunigungen und können mit der Einheit m/s^2 als a_x , a_y und optional a_z bezeichnet werden. Die Sensordaten vom Gyroskop 32 sind Winkelgeschwindigkeiten und können mit der Einheit rad/s als ω_x , ω_y und optional ω_z bezeichnet werden. Optional kann von jedem Sensor ein Kompassgrad empfangen werden, der mit der Einheit rad mit θ_x , θ_y und optional mit θ_z bezeichnet werden kann.

[0044] Es gibt verschiedene Möglichkeiten, die Fusion durchzuführen. Ein Beispiel ist die Verwendung eines Kalman-Filters. Ein spezielles Beispiel ist die Verwendung eines kontinuierlich diskreten erweiterten Kalman-Filters, EKF. Ein solcher Filter schätzt den Zustand eines Systems, wenn sich die Zeiten vorwärts bewegen und neue Messungen verfügbar werden. Aufgrund des Rauschens sind die auf diese Weise berechneten Schätzungen nicht perfekt. Der Filter berücksichtigt dies, indem er eine Schätzung der Unsicherheit in der Zustandsvektorschätzung beibehält und aktualisiert. In diesem Fall besteht der Zustandsvektor aus Orientierung, Winkelgeschwindigkeit, Position, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Kreiselvorspannung, Beschleunigungsmesservorspannung, Geomantikfeld und Magnetometervorspannung. Indem interessierende Variablen im Zustandsvektor gehalten werden, werden die interessierenden Variablen unter Verwendung aller verfügbaren Sensordaten geschätzt. Es ist zu beachten, dass die Messungen, die zum Aktualisieren der Schätzung des Zustandsvektors verwendet werden, bei verschiedenen Frequenzen auftreten können und dennoch vom Filter berücksichtigt werden.

[0045] Auf diese Weise wird ein System **1** bereitgestellt, das einfach zu bedienen und sehr präzise ist. Die Sensoreinheit **3** kann an jeder Art von Sportobjekt oder an einem Athleten angeordnet werden, und dann wird die Eingabe von der Kameraeinheit **2** und der Sensoreinheit **3** verwendet, um die Genauigkeit der Daten zu erhöhen.

[0046] Gemäß einigen Aspekten erfolgt die Erhöhung der Genauigkeit der absoluten Position und der Sensordaten durch Filtern nach einem Kalman-Filter oder einem Äquivalent. Somit wird ein schneller Weg bereitgestellt, um die Genauigkeit der absoluten Position zu erhöhen. Der Filter ist beispielsweise ein erweiterter Kalman-Filter. Gemäß einigen Aspekten umfasst das Analysesystem **1** einen Marker und wobei das Bestimmen einer Position der Sensoreinheit **3** das Identifizieren eines Markers in den Videodaten umfasst. Der Marker kann alles sein, was an einem Sportobjekt oder Athleten angebracht werden kann, um es der Verarbeitungsschaltung **4** zu erleichtern, zu finden, woran der Marker in den Bilderrahmendaten der Kamera **21** angebracht ist. Der Marker ist für Beispiel ein Klebeband oder ein Aufkleber einer bestimmten Farbe. Wenn ein Sportobjekt eine ausgeprägte Form hat, kann es direkt als Marker verwendet werden.

[0047] Ein Beispiel für ein solches Objekt ist die Metallkugel in einem Hammer, die beim Hammerwerfen verwendet wird. Der Marker wird verwendet, um es der Verarbeitungsschaltung **4** zu erleichtern, die Sensoreinheit **3** in den Videorahmen zu lokalisieren, da der Marker als etwas ausgewählt wird, das in den Videorahmendaten leicht zu identifizieren ist. Die Bildverarbeitung zum Identifizieren eines bestimmten Objekts in einem Bild ist dem Fachmann bekannt und wird nicht weiter diskutiert.

[0048] In dem Beispiel von **1** kann entweder eine Markierung auf der Sensoreinheit verwendet werden oder der Ball kann als Kennung in den Videodaten verwendet werden. Da der Sensor in diesem Beispielfall an der Seite der Kugel angebracht ist, können Parameter zur Kompensation des Positionsunterschieds zu der Verarbeitungsschaltung hinzugefügt werden. Die Sensoren könnten auch in einem Sportobjekt montiert werden.

[0049] Gemäß einigen Aspekten werden die Schritte ii bis vi wiederholt von der Verarbeitungsschaltung **4** ausgeführt, während die Kameraeinheit **2** und die Sensoreinheit **3** kontinuierlich Daten erfassen und senden. Das System **1** kann somit kontinuierlich betrieben werden, und die obigen Bestimmungen können durchgeführt werden, während die Daten gesammelt werden. Das System **1** kann dann auch die Genauigkeit der Bestimmungen kontinuierlich verbessern. Da die Verarbeitung über mehrere Zeiträume Zugriff auf Informationen bezüglich der Position der

Sensoreinheit **3** und Sensordaten für mehrere Positionen hat, ist es möglich zu bewerten, ob die Sensordaten korrekt sind oder nicht. Gemäß einigen Aspekten ist die Verarbeitungsschaltung **4** angeordnet, um zu bestimmen, ob es einen Fehler in den Sensordaten von dem Beschleunigungsmesser **31** oder dem Gyroskop **32** gibt, basierend auf der bestimmten absoluten Position, und wenn es einen Fehler gibt, um die Größe des Fehlers zu bestimmen. Die Bestimmung kann verwendet werden, um die Sensoreinheit **3** auszuwerten. Beispielsweise hat die Verarbeitung für eine bestimmte Position der Sensoreinheit **3** in den Videobilderdaten auch Zugriff auf die Beschleunigung vom Beschleunigungsmesser **31**. Die Verarbeitungseinheit empfängt auch die Gleiches gilt für eine andere Position, nachdem eine Zeit vergangen ist und sich das Sensorobjekt bewegt hat. Durch Berechnen der Entfernung hat sich die Sensoreinheit **3** bewegt und durch Vergleichen mit der vom Beschleunigungsmesser **31** empfangenen Beschleunigung kann festgestellt werden, ob Fehler in den Sensorinformationen vorliegen. Wenn sich die Sensoreinheit **3** nicht zwischen dem Empfang von zwei Positionen bewegt hat, sollten der Beschleunigungsmesser **31** und das Gyroskop **32** 0 Werte liefern und es kann somit überprüft werden, ob sie den richtigen Wert ergeben. Die Sensorfusion verbessert und korrigiert somit Daten, um die realen Werte korrekter darzustellen.

[0050] Die Bestimmung kann somit auch verwendet werden, um Daten von der Sensoreinheit **3** zu verbessern, so dass eine genauere absolute Position bestimmt werden kann. Gemäß einigen Aspekten ist die Verarbeitungsschaltung **4** so angeordnet, dass sie bestimmte Fehler kompensiert, um die absolute Position zu verbessern. Die Kompensation kann darin bestehen, den berechneten Fehler aus den Sensordaten zu entfernen, die nach Feststellung des Fehlers empfangen werden. Die Verarbeitungseinheit kann auch Informationen an die Sensoreinheit **3** senden, um sie neu zu kalibrieren, so dass der Fehler für zukünftige Sensormessungen beseitigt wird.

[0051] Dem System **1** können weitere Sensortypen hinzugefügt werden, um mehr Datenpunkte zu erhalten. Gemäß einigen Aspekten umfasst das Analysesystem **1** eine Drucksensoreinheit **7**, die einen Drucksensor **71** mit Zugang zu einer Kommunikationseinheit **5** umfasst, zum Kalibrieren einer Achse des Beschleunigungsmessers **31**, wobei die Verarbeitungsschaltung angeordnet ist, um Synchronisationsinformationen und Druck zu empfangen Sensordaten vom Drucksensor und wobei das Erhöhen der Genauigkeit der absoluten Position der Sensoreinheit (**3**) und der Sensordaten durch Verschmelzen der absoluten Positionsdaten und Sensordaten auch das Verschmelzen der Drucksensordaten umfasst. Ein Drucksensor **71**, der korrekt an einem Sportler oder einem Sportgerät angebracht ist, kann verwendet werden, um

den Beschleunigungsmesser **31** zu kalibrieren, da er verwendet werden kann, um zu bestimmen, wann der Beschleunigungsmesser **31** entlang einer Achse einen 0-Wert ergeben soll. Wenn beispielsweise die Sensoreinheit **3** am Schuh eines Athleten angebracht ist und der Drucksensor **71** an der Unterseite des Schuhs angebracht ist, sollte der Beschleunigungsmesser **31** einen 0-Wert ergeben, wenn der Drucksensor **71** einen Druck anzeigt, der anzeigt, dass der Athlet ist auf seinen Fuß getreten. Eine beispielhafte Druckeinheit **7** mit einem Drucksensor **71** und einer Kommunikationseinheit **5** ist in 1 unter der Darstellung des Athleten dargestellt.

[0052] Wenn ein Athlet die Kräfte sehen kann, die während einer Bewegung an verschiedenen Positionen auf die Sensoreinheit **3** wirken, hilft dies dem Athleten, mehrere ähnliche Bewegungen zu vergleichen, um festzustellen, welche die effektivste ist. Gemäß einigen Aspekten ist die Verarbeitungsschaltung **4** angeordnet, um Bewegungseigenschaften der Sensoreinheit **3** durch Zusammenführen der von der Kameraeinheit **2** und der Sensoreinheit **3** erfassten Daten zu bestimmen. Die Bewegungseigenschaften sind beispielsweise die Geschwindigkeit der Sensoreinheit **3** in v_x , v_y und optional v_z mit der Einheit m/s. Ein weiteres Beispiel ist, dass die auf die Sensoreinheit **3** wirkenden Kräfte berechnet werden können. Gemäß einigen Aspekten umfasst das Analyssystem **1** eine Anzeige zum Anzeigen der von der Kameraeinheit **2** empfangenen Videorahmendaten, wobei die Verarbeitungsschaltung **4** angeordnet ist, um die Videorahmendaten zu verarbeiten, um die bestimmten Bewegungseigenschaften in 2- oder 3- zu visualisieren Abmessungen zusammen mit den Videorahmen. Dies bietet dem Benutzer eine brauchbare Möglichkeit, im Video die ermittelten Bewegungseigenschaften zusammen mit dem Video der Bewegung zu sehen. Es ist daher für den Athleten einfach, seine / ihre Bewegung zu analysieren und zu beurteilen, ob er / sie etwas in der Bewegung anpassen sollte. Die Bewegungseigenschaften sind beispielsweise die Geschwindigkeit der Sensoreinheit **3**, die als Vektor mit einer Richtung und einer Länge dargestellt werden kann. Der Vektor kann auch die Kraft auf die Sensoreinheit **3** oder die Beschleunigung der Sensoreinheit **3** darstellen. Die Visualisierung kann in den Videorahmendaten in Verbindung mit der Sensoreinheit **3** oder irgendwo anders im Bild dargestellt sein. Es kann beispielsweise auf einer Seite entlang des Randes der Videorahmendaten oder in einem hinzugefügten Datenfenster irgendwo auf dem Bildschirm dargestellt sein. In 8 ist ein Beispiel eines Bildschirms mit einem Bild des Hammerwerfers von 1 gezeigt. Die quadratischen Kästchen sind Beispiele dafür, wo die visualisierten Bewegungseigenschaften angezeigt werden können. Die ermittelten Bewegungseigenschaften können somit an einer beliebigen Stelle auf dem Bildschirm dargestellt werden, so dass ein Betrachter die Informationen leicht analy-

sieren kann. Wenn ein Hammerwerfer beispielsweise das Video seines Hammerwurfs betrachtet, sieht er in allen Positionen des Hammers, welche Bewegungseigenschaften der Hammer hatte, wenn die Sensoreinheit auf dem Hammer angeordnet ist. Der Hammerwerfer kann dann analysieren, in welchen Positionen eine Änderung erforderlich ist; Zum Beispiel mehr Kraft oder mehr Geschwindigkeit, um den Hammerwurf zu verbessern.

[0053] Um die Genauigkeit der Positionierung zu erhöhen, kann eine Triangulation verwendet werden. Gemäß einigen Aspekten umfasst das Analyssystem **1** mindestens eine zusätzliche Kommunikationseinheit **5** zur drahtlosen Kommunikation, die in der Umgebung fixiert werden soll, wobei die Verarbeitungsschaltung **4** so angeordnet ist, dass sie Synchronisationssignale von der zusätzlichen Kommunikationseinheit **5** empfängt und die Position der Sensoreinheit **3** unter Verwendung der Signale von der zusätzlichen Kommunikationseinheit **5**, der Kommunikationseinheit **5** der Kameraeinheit **2** und der Kommunikationseinheit **33** der Sensoreinheit **3**. Die Erhöhung der Genauigkeit der absoluten Position der Sensoreinheit **3** und der Sensordaten durch Verschmelzen der absoluten Positionsdaten und Sensordaten kann dann auch das Verschmelzen der triangulierten Position eingeschlossen werden. Ein Beispiel hierfür ist in **Abb. 5** dargestellt, die oben erläutert wurde. Es ist möglich, die Kommunikationseinheit **5** des Smartphones anstelle einer der einzelnen Kommunikationseinheiten **5** zu verwenden, aber für ein genaues System **1** kann es vorteilhaft sein, die in der Umgebung verwendeten Einheiten zu fixieren. In 9 ist auch dargestellt, dass Informationen von der Kommunikationseinheit / den Kommunikationseinheiten **5** auch für die Positionierung verwendet werden können. Die Position der Sensoreinheit **3** kann somit noch genauer bestimmt werden. Die zusätzliche Kommunikationseinheit **5** kann BLE- und / oder UWB-Technologie zur Kommunikation mit BLE und / oder UWB umfassen. Es kann auch eine andere Technologie für die drahtlose Kommunikation umfassen. Wenn mindestens drei Einheiten drahtlos kommunizieren, kann eine Triangulation durchgeführt werden, um die Positionen der drei Einheiten zu bestimmen.

[0054] Für BLE kann die Stärke des Signals verwendet werden. Die Signalstärke zwischen zwei Geräten wird gemessen und in eine Entfernungsschätzung umgewandelt. Für UWB werden im Standard IEEE 802.15.4-2011 Funkwellen mit sehr kurzen Impulsübertragungen verwendet. Durch die kurzen Signale mit starken Anstiegen und Abfällen lassen sich die Starts und Stopps der Signale leicht messen. Dies bedeutet, dass der Abstand zwischen zwei UWB-Geräten genau gemessen werden kann, indem die Zeit gemessen wird, die eine Funkwelle benötigt, um zwischen den beiden Geräten zu verlaufen.

[0055] Sowohl um die Bildqualität der Kamera **21** zu verbessern als auch um die Genauigkeit der Triangulation zu verbessern, können die eine oder mehreren Kameraeinheiten **2** vom Benutzer in der Umgebung fixiert werden. Mit anderen Worten kann der Benutzer die Kameraeinheit **2** in der Umgebung des zu filmenden Objekts positionieren und fixieren, indem er sie beispielsweise an etwas befestigt oder in einen Ständer stellt.

[0056] In den Abbildungen sind Kästchen mit einer gestrichelten Linie optional. In 10 sind Kästchen dargestellt, um die Verarbeitungsschritte durch die Verarbeitungsschaltung zu zeigen. Bitte beachten Sie, dass die Schritte möglicherweise in einer anderen Reihenfolge als abgebildet ausgeführt werden. Beispielsweise spielt es keine Rolle, in welcher Reihenfolge die Verarbeitungsschaltung die Informationen in den Schritten i bis iii empfängt.

Bezugszeichenliste

- 1. System
- 2. Kameraeinheit
- 21. Kamera
- 22. Aktiver IR-Sensor **22**
- 3. Sensoreinheit
- 31. Beschleunigungsmesser
- 32. Gyroskop
- 33. Kommunikationseinheit
- 4. Verarbeitungsschaltung
- 5. Kommunikationseinheit
- 6. Smartphone
- 7. Drucksensoreinheit
- 71. Drucksensor

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

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

Zitierte Patentliteratur

- US 8622795 B2 [0003]
- US 2005/0223799 A1 [0004]
- US 8894505 B2 [0005]
- US 8941723 B2 [0006]
- US 8477046 B2 [0007]
- US 2018/0132748 A1 [0008]

Patentansprüche

1. Ein Analysesystem (1) zum Analysieren von Bewegungen im Zusammenhang mit Sport, das System (1) umfasst:

- mindestens eine Kameraeinheit (2), die eine Kamera (21) umfasst und Zugang zu einer Kommunikationseinheit (5) für die drahtlose Kommunikation hat;
- mindestens eine Sensoreinheit (3) zum Anbringen an einem Sportobjekt oder Sportler, umfassend einen Beschleunigungsmesser (31), ein Gyroskop (32) und eine Kommunikationseinheit (33) zur drahtlosen Kommunikation;
- Verarbeitungsschaltung (4), die Zugang zu einer Kommunikationseinheit (5) zur drahtlosen Kommunikation hat, wobei die Verarbeitungsschaltung (4) angeordnet ist, um:
 - i. Synchronisationsinformationen von der Sensoreinheit (3) und der Kameraeinheit (2) empfangen,
 - ii. Empfangen von Videorahmen, die von der Kamera (21) der Kameraeinheit (2) erfasst wurden,
 - iii. Empfangen von Sensordaten vom Beschleunigungsmesser (31) und vom Gyroskop (32) von der Sensoreinheit (3) zur gleichen Zeit wie der aufgenommene Videorahmen.
 - iv. eine Position der Sensoreinheit (3) bestimmen,
 - v. Transformieren der bestimmten Position in eine absolute Position in einem 2- oder 3-dimensionalen Raum,
 - viii. Erhöhen der Genauigkeit der absoluten Position der Sensoreinheit (3) und der Sensordaten durch Verschmelzen der absoluten Positionsdaten und Sensordaten.

2. Analysesystem nach Anspruch 1, wobei das Bestimmen einer Position der Sensoreinheit (3) in dem Videorahmen durch Bildverarbeitung oder / und unter Verwendung der Kreisel- und Beschleunigungsmesserdaten und einer festen Startposition der Sensoreinheit (3) durchgeführt wird.

3. Analysesystem (1) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Verarbeitungsschaltung (4) angeordnet ist, um Bewegungseigenschaften der Sensoreinheit (3) durch Verschmelzen der von der Kameraeinheit (2) und der Sensoreinheit (3) erfassten Daten zu bestimmen.

4. Analysesystem (1) nach Anspruch 3, umfassend eine Anzeige zum Anzeigen der von der Kameraeinheit (2) empfangenen Videorahmendaten, wobei die Verarbeitungsschaltung (4) angeordnet ist, um die Videorahmendaten zu verarbeiten, um die bestimmten zu visualisieren Bewegungseigenschaften in 2- oder 3-Dimensionen zusammen mit den Videobilderdaten zu visualisieren.

5. Analysesystem (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend mindestens eine zusätzliche Kommunikationseinheit (5) zur drahtlosen

Kommunikation die in der Umgebung befestigt werden soll, wobei die Verarbeitungsschaltung (4) angeordnet ist, um:

- vi. Synchronisationssignale von der zusätzlichen Kommunikationseinheit (5) empfangen,
- vii. Triangulieren Sie die Position der Sensoreinheit (3) unter Verwendung der Signale von der zusätzlichen Kommunikationseinheit (5), der Kommunikationseinheit (5) der Kameraeinheit (2) und der Kommunikationseinheit (33) der Sensoreinheit (3). und wobei das Erhöhen der Genauigkeit der absoluten Position der Sensoreinheit (3) und der Sensordaten durch Verschmelzen der absoluten Positionsdaten und Sensordaten auch das Verschmelzen der triangulierten Position einschließt.

6. Analysesystem (1) nach einem vorhergehenden Anspruch, wobei eine der mindestens einen Kameraeinheiten (2) und die Verarbeitungsschaltung (4) in einem Smartphone (6) enthalten sind.

7. Analysesystem (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend einen Marker und wobei das Bestimmen einer Position der Sensoreinheit (3) das Identifizieren eines Markers in den Videodaten umfasst.

8. Analysesystem (1) nach einem vorhergehenden Anspruch, wobei das Erhöhen der Genauigkeit der absoluten Position und der Sensordaten durch Filtern durch ein Kalman-Filter oder ein Äquivalent erfolgt.

9. Analysesystem (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Schritte ii bis vi wiederholt von der Verarbeitungsschaltung (4) ausgeführt werden, während die Kameraeinheit (2) und die Sensoreinheit (3) kontinuierlich Daten erfassen und senden.

10. Analysesystem (1) nach einem vorhergehenden Anspruch, wobei die Verarbeitungsschaltung (4) angeordnet ist, um zu bestimmen, ob es einen Fehler in den Sensordaten vom Beschleunigungsmesser (31) oder Gyroskop (32) gibt, basierend auf der bestimmten absoluten Position, und wenn es einen Fehler gibt, um die Quantität des Fehlers zu bestimmen.

11. Analysesystem (1) nach Anspruch 10, wobei die Verarbeitungsschaltung (4) angeordnet ist, um bestimmte Fehler zu kompensieren, um die absolute Position zu verbessern.

12. Analysesystem (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend eine Drucksensoreinheit (7), umfassend einen Drucksensor (71) mit Zugang zu einer Kommunikationseinheit (5) zum Kalibrieren einer Achse des Beschleunigungsmessers (31), wobei die Verarbeitungsschaltung so angeordnet ist, dass sie Synchronisationsinformationen und Drucksensordaten vom Drucksensor empfängt, und

wobei die Erhöhung der Genauigkeit der absoluten Position der Sensoreinheit (3) und der Sensordaten durch Verschmelzen der absoluten Positionsdaten und Sensordaten auch das Verschmelzen der Druck-sensordaten enthält.

Es folgen 7 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

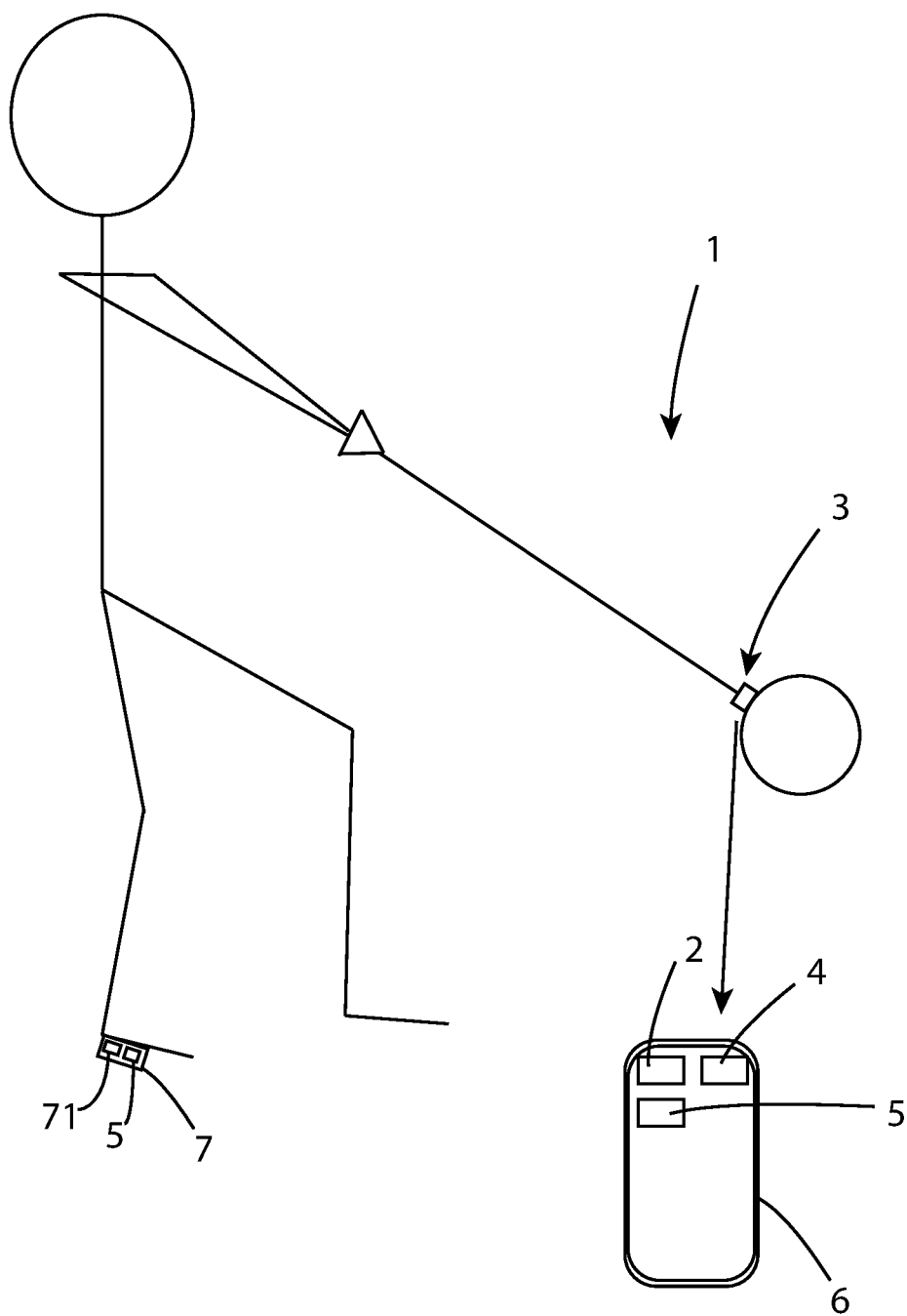


Fig. 1

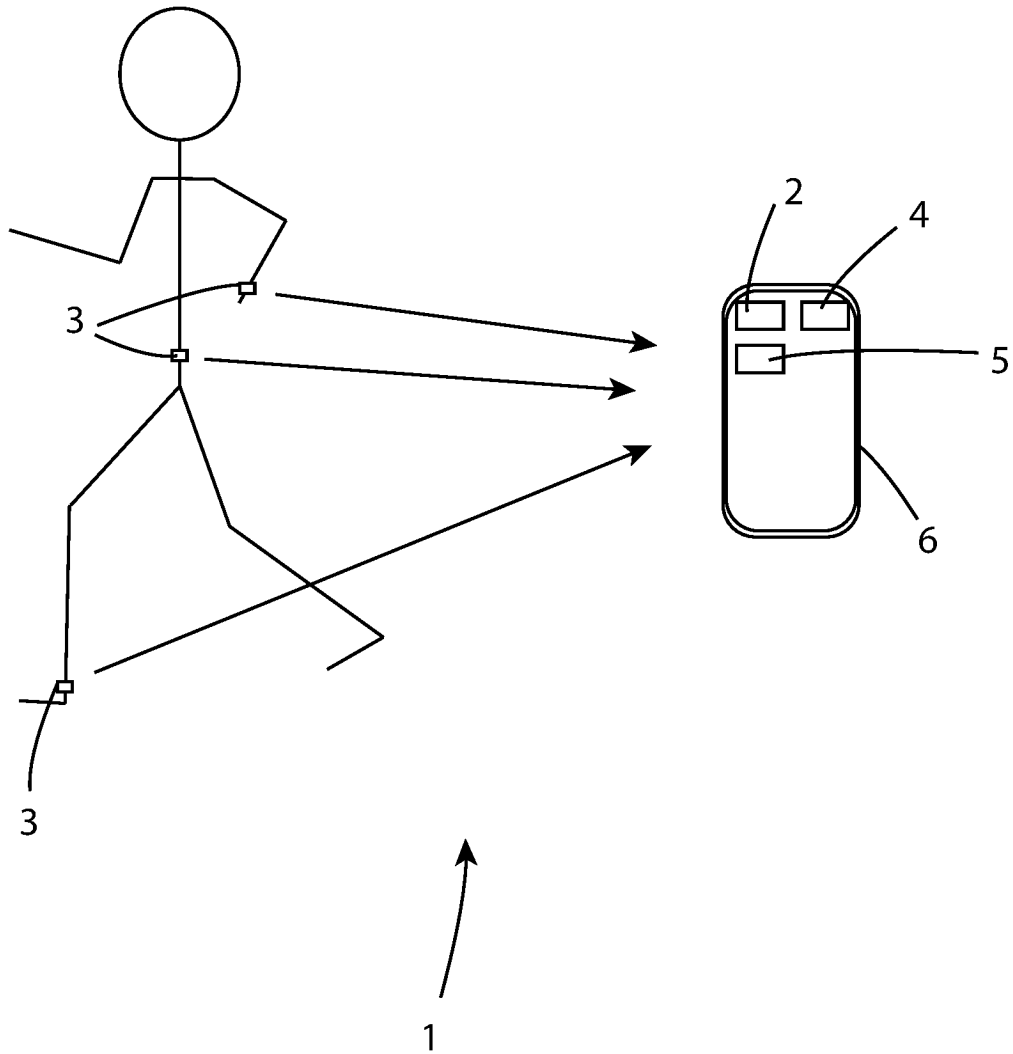


Fig. 2

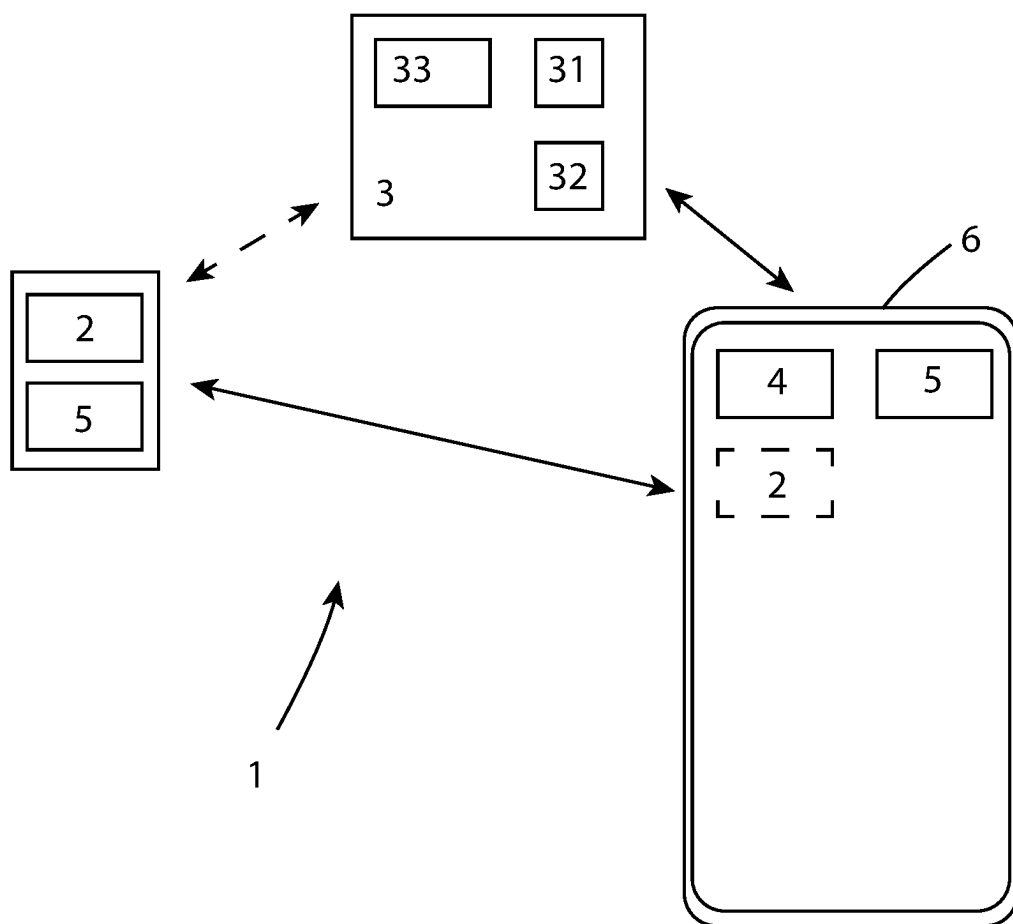


Fig. 3

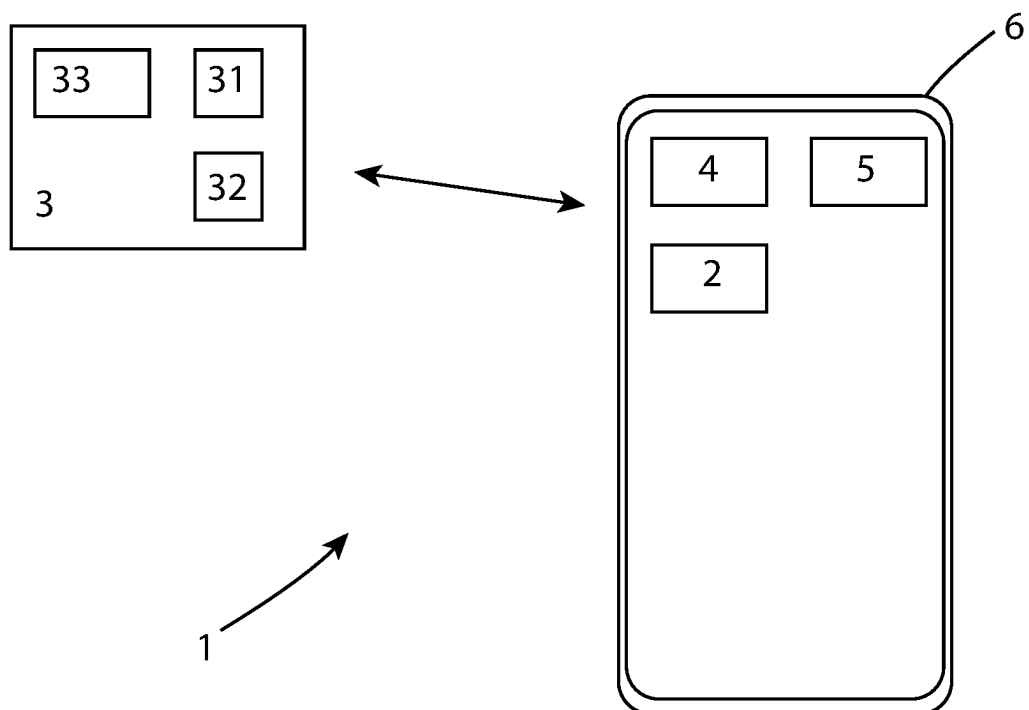


Fig. 4

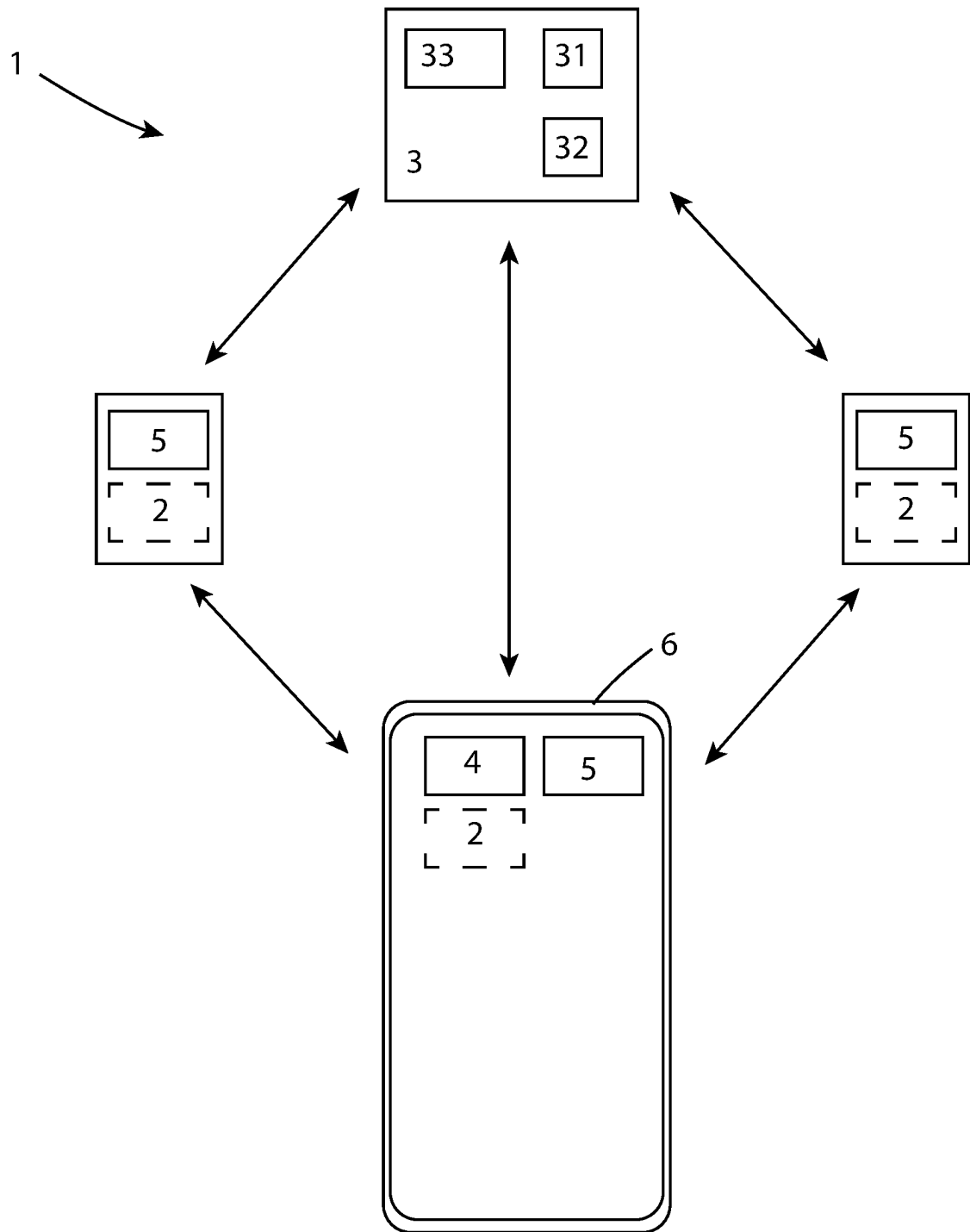


Fig. 5

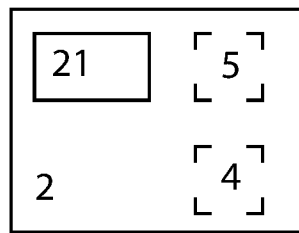


Fig. 6

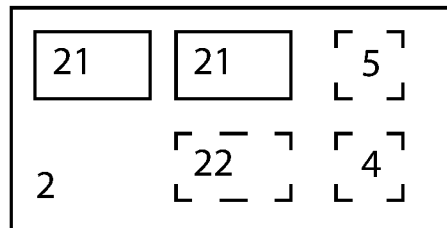


Fig. 7

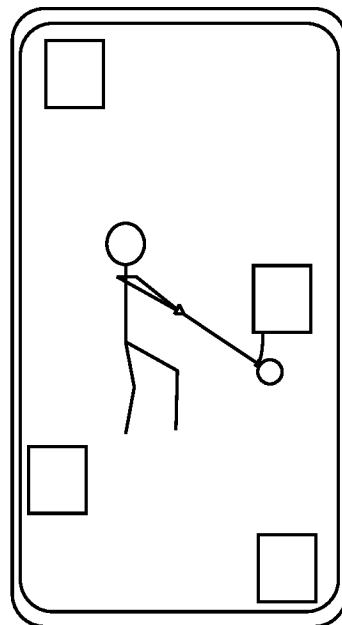


Fig. 8

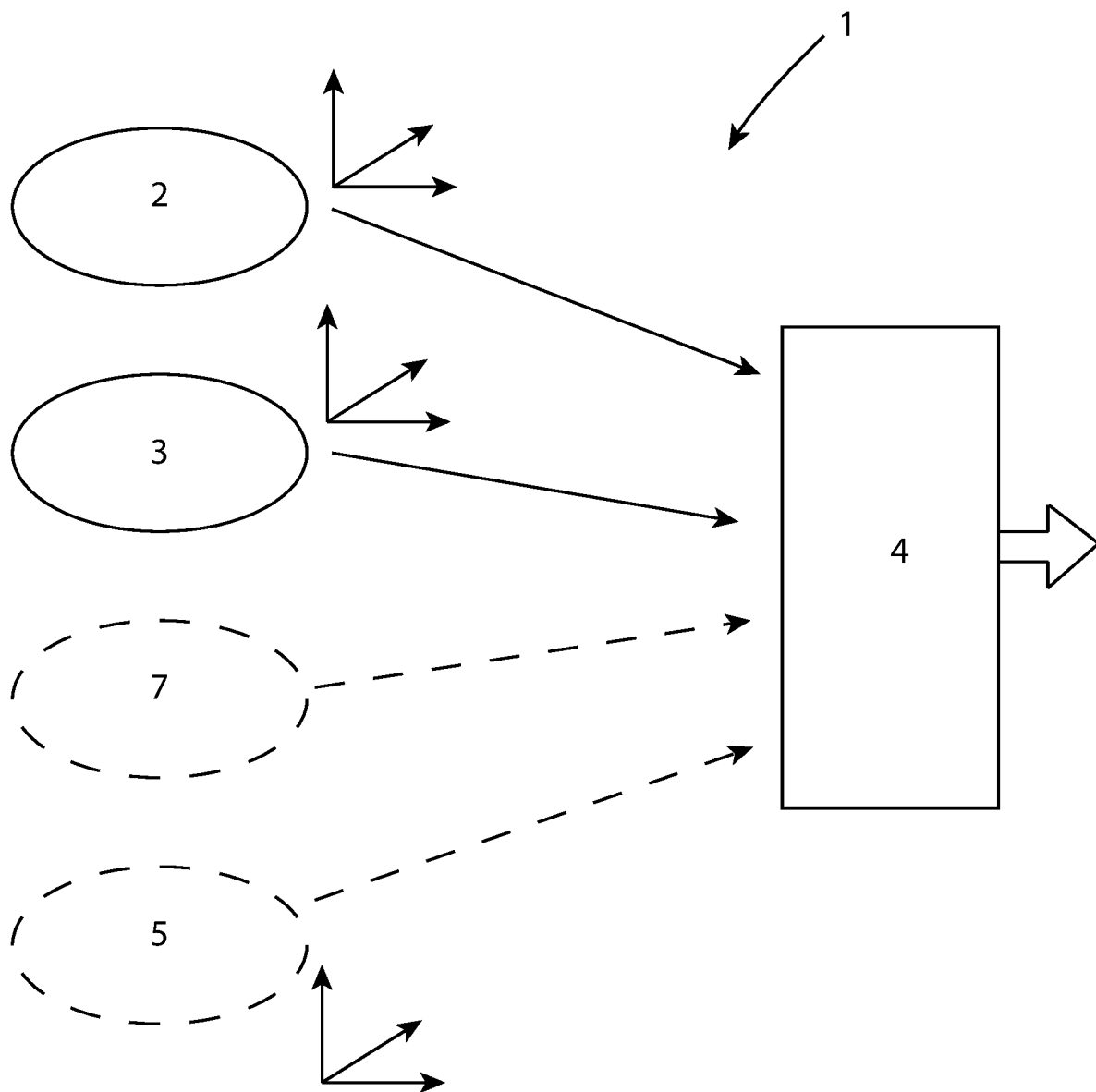


Fig. 9

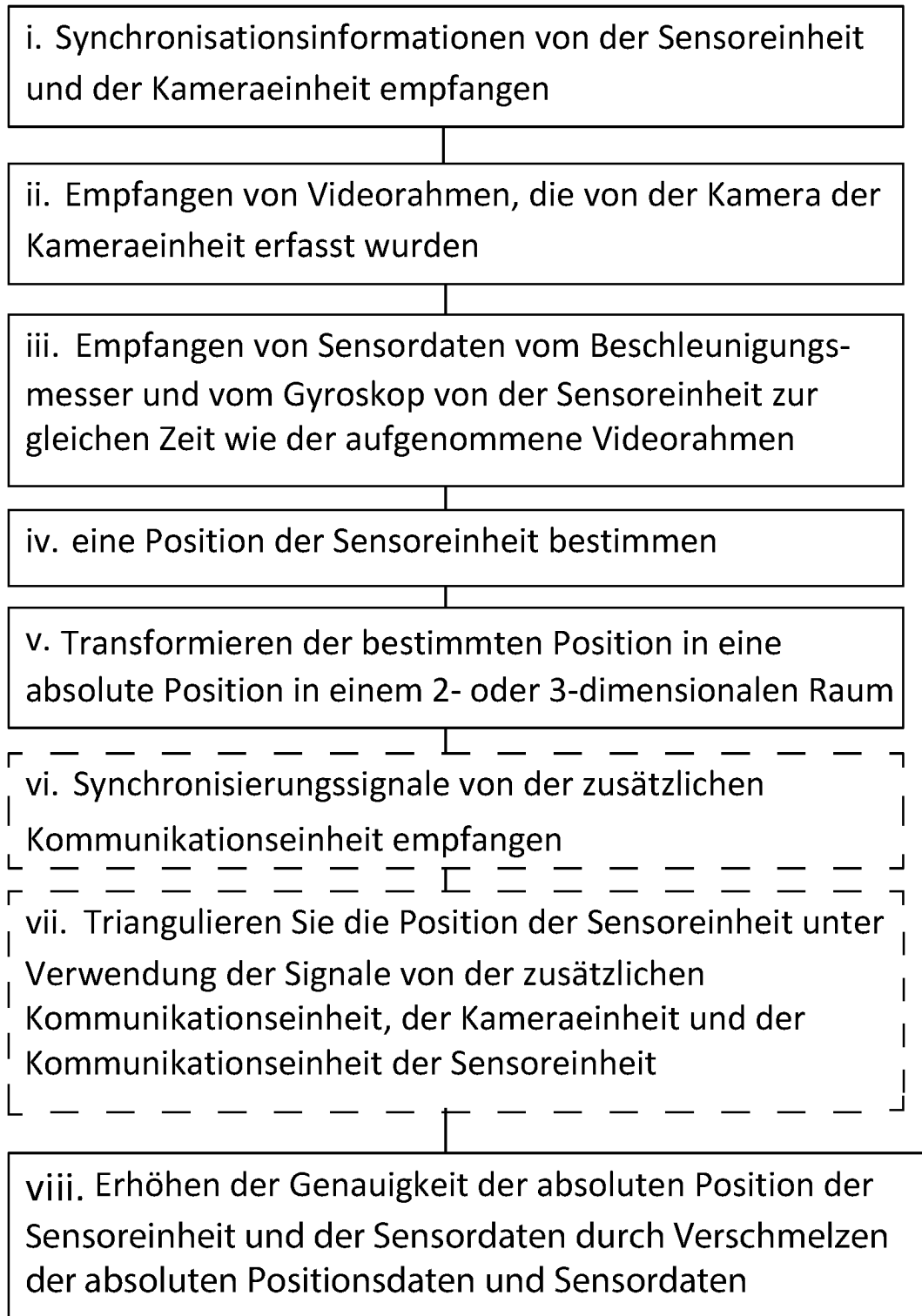


Fig. 10