



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 697 36 622 T2** 2007.09.13

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 0 816 986 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **697 36 622.7**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **97 304 807.7**

(96) Europäischer Anmeldetag: **02.07.1997**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **07.01.1998**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **06.09.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **13.09.2007**

(51) Int Cl.⁸: **G06F 3/00** (2006.01)

(30) Unionspriorität:
17345396 03.07.1996 JP

(73) Patentinhaber:
Hitachi, Ltd., Tokyo, JP

(74) Vertreter:
Strehl, Schübel-Hopf & Partner, 80538 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB

(72) Erfinder:
**Unuma, Munetoshi, Hitachi-shi, Ibaraki 316, JP;
Nonaka, Shiro, Hitachinaka-shi, Ibaraki 312, JP;
Oho, Shigeru, Hitachinaka-shi, Ibaraki 312, JP**

(54) Bezeichnung: **System zur Bewegungserkennung**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Techniken zum Messen einer Zustandsänderung, die Bewegungen und/oder Tätigkeiten eines Menschen, eines Tieres oder einer Maschine (generell hierin als Beobachtungsobjekt bezeichnet) mit sich bringt. Insbesondere bezieht sich die Erfindung auf ein Verfahren zum Erkennen solcher Bewegungen und/oder Tätigkeiten ebenso wie auf eine Vorrichtung, die dieses Verfahren einsetzt, sowie ein System, das diese Vorrichtung umfasst.

[0002] Der grundlegende Stand der Technik, der das Messen menschlicher Bewegungen und Arbeit betrifft, wird anschaulich in "Ergonomics Illustrated" (von Kageo Noro, eine Japanische Veröffentlichung von Nippon Kikaku Kyokai, 14. Februar 1990, S. 538–544) beschrieben. Die Veröffentlichung offenbart typische Verfahren zum Messen von Bewegungen und Arbeit von Menschen durch VTR-basierte Beobachtung oder durch direkte visuelle Beobachtung.

[0003] Die Japanische Patentschrift Nr. Hei 7-96014 offenbart eine Technik zur Verwendung von Beschleunigungssensoren beim Messen von Bewegungen und Arbeit von Menschen. Die offenbarte Technik umfasst das Erlangen von Vibrationswellenformen von Beschleunigungssensoren, die am menschlichen Körper angebracht sind, während sich Letzterer bewegt, das Anwenden einer Analog-Digital-Wandlung auf die erlangten Vibrationswellenformen, das Zusammensetzen einer Vibrationsmustertabelle aus den so erhaltenen diskreten A/D-gewandelten Werten und zur Beurteilung das Vergleichen von sich aus einer Eingabevibrationswellenform ergebenden A/D-gewandelten Werten mit der Vibrationsmustertabelle synchron zu einem von einer Uhr. in geeigneten Zeitabständen ausgegebenen Zeitgebungssignal. Diese Technik erlaubt eine Erkennungsverarbeitung in der gleichen Bewegung oder zur gleichen Geschwindigkeit wie die, bei der beziehungsweise in der die Vibrationsmustertabelle erzeugt wird.

[0004] Die anfangs erwähnten herkömmlichen Verfahren zum Messen von Bewegungen und Arbeit von Menschen durch VTR-basierte oder direkte visuelle Beobachtungen haben die folgenden größeren Nachteile:

- (1) Analyse durch VTR-basierte oder direkte visuelle Beobachtung erfordert, dass der Beobachter durchgängig Positionen des Beobachtungsobjekts und die dadurch erledigte Arbeit aufzeichnet. Dazu braucht es viele Stunden und enorme Anstrengung des Beobachters beim Ausführen der Aufgabe.
- (2) Blinde Flecken des Beobachtungsobjekts können durch VTR-basierte oder direkte visuelle Beobachtung nicht untersucht werden.
- (3) Wenn sich das Beobachtungsobjekt bewegt, muss der Beobachter dem Objekt folgen, indem er sich gleichermaßen bewegt.
- (4) Das Beobachtungsobjekt kann sich durchaus des VTR oder der Augen des Beobachters bewusst sein.
- (5) Beim Beobachten, wo sich die Gelenke des Beobachtungsobjekts befinden, messen und reproduzieren die herkömmlichen Verfahren bloß die Gelenkpositionen; die Verfahren erlauben nicht, dass Tätigkeiten oder Arbeit des Objekts automatisch erkannt werden. Zum Erkennen der reproduzierten Bewegungen braucht man menschliche Beobachter.

[0005] Die oben darauf folgend erwähnte herkömmliche Technik hat die folgenden größeren Nachteile:

- (6) Zwischen Bewegungen des Gehens und des Laufens treten leicht Spitzenhöhenunterschiede auf. Zum Beispiel gehören ein lockerer Gang und ein flotter Gang in dieselbe Kategorie des "Gehens", haben aber verschiedene Geschwindigkeiten, die verschiedene Längen in der Zeitgrundrichtung zwischen der Vibrationsmustertabelle und den Eingabevibrationswellenformen mit sich bringen. Dies macht es unmöglich, Korrelationen zwischen der vom tatsächlichen Gang hergeleiteten Vibrationswellenform und der mutmaßlich entsprechenden Vibrationsmustertabelle zu erfassen. Im Ergebnis werden Bewegungen der gleichen Art fälschlicherweise als zwei verschiedene Bewegungen erkannt. Das korrekte Erkennen der gleichen Art von Bewegungen mit verschiedenen Spitzenhöhen erfordert darüber hinaus das Einrichten von den verschiedenen Spitzenhöhen entsprechenden Vibrationsmustertabellen. Da Spitzenhöhen üblicherweise durchgehend variieren, erfordert dies viel mehr Vibrationsmuster, um eine genauere Erkennung zu erreichen. Kurz gesagt erfordert es eine progressiv große Anzahl von Vibrationsmustertabellen, um Erkennung von noch größerer Genauigkeit zu bekommen.
- (7) Wenn mehrere Bewegungen in Kombination erkannt werden sollen, wie etwa wenn das Objekt sich selbst während des Gehens zufächert oder wenn das Objekt innerhalb eines sich bewegenden Zuges geht, ist es notwendig, ein unterschiedliches Vibrationsmuster für jede Kombination von Bewegungen (z.B. "Zufächern während des Gehens", "Gehen innerhalb eines fahrenden Zuges" usw.) einzurichten. Darüber hinaus ist es ebenfalls notwendig, wenn sich das Objekt zum Beispiel während des Gehens zufächert, ein Vibrationsmuster für den Fall einzurichten, in dem der Fächer in dem Moment nach oben zeigt, in dem der Fuß des Objekts den Boden berührt, und ein anderes Vibrationsmuster für den Fall einzurichten, in dem der

Fächer in dem Moment nach unten zeigt, wenn der Fuß des Objekts den Boden berührt. In der Praxis erfordert eine machbare Erkennung den Aufbau einer sehr großen Anzahl von Vibrationsmustertabellen, um verschiedene Arten von Bewegungen zu erfassen.

(8) Die herkömmliche Technik misst lediglich die auf den menschlichen Körper angewendete Beschleunigung und erkennt diesen Parameter als die der Erkennung unterzogenen Daten. Dies erschwert es, Bewegungen wie etwa Drehen oder ähnliche Bewegungen des Körpers, die durch Winkelbeschleunigung gekennzeichnet sind, zu erkennen.

(9) Das Ziel der Erkennung beschränkt sich auf unterbrochene Bewegungen, während menschliche Tätigkeiten im Allgemeinen als eine Kombination mehrerer Bewegungen erreicht werden. Zum Beispiel setzt sich die Tätigkeit des "Sitzens auf einem Stuhl" aus den Bewegungen "Gehen", "Anhalten" und "Sitzen" zusammen, die fortlaufend in dieser Reihenfolge ausgeführt werden. Die offenbarte herkömmliche Technik muss erst noch auf Möglichkeiten zum korrekten Erkennen von Tätigkeiten, die aus mehreren Bewegungen bestehen, gerichtet werden.

[0006] US-A-5280265 offenbart ein System, in dem Goniometer (Spannungssensoren) auf verschiedene Teile des Körpers einer Person angepasst werden. Die Goniometer erzeugen Ausgaben, aus denen die Bewegung der Person erfasst werden kann, und diese Ausgaben werden analysiert, um bestimmte Muster bezüglich der Bewegungspositionen zu identifizieren, die dann dazu verwendet werden können, um Symbole zu definieren oder Töne zu erzeugen. Daher entspricht dieses Dokument dem Oberbegriff von Anspruch 1.

[0007] Gemäß der vorliegenden Erfindung wird ein Erkennungssystem zur Erkennung von Bewegungen und/oder Tätigkeiten eines beobachteten Objekts vorgesehen, wobei die Erkennungsvorrichtung umfasst:
 eine an dem beobachteten Objekt angebrachte Messeinrichtung zur Messung einer Zustandsänderung infolge der Bewegungen und/oder Tätigkeiten des beobachteten Objekts;
 eine Extraktionseinrichtung für charakteristische Größen zum Extrahieren charakteristischer Größen aus den von der Messeinrichtung vorgenommenen Messungen;
 eine Erkennungseinrichtung zur Erkennung der Bewegungen und/oder Tätigkeiten des beobachteten Objekts entsprechend den aus den Messungen gewonnenen charakteristischen Größen;
 eine Ausgabereinrichtung zur Ausgabe eines Erkennungsergebnisses;
 wobei das Erkennungssystem dadurch gekennzeichnet ist, dass es ferner umfasst:
 eine Positionsmesseinrichtung zum Messen von Positionen des beobachteten Objekts,
 eine Speichereinrichtung zum Speichern geografischer Informationen und Informationen über das Innere von Gebäuden,
 eine Positionsfolgerungseinrichtung zum Korrigieren der Position des Objekts, das von der Positionsmesseinrichtung gemessen wird, durch Durchsuchen der geografischen Informationen und der Informationen über das Innere von Gebäuden, die in der Speichereinrichtung gespeichert sind, nach einem Platz, der mit den von der Erkennungseinrichtung erkannten Bewegungen und/oder Tätigkeiten verknüpft ist.

[0008] Die vorliegende Erfindung kann die obigen sowie andere Mängel und Nachteile des Standes der Technik überwinden und ein System zum Erkennen von Bewegungen und Tätigkeiten eines sich bewegenden Objekts wie etwa Menschen, Tieren und Maschinen mit größerer Präzision zur Verfügung stellen.

[0009] Die vorliegende Erfindung kann daher ein Erkennungssystem zur Verfügung stellen, das in der Lage ist, zumindest eine der folgenden technischen Zielsetzungen zu erreichen:

- (1) Bewegungen, Tätigkeiten und Arbeit werden automatisch erkannt, so dass der Beobachter frei von unnötigen Arbeitslasten ist.
- (2) Blinde Flecken wie etwa Schatten von Objekten werden ausgeschaltet.
- (3) Die Beobachtung wird weder behindert noch unterbrochen, wenn sich das Beobachtungsobjekt bewegt.
- (4) Das Beobachtungsobjekt ist frei von mit herkömmlichen Beobachtungsschemata verbundenen Lasten.
- (5) Das Beobachtungsobjekt wird nicht bloß im Hinblick auf seine Bewegungen gemessen, sondern auch der Erkennung oder Schätzung seiner Bewegungen, Tätigkeiten und Arbeit auf der Grundlage von gemessenen Ergebnissen unterzogen.
- (6) Die Messungen werden nicht durch Geschwindigkeiten der Bewegungen beeinflusst.
- (7) Mehrere Bewegungen in Kombination werden erkannt.
- (8) Mehr Bewegungsarten als jeweils zuvor werden unter Bezug auf andere Parameter als die Beschleunigung erkannt.
- (9) Das Beobachtungsobjekt (biologisch oder mechanisch) wird nicht bloß im Hinblick auf seine unterbrochenen Bewegungen gemessen, sondern auch der Erkennung oder Schätzung seiner Bewegungen, Tätigkeiten und Arbeit auf der Grundlage einer Bewegungshistorie unterzogen.

[0010] Genauer kann ein Erkennungssystem gemäß der Erfindung zum Beispiel Verfahrensschritte oder Einrichtungen zum Ausführen der folgenden Schritte umfassen:

- (1) Messinstrumente werden am Beobachtungsobjekt angebracht. Die Instrumente nehmen automatisch Messungen einer Zustandsänderung, die Bewegungen und Tätigkeiten des Beobachtungsobjekt mit sich bringt, vor. Die gemessenen Daten werden an den Beobachter übertragen.
- (2) Die Zustandsänderung des Beobachtungsobjekts wird mittels eines Beschleunigungssensors, eines Geschwindigkeitssensors oder eines Positionssensors frei von visuellen oder Audioeinrichtungen gemessen.
- (3) Beobachtete Ergebnisse werden über Funk übertragen.
- (4) Zustandsänderungen werden an einer kleinen Zahl von Beobachtungspunkten gemessen, an denen diese Änderungen, die Bewegungen und Tätigkeiten des Beobachtungsobjekts mit sich bringen, betont sind.
- (5) Charakteristische Größen oder typische Bewegungen oder Tätigkeiten werden im voraus extrahiert. Die vorbestimmten charakteristischen Größen werden im Hinblick auf Korrelation mit aus den gemessenen Daten extrahierten charakteristischen Größen verglichen. Basierend auf dem Vergleich wird eine durch die charakteristischen Größen von hoher Korrelation repräsentierte Bewegung oder Tätigkeit als erkanntes Ergebnis ausgegeben.
- (6) Eine vorgemessene Wellenform, die eine einzelne Bewegung darstellt, wird bezüglich der Dauer von dem Moment, an dem die Bewegung beginnt, bis zu dem, an dem sie endet, normalisiert. Normalisierung beinhaltet das Betrachten der Dauer vom Beginn bis zum Ende einer Bewegung als "1".

[0011] Anschaulich bilden zwei Schritte bei einem Gang einen Zyklus bei Normalisierung. Danach werden charakteristische Bestandteile jeder Bewegung mittels Funktionalisierung, Fourier-Transformation oder Wavelet-Transformation extrahiert. Bei der Normalisierung verwendete Koeffizienten oder aus der Transformation (Fourier usw.) extrahierte Bestandteile werden als charakteristische Größen der betrachteten Bewegungen eingerichtet. Wenn der Beginn oder das Ende einer Bewegung aus einer aus der Bewegung abgeleiteten Eingabewellenform erkannt werden sollen, wird die Wellenform auf der Grundlage der Bewegungsdauer normalisiert. Danach werden Koeffizienten oder charakteristische Bestandteile durch die oben erwähnte Funktionalisierung oder Fourier-/Wavelet-Transformation extrahiert. Die extrahierten Koeffizienten oder Bestandteile werden mit zuvor gespeicherten charakteristischen Größen zur Bewegungserkennung verglichen.

- (7) Die charakteristischen Größen verschiedener Bewegungen werden übereinandergelagert. Das Ergebnis des Übereinanderlegens wird durch Beobachtung erkannt. Zum Beispiel werden die charakteristischen Größen des "Gehens" und die des "sich selbst Zufächerns" übereinandergelagert.
- (8) Zur Erkennung von Bewegungen und Tätigkeiten werden nicht nur Beschleunigungsdaten sondern auch Daten anderer physikalischer Größen wie etwa der Geschwindigkeit, der Position, der Winkelbeschleunigung, der Winkelgeschwindigkeit, des Rotationswinkels sowie biologische Daten, die die Bewegungen und Tätigkeiten des Beobachtungsobjekts mit sich bringen, erhoben. Die so erhaltenen Daten werden beim Erkennungsvorgang verwendet.
- (9) Mit einer Bewegungshistorie verknüpfte Tätigkeiten werden als verknüpfte Bewegungen voreingerichtet. Eine Historie beobachteter und erkannter Bewegungen wird mit den verknüpften Bewegungen verglichen, wodurch die Tätigkeiten des Beobachtungsobjekts verknüpft werden.

[0012] Die oben angegebenen Verfahrensschritte oder Einrichtungen erzielen anschaulicherweise die folgenden Wirkungen, wenn sie ausgeführt oder implementiert werden:

- (1) Gemessene Daten werden automatisch eingesendet, wodurch der Beobachter von Arbeitsaufgaben befreit wird, die herkömmlicherweise mit dem Zusammentragen von Daten verbunden sind.
- (2) Die verwendeten Sensoren lassen keine blinden Flecken.
- (3) Da Messungen über Funk übertragen werden, kann sich das Beobachtungsobjekt im Wesentlichen frei bewegen, ohne dass der Beobachter ihm oder ihr folgen muss.
- (4) Eine kleinere Anzahl von Beobachtungspunkten im Vergleich zu herkömmlichen Aufbauten verringert beobachtungsbezogene Lasten für das Beobachtungsobjekt, Wenn der Beobachter das Objekt nicht anschauen muss, wird letzteres von psychologischen Einschränkungen befreit, die mit den Blicken des Beobachters verbunden sind.
- (5) Der automatische Erkennungsvorgang macht es für den Beobachter unnötig, direkt mit rohen Messdaten umgehen zu müssen.
- (6) Die normalisierte Zeitbasis erlaubt Bewegungserkennung, die frei vom Einfluss der Bewegungsgeschwindigkeit ist.
- (7) Da charakteristische Größen in Kombination betrachtet werden, können auch kompliziertere Bewegungen erkannt werden.
- (8) Die Erkennung wird nicht nur durch die Verwendung von Beschleunigung sondern auch von anderen

physikalischen Größen ausgeführt. Dies ermöglicht es, Bewegungen zu erkennen, die nur wenig signifikant durch Beschleunigung gekennzeichnet sind.

(9) Eine aus mehreren Bewegungen zusammengesetzte Tätigkeit (hierin Arbeit genannt) wird ebenfalls erkannt.

[0013] In den Zeichnungen:

[0014] [Fig. 1](#) ist ein Blockdiagramm eines als ein Ausführungsbeispiel der Erfindung in die Praxis umgesetzten Bewegungs- und Tätigkeitserkennungsgeräts;

[0015] [Fig. 2](#) ist eine erklärende Ansicht typischer Ausgaben eines an der Hüfte eines Beobachtungsobjekts angebrachten Beschleunigungssensors;

[0016] [Fig. 3](#) ist eine erklärende Ansicht typischer Ergebnisse einer auf einer Wavelet-Transformation basierenden Zeit-Frequenz-Analyse;

[0017] [Fig. 4](#) ist ein Blockdiagramm eines als ein anderes Ausführungsbeispiel der Erfindung in die Praxis umgesetzten Erkennungsgeräts;

[0018] [Fig. 5A](#) ist eine grafische Darstellung einer vom Ausführungsbeispiel aus [Fig. 4](#) beobachteten Wellenform;

[0019] [Fig. 5B](#) ist eine grafische Darstellung typischer Ergebnisse einer auf die Daten aus [Fig. 5A](#) angewendeten Spektralanalyse;

[0020] [Fig. 5C](#) ist eine grafische Darstellung typischer Ergebnisse einer Spektralanalyse nach Normalisierung;

[0021] [Fig. 6](#) ist ein Blockdiagramm eines als ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung in die Praxis umgesetzten Erkennungsgeräts;

[0022] [Fig. 7](#) ist ein Blockdiagramm eines als ein anderes Ausführungsbeispiel der Erfindung in die Praxis umgesetzten Erkennungsgeräts;

[0023] [Fig. 8](#) ist eine erklärende Ansicht, die Punkte und Achsen zum Messen von Zustandsänderungen abbildet;

[0024] [Fig. 9](#) ist ein Blockdiagramm eines als ein anderes Ausführungsbeispiel der Erfindung in die Praxis umgesetzten Erkennungsgeräts;

[0025] [Fig. 10](#) ist ein Blockdiagramm eines Bewegungs- und Tätigkeitserkennungsgeräts, das mit einer Positionsmesseinheit zur Ausführung der Erfindung kombiniert ist;

[0026] [Fig. 11](#) ist eine erklärende Ansicht, die ein vom Ausführungsbeispiel aus [Fig. 10](#) verwendetes Positionsmessverfahren angibt;

[0027] [Fig. 12](#) ist ein Blockdiagramm eines Erkennungssystems zum Schätzen des Arbeitszustands des Objekts oder der Umgebung, in der das Objekt platziert ist, auf der Grundlage einer akkumulierten Arbeitshistorie;

[0028] [Fig. 13](#) ist eine erklärende Ansicht, die eine typische Bewegungs- oder Tätigkeitshistorie zeigt, die vom Ausführungsbeispiel aus [Fig. 12](#) akkumuliert wurde;

[0029] [Fig. 14](#) ist eine erklärende Ansicht von vom Ausführungsbeispiel aus [Fig. 12](#) verwendeten verknüpften Mustern;

[0030] [Fig. 15](#) ist ein Blockdiagramm eines als ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung in die Praxis umgesetzten Erkennungsgeräts, wobei das Gerät einen Unterschied zwischen einer Referenzbewegung und einer gemessenen Bewegung anzeigt;

[0031] [Fig. 16A](#) ist eine erklärende Ansicht, die ein Beispiel der Berechnung der Differenz zwischen einer ge-

messenen Bewegung und einer Referenzbewegung zeigt;

[0032] **Fig. 16B** ist eine erklärende Ansicht, die ein anderes Beispiel der Berechnung der Differenz zwischen einer gemessenen Bewegung und einer Referenzbewegung zeigt;

[0033] **Fig. 17** ist ein Blockdiagramm eines als ein anderes Ausführungsbeispiel der Erfindung in die Praxis umgesetzten Erkennungsgeräts, wobei das Gerät die Differenz zwischen einer gemessenen Bewegung und einer Referenzbewegung erfasst und eine wahrscheinliche Ursache der Differenz ausgibt;

[0034] **Fig. 18** ist ein Blockdiagramm eines Erkennungssystems, das erfindungsgemäße Erkennungsgeräte umfasst, um Arbeitsdaten zur Verwendung durch ein Verarbeitbarkeitsevaluationssystem oder ein Arbeitsinhaltevaluationssystem anzusammeln;

[0035] **Fig. 19** ist ein Blockdiagramm eines Erkennungssystems, das erfindungsgemäße Erkennungsgeräte umfasst, um Daten zur Verwendung durch ein optimales Personalallokationssystem oder ein optimales Arbeitszeitallokationssystem anzusammeln;

[0036] **Fig. 20** ist ein Blockdiagramm eines Erkennungssystems, das ein erfindungsgemäßes Erkennungsgerät umfasst, um bekanntzugeben, dass eine spezifische Bewegung oder Tätigkeit durch ein Beobachtungsobjekt ausgeführt worden ist;

[0037] **Fig. 21** ist eine erklärende Ansicht eines Erkennungssystems, das erfindungsgemäße Erkennungsgeräte zur Verhaltensanalyse, Verhaltensverfolgung und Verhaltensüberwachung anwendet;

[0038] **Fig. 22** ist ein Blockdiagramm einer als ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung in die Praxis umgesetzten Gestenerkennungsvorrichtung;

[0039] **Fig. 23** ist ein Blockdiagramm eines mit einer Funkkommunikationseinrichtung ausgestatteten Erkennungsgeräts zur Ausführung der Erfindung;

[0040] **Fig. 24** ist ein Blockdiagramm eines anderen mit einer Funkkommunikationseinrichtung ausgestatteten Erkennungsgeräts zur Ausführung der Erfindung;

[0041] **Fig. 25** ist ein Blockdiagramm eines Erkennungssystems mit einem Erkennungsgerät gemäß der Erfindung, das mit einer Funktion zur Verarbeitung von Prepaid-Gebühren ausgestattet ist, um die Erfindung auszuführen;

[0042] **Fig. 26** ist ein Blockdiagramm eines Erkennungssystems mit einem Erkennungsgerät gemäß der Erfindung, das mit einer Funktion zur Verarbeitung von Gutschriften versehen ist, um die Erfindung auszuführen;

[0043] **Fig. 27** ist ein Blockdiagramm eines Erkennungssystems mit einem Erkennungsgerät gemäß der Erfindung, das mit einer Funktion zur Verarbeitung von Guthaben versehen ist, um die Erfindung auszuführen;

[0044] **Fig. 28** ist ein Blockdiagramm eines Erkennungssystems mit einem Erkennungsgerät gemäß der Erfindung, das mit einer Funktion zur Eintritts-/Austrittsverifikation versehen ist, um die Erfindung auszuführen;

[0045] **Fig. 29** ist eine erklärende Ansicht, die einen Weg zum Erhalten von Korrelationsgraden zwischen der Referenz und den Messungen auf der Grundlage von erlangten charakteristischen Größen darstellt;

[0046] **Fig. 30** ist ein Diagramm, das den Aufbau eines Systems zum Anzeigen von Ergebnissen zeigt, die aus der Beobachtung einer Bewegung, einer Tätigkeit und/oder Arbeit eines Beobachtungsobjekts unter Verwendung einer Bewegungs-/Tätigkeits-/Arbeitserkennungsvorrichtung durch Animationen mittels Computergrafik als einem Verfahren zum Ausdrücken von Bewegungen, Tätigkeiten und/oder Arbeit eines Gelenkstrukturkörpers erhalten werden;

[0047] **Fig. 31** ist ein erklärendes Skelettdiagramm, das ein Verfahren zum Ausdrücken einer Bewegung, einer Tätigkeit und/oder Arbeit eines Gelenkstrukturkörpers durch Verwendung der charakteristischen Größen der Bewegung, der Tätigkeit und/oder Arbeit zeigt;

[0048] **Fig. 32** ist ein Skelettdiagramm, das zur Erklärung eines Verfahrens auf der Grundlage von Animatio-

nen mittels Computergrafik zum Anzeigen einer Bewegung, einer Tätigkeit und/oder Arbeit, die sich aus der Überlagerung einer Vielzahl von charakteristischen Größen ergeben, verwendet wird;

[0049] [Fig. 33](#) ist ein Diagramm, das ein Beispiel zeigt, in dem Bewegung mittels eines Erkennungsverfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung erkannt wird und ein Ergebnis der Erkennung durch Animationen mittels Computergrafik angezeigt wird;

[0050] [Fig. 34](#) ist ein Diagramm, das ein anderes Beispiel zeigt, in dem eine Bewegung mittels des Erkennungsverfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung erkannt wird und ein Erkennungsergebnis durch Animationen mittels Computergrafik angezeigt wird;

[0051] [Fig. 35](#) ist ein Diagramm, das noch ein weiteres Beispiel zeigt, in dem eine Bewegung mittels des Erkennungsverfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung erkannt wird und ein Erkennungsergebnis durch Animationen mittels Computergrafik dargestellt wird;

[0052] [Fig. 36](#) ist ein Diagramm, das noch ein weiteres Beispiel zeigt, in dem eine Bewegung mittels des Erkennungsverfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung erkannt wird und ein Erkennungsergebnis durch Animationen mittels Computergrafik angezeigt wird;

[0053] [Fig. 37](#) ist ein Diagramm, das die Konfiguration eines Systems zum Anzeigen eines Ergebnisses der Erkennung der Position ebenso wie der Bewegung, der Tätigkeit und/oder der Arbeit eines Beobachtungsobjekts zeigt;

[0054] [Fig. 38](#) ist ein Diagramm, das einen typischen Bildschirm zeigt, auf dem Ergebnisse zur Erkennung der Positionen ebenso wie der Bewegungen, Tätigkeiten und/oder der Arbeit von Beobachtungsobjekten, die als Grundlage verwendet werden, gezeigt werden;

[0055] [Fig. 39](#) ist ein Diagramm, das ein Anzeigebeispiel zeigt, das ein Notfallereignis illustriert;

[0056] [Fig. 40](#) ist ein Diagramm, das ein Beispiel der Illustration von Positionen ebenso wie von Bewegungen, Tätigkeiten und/oder Arbeit von Krankenhausbeschäftigten zeigt;

[0057] [Fig. 41](#) ist ein Diagramm, das die Konfiguration eines Systems zum Anzeigen einer Folge von Bewegungszuständen, die zum Notfallereignis führen, und zum Ausführen der Notfallverarbeitung zeigt;

[0058] [Fig. 42](#) ist ein Beispiel der Struktur von in einer Speichereinheit gespeicherten Daten zur Darstellung der erkannten Bewegung, Tätigkeit und/oder Arbeit eines Beobachtungsobjekts ebenso wie der Position und des Zeitpunkts, zu dem die Bewegung, die Tätigkeit und/oder die Arbeit erkannt werden;

[0059] [Fig. 43](#) ist ein Diagramm, das für ein Notfallereignis eine typische Anzeige einer Folge von Bewegungszuständen, die zu einem Notfall führen, und die durch eine Vorrichtung zum Ausdrücken von Bewegung/Tätigkeit/Arbeit von Gelenkstrukturkörpern ausgedrückt werden, zeigt;

[0060] [Fig. 44](#) ist ein Diagramm, das die Konfiguration eines Systems zum Verbessern der Genauigkeit von mittels einer Positionsmessvorrichtung für Menschen erhaltenen gemessenen Werten durch Verwendung der Ergebnisse der Erkennung einer Bewegung, einer Tätigkeit und/oder einer Arbeit als eine Referenz zur Betrachtung zeigt;

[0061] [Fig. 45](#) ist ein Diagramm, das zum Erklären davon verwendet wird, wie die Genauigkeit von mittels der Positionsmessvorrichtung für Menschen erhaltenen gemessenen Werten durch die Verwendung von Ergebnissen der Erkennung einer Bewegung, einer Tätigkeit und/oder Arbeit als eine Referenz zur Betrachtung verbessert werden kann;

[0062] [Fig. 46](#) ist ein Diagramm, das zum Erklären eines Verfahrens zum Korrigieren einer Position verwendet wird, die durch das Verwenden von Ergebnissen der Erkennung einer Bewegung, einer Tätigkeit und/oder Arbeit, die von einer Bewegungs-/Tätigkeits-/Arbeitserkennungsvorrichtung ausgegeben wurden, als eine Referenz zur Betrachtung identifiziert worden ist;

[0063] [Fig. 47](#) beinhaltet erklärende Diagramme, die ein Verfahren zum Extrahieren eines Gangzyklus zeigen, der als eine Basis bei der Erkennung einer zyklischen Bewegung dient,

[0064] [Fig. 48A](#) und [Fig. 48B](#) sind Diagramme, die Wellenformen zeigen, die als Beobachtungsergebnisse von jeweils normal gehenden und normal rennenden Zuständen erhalten worden sind; und

[0065] [Fig. 49](#) ist ein Diagramm, das Beziehungen zwischen der Stärke einer Spektralkomponente bei der Gangzyklusfrequenz und dem Grad der Erkennungswahrscheinlichkeit jedes Erkennungsgegenstandes zeigt.

[0066] Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nun unter Bezugnahme auf [Fig. 1](#) beschrieben werden. Bei diesem Ausführungsbeispiel wird ein Beobachtungsobjekt **1** als das Ziel, dessen Bewegungen oder Tätigkeiten (von hieran wenn möglich als Bewegungen/Tätigkeiten abgekürzt) erkannt werden sollen, zugrunde gelegt.

[0067] Eine als ein Ausführungsbeispiel der Erfindung in die Praxis umgesetzte Erkennungsvorrichtung zur Erkennung von Bewegungen und Tätigkeiten umfasst: am Beobachtungsobjekt **1** befestigte Messinstrumente **2** und **3**; einen A/D-Wandler **4** zum Digitalisieren gemessener Ergebnisse von den Messinstrumenten **2** und **3**; eine Extraktionseinheit **5** für charakteristische Größen zum Extrahieren einer charakteristischen Größe aus den digitalisierten gemessenen Ergebnissen; eine Datenbank **6** für charakteristische Größen zum Speichern zuvor gemessener und zuvor extrahierter charakteristischer Größen verschiedener Bewegungen und Tätigkeiten; eine Signalverarbeitungseinheit **7**, die unter Verwendung von in der Datenbank **6** für charakteristische Größen gehaltenen Daten Bewegungen/Tätigkeiten erkennt, die von der durch die Extraktionseinheit **5** für charakteristische Größen extrahierten charakteristischen Größe dargestellt werden; sowie eine Ausgabeinheit **8** zum Ausgeben eines erkannten Ergebnisses.

[0068] Die Extraktionseinheit **5** für charakteristische Größen und die Signalverarbeitungseinheit **7** sind anschaulich unter Verwendung eines Speichers und eines Datenprozessors implementiert. Der Speicher speichert Programme zum Ausführen eines Extraktionsvorgangs für charakteristische Größen und eines Bewegungs-/Tätigkeitserkennungsvorgangs wie unten beschrieben werden wird. Der Datenprozessor umfasst einen DSP oder MPU zum Ausführen dieser Programme. Die Ausgabeinheit **8** ist mittels einer Anzeigeeinheit implementiert, die ein LCD-Feld oder ein CRT umfasst.

[0069] Bei diesem Ausführungsbeispiel wird das Beobachtungsobjekt **1** mit den Messinstrumenten **2** und **3** zum Messen einer Zustandsänderung, die Bewegungen/Tätigkeiten des Objekts mit sich bringt, ausgestattet. Der typische Aufbau in [Fig. 1](#) zeigt, dass das Messinstrument **2** an der Taillenposition des Objekts befestigt wird, während das Instrument **3** am Arm des Objekts zum Vornehmen von Messungen der Zustandsänderung angebracht wird. Diese Messinstrumente werden dort positioniert, wo die Interpretationen der Zustandsänderung am meisten betont sind. Wenn die zu beobachtende Zustandsänderung zum Beispiel wahrscheinlich am Fuß auftreten wird, werden die Instrumente am Fuß oder an den Füßen befestigt. Entweder ein einzelnes oder eine Vielzahl von Messinstrumenten kann verwendet werden.

[0070] Die von den Zustandsänderungsmessinstrumenten **2** und **3** vorgenommenen Messungen werden fortlaufend vom A/D-Wandler **4** vom analogen Format ins digitale gewandelt. Nach der Analog-Digital-Wandlung erreicht das digitale Signal die Extraktionseinheit **5** für charakteristische Größen, wodurch die für die Signale spezifische charakteristische Größe extrahiert wird. Wie der Extraktionsvorgang für charakteristische Größen durchgeführt wird, wird nun unter Bezugnahme auf [Fig. 2](#) beschrieben.

[0071] Ein typisches Messinstrument für Zustandsänderungen kann, wie in [Fig. 2](#) gezeigt, ein an der Taille des menschlichen Körpers befestigter Beschleunigungssensor sein. Der wie in [Fig. 2](#) dargestellt installierte Beschleunigungssensor nimmt Messungen von auf den menschlichen Körper in der Richtung seiner Höhe angewendeter Beschleunigung vor. Ausgabeergebnisse **20** vom Beschleunigungssensor geben bestimmte Zeitreihendatenteile **21** bis **24** an, die aus menschlichen Bewegungen wie "Gehen", "Rennen", "Hocken" und "Hinlegen" abgeleitet sind. Im Beispiel von [Fig. 2](#) bezeichnen die Datenteile **21** und **22** zyklische Beschleunigungsänderung während des Gehens oder Rennens, das Datenteil **23** stellt eine einzelne Beschleunigungsänderung dar und das Datenteil **24** steht für einen Zustand ohne Beschleunigung, bei der keine Gravitationsbeschleunigung detektiert wird, da das Objekt liegt.

[0072] Nachdem die obigen Datenteile vom A/D-Wandler **4** digitalisiert worden sind, werden die digitalisierten Daten einer Zeit-Frequenz-Analyse (z.B. Fourier-Transformation) unterzogen, die eine typische Signalanalysetechnik ist. Das Ergebnis ist ein Frequenzspektrumskörper **25**. Genauer gesagt werden die Datenteile **21** bis **24** jeweils mit den Frequenzspektren **26**, **27**, **28** und **29** verknüpft. Balkendiagramme der analysierten Ergebnisse stellen Spektralintensitäten der durch die Fourier-Transformation erhaltenen Frequenzkomponenten dar. Die Frequenzcharakteristiken unterscheiden sich unter den verschiedenen Bewegungen. Die Unterschiede bil-

den die charakteristischen Größen der betroffenen Bewegungen.

[0073] Bei diesem Ausführungsbeispiel werden die charakteristischen Größen, die als die von der Signalverarbeitungseinheit 7 verwendeten Referenzdaten für die Bewegungs-/Tätigkeitserkennung dienen, im voraus aus den Bewegungen und Tätigkeiten, deren charakteristische Größen bekannt sind, extrahiert und gespeichert. Die so gespeicherten Referenzdaten werden in der Datenbank 6 für charakteristische Größen über einen Pfad 9 in [Fig. 1](#) (Vorgang 30 in [Fig. 2](#)) abgespeichert.

[0074] Die Signalverarbeitungseinheit 7 für die Bewegungs-/Tätigkeitserkennung empfängt durchgehend Daten 10 charakteristischer Größen von der Extraktionseinheit 5 für charakteristische Größen, wobei die Daten 10 laufenden Bewegungen/Tätigkeiten des Beobachtungsobjekts 1 abgeleitet werden. Die Daten 10 werden mit den Referenzdaten 11 verglichen, die aus den gespeicherten charakteristischen Größen von verschiedenen Bewegungen/Tätigkeiten in der Datenbank 6 erstellt worden sind. Das heißt, dass die momentan eintreffende charakteristische Größe mit den gespeicherten charakteristischen Größen in der Datenbank 6 korreliert wird. Zu jedem Zeitpunkt wird die Bewegung/Tätigkeit, die der charakteristischen Größe mit der höchsten Korrelationsstufe entspricht, als die momentan vom Beobachtungsobjekt 1 durchgeführte Bewegung/Tätigkeit eingestuft. Das Einstufungsergebnis wird von der Ausgabereinheit 8 ausgegeben.

[0075] Eine Möglichkeit, Messungen mit Referenzdaten zu korrelieren, wird anschaulich in [Fig. 29](#) gezeigt, aber ist nicht darauf beschränkt. Das Schema aus [Fig. 29](#) beinhaltet das anfängliche Erlangen einer Frequenzkomponente $F(m)$, die den Daten 10 charakteristischer Größen in der Form gemessener Wellenformspektren, die die Bewegungen/Tätigkeiten des Beobachtungsobjekts 1 darstellen, entspricht, wobei die Daten 10 so normalisiert sind, dass sie den unten stehenden Ausdruck (1) erfüllen. Ähnlicherweise beinhaltet das Schema das Erhalten jeder Frequenzkomponente $G(m)$, die den zu korrelierenden Referenzdaten 11 entspricht und die so normalisiert ist, dass sie den unten stehenden Ausdruck (2) erfüllt.

$$\sum_{m=0}^n F(m) = 1,0 \quad \dots\dots\dots \text{(Ausdruck 1)}$$

$$\sum_{m=0}^n G(m) = 1,0 \quad \dots\dots\dots \text{(Ausdruck 2)}$$

[0076] Als Nächstes wird eine mittels des unten stehenden Ausdrucks (3) definierte Funktion $H(m)$ als eine die Korrelation zwischen den Daten 10 und 11 darstellende Funktion definiert.

$$H(m) = G(m) : (\text{wenn } F(m) > G(m), \text{ oder}) \\ = F(m) : (\text{wenn } F(m) \leq G(m)) \quad \dots\dots\dots \text{(Ausdruck 3)}$$

[0077] Die Funktion $H(m)$ weist auf Teile 290 in [Fig. 29](#) hin, bei denen die beiden Datenarten überlagert sind. Wenn die Funktion $H(m)$ den Ausdruck (4) unten erfüllt, wird eine Korrelation als existierend eingestuft.

$$\sum_{m=0}^n H(m) \geq \alpha \quad \dots\dots\dots \text{(Ausdruck 4)},$$

wobei $H(m)$ einen Maximalwert von 1,0 hat. Wenn daher die zu korrelierenden Daten identisch sein müssen, gilt dann $\alpha = 1,0$. Wenn die Daten nicht genau identisch sein müssen, um korreliert zu werden, dann wird α auf einen Wert gesetzt, der ein wenig kleiner als 1,0 ist. Wenn mehrere Referenzdatenteile auf Korrelation verglichen werden, wird der maximale Integralwert der Funktion $H(m)$ als die Bewegung/Tätigkeit des Beobachtungsobjekts 1 darstellend oder als ein Kandidat, dessen Potenzial mit dem Integralwert variiert, angesehen.

[0078] Im obigen Ausdruck (4) werden alle Frequenzkomponenten der beteiligten Spektren jeweils mit dem gleichen Gewicht versehen. Alternativ kann jede der Komponenten ein verschiedenes Gewicht haben. Wenn zum Beispiel irgendeine Bewegung ein besonderes Spektrum aufweist, kann der entsprechenden Komponente des Spektrums ein größeres Gewicht gegeben werden. Wenn Rauschen vorhanden ist, kann der mit dem Rauschen verbundenen Komponente ein geringeres Gewicht gegeben werden. Wenn $\beta(m)$ eine für jede Frequenzkomponente m spezifische Gewichtsfunktion ist, wird die die Korrelation repräsentierende Funktion $H(m)$ wie folgt definiert:

$H(m) = G(m)\beta(m)$: (wenn $F(m) > G(m)$), oder
 $= F(m)\beta(m)$: (wenn $F(m) \leq G(m)$)

(Ausdruck 5)

[0079] Auf diese Weise benutzt das Ausführungsbeispiel nicht bloß Zustandsänderungsmessungen zur Verwendung als Messwerte sondern unterzieht diese Messungen der Erkennungsverarbeitung, wodurch die Bewegungen/Tätigkeiten des Beobachtungsobjekts automatisch erkannt werden.

[0080] Bei diesem Ausführungsbeispiel ist eine kleine Anzahl von Zustandsänderungsmessinstrumenten (wenigstens eines bei diesem Ausführungsbeispiel) am Körper des Objekts befestigt. Diese Instrumente übertragen Messungen, die der Gegenstand beim Vorgang zur Erkennung der Gesamtbewegung des Beobachtungsobjekts sind. Das heißt, ein Minimum von beim Ausführungsbeispiel enthaltenen Messinstrumenten ermöglicht es, eine makroskopische Bewegung des gesamten Körpers des Objekts zu schätzen.

[0081] Ferner erfordert das Ausführungsbeispiel lediglich eine begrenzte Anzahl von Messinstrumenten, die am Körper des Objekts anzubringen sind. Dies erleichtert die körperlichen Lasten des Beobachtungsobjekts beträchtlich.

[0082] Die Übertragung des Bewegungs-/Tätigkeitszustands des Beobachtungsobjekts von einem Ort zu einem anderen ist beim Ausführungsbeispiel durch die Tatsache gekennzeichnet, dass das erkannte Ergebnis lediglich in jedem Bewegungs-/Tätigkeitszyklus übertragen zu werden braucht. Im Gegensatz zum herkömmlichen Aufbau, bei dem Messungen der Zustandsänderung (d.h. gemessene Werte jedes Messungszyklus) unverändert übertragen werden, kann die Datenmenge für die Übertragung verdichtet werden.

[0083] Beim obigen Ausführungsbeispiel verwendet die Extraktionseinheit **5** für charakteristische Größen die Fourier-Transformation als Frequenzanalyse. Die Erfindung ist jedoch nicht auf dieses Analyseverfahren beschränkt; Wavelet-Transformation, Zeit-Frequenz-Analyse oder jedes andere geeignete Frequenzanalyse-Schema kann implementiert werden, und die charakteristische Größe kann aus dem Ergebnis einer solchen Transformation extrahiert werden.

[0084] Wie die Frequenzanalyse mittels Wavelet-Transformation ausgeführt werden kann, wird nun unter Bezugnahme auf [Fig. 3](#) beschrieben. In [Fig. 3](#) stellt das Bezugszeichen **210** Beschleunigungsänderungen dar, die am Beobachtungsobjekt gemessen wurden, das im oberen Teil der Figur in Bewegung gezeigt ist. Die erhaltene Wellenform wird der Wavelet-Transformation unterzogen, aus der charakteristische Werte in verschiedenen Stufen (d.h. als Wavelet-Komponenten) entspringen. Zum Beispiel bringt eine Bewegung des "Gehens" charakteristische Werte **214** auf der Stufe C (**213**) hervor. Ähnlicherweise erzeugt eine "Hocken"-Bewegung charakteristische Werte **215** auf der Stufe A (**211**), und eine "Rennen"-Bewegung erzeugt charakteristische Werte **216** auf den Stufen B (**212**) und C (**213**). Bei diesem Ausführungsbeispiel stellen diese Werte für die jeweiligen Bewegungen charakteristische Größen dar, und die so erhaltenen charakteristischen Größen ermöglichen die Erkennung von Bewegungen/Tätigkeiten des Objekts.

[0085] Wenn Wavelet-Komponenten als charakteristische Größen verwendet werden, werden Korrelationen zwischen Messungen und den Referenzdaten auf die gleiche Weise wie in dem Fall erhalten, in dem Frequenzkomponenten als charakteristische Größen verwendet werden. Im letzteren Fall werden die Korrelationen von Frequenzkomponenten in Form von Frequenzkomponentenintensitäten im Gegensatz zu den Korrelationen von Wavelet-Komponenten erhalten, die in Form von zeitbasierten Intensitäten an jeder der verschiedenen Stufen erhalten werden. Darüber hinaus werden ebenfalls Korrelationen zwischen Stufen erhalten.

[0086] In Verbindung mit diesem Ausführungsbeispiel wurden die durch den Frequenzanalysevorgang auf der Basis von digitalisierten Signalen erhaltenen charakteristischen Größen erwähnt. Die Erfindung ist jedoch nicht beschränkt auf diese charakteristische Größe; jede andere Form von charakteristischen Größen kann verwendet werden, solange die Größe eine Bewegung oder Tätigkeit von einer anderen unterscheiden kann. Bei einem alternativen Aufbau können von den Messinstrumenten **2** und **3** ausgegebene analoge Signale zum Beispiel an eine aus mehreren Filterschaltungen zusammengesetzte Spektralanalyseeinrichtung gesendet werden. Die Spektralanalyseeinrichtung extrahiert Frequenzcharakteristiken aus den empfangenen analogen Signalen. Die Frequenzkomponenten in den extrahierten analogen Werten werden als die charakteristischen Größen angesehen, die von einer analogen Vergleichseinrichtung mit Frequenzkomponenten verglichen werden sollen. Auch dieser Aufbau bringt verwertbare Korrelationen hervor. Bei einer anderen Alternative kann eine Funktion mit einem vorgegebenen Grad an das Ausgabesignal eines Messinstruments angepasst werden. In diesem Fall können Kombinationen von in der Funktion enthaltenen Koeffizienten zum Darstellen charakteristischen Größen verwendet werden.

[0087] Während das Ausführungsbeispiel Korrelationen in seinem Bewegungs-/Tätigkeitserkennungsvorgang verwendet, kann Bewegungs-/Tätigkeitserkennung alternativ mittels eines neuronalen Netzwerkschemas implementiert werden, das das Korrelationserhaltungsschema ersetzt. Bei solch einem alternativen Aufbau wird die Signalverarbeitungseinheit **7** zur Bewegungs-/Tätigkeitserkennung von einem neuronalen Netzwerk gebildet.

[0088] Wenn die charakteristische Größen von Bewegungen/Tätigkeiten speichernde Datenbank **6** im gleichen Aufbau gebildet werden soll, werden im voraus extrahierte charakteristische Größen, die bekannte Bewegungen/Tätigkeiten beschreiben, als Lehrersignale in das neuronale Netzwerk gespeichert. Zur Bewegungs-/Tätigkeitserkennung extrahiert die Extraktionseinheit **5** für charakteristischen Größen eine charakteristische Größe aus den erhaltenen Messungen und gibt die extrahierte Größe der Signalverarbeitungseinheit **7**, die vom neuronalen Netzwerk gebildet wird, ein.

[0089] Während das obige Ausführungsbeispiel mit Messungen gezeigt wurde, die auf einer einzelnen Achse in der vertikalen Richtung des Objekts zum Zwecke der Vereinfachung und Illustration vorgenommen wurden, ist die Erfindung darauf nicht beschränkt. In anderen Richtungen vorgenommene Messungen wie etwa in Quer- und Längsrichtung gemessene Beschleunigungswerte können ebenfalls dem Vorgang der Extraktion charakteristischer Größen unterzogen werden. Die extrahierten Größen können einzeln oder in Kombination eingestuft und erkannt werden.

[0090] In Verbindung mit dem obigen Ausführungsbeispiel wurden Beschleunigungssensoren als ein typischer Sensor zum Erfassen von Änderungen in der Beschleunigung in der Höhenrichtung des menschlichen Körpers vorgestellt; die erfassten Beschleunigungsänderungen wurden der Extraktion charakteristischer Größen unterzogen. Alternativ kann das gleiche Merkmal der Beschleunigungserfassung mittels eines Geschwindigkeits- oder Positionssensors anstelle des Beschleunigungssensors implementiert werden. Das heißt, Beschleunigungsänderungen werden auf der Grundlage von Änderungen in der Geschwindigkeit oder Position berechnet (über lineare oder quadratische Differenziale).

[0091] Während das obige Ausführungsbeispiel charakteristische Größen aus Beschleunigungsänderungen extrahiert, ist die Erfindung darauf nicht beschränkt. Alternativ wird ein ähnliches Merkmal implementiert, in dem eine charakteristische Größe aus Geschwindigkeitsänderungen extrahiert und die extrahierte Größe mit den charakteristischen Größen korreliert wird, die im voraus aus bekannten Geschwindigkeitsänderungen extrahiert und in einer Datenbank gespeichert wurden. Wenn in dem alternativen Fall ein Beschleunigungssensor verwendet wird, wird ein quadratisches Differenzial zur Positionsberechnung ausgeführt; wenn ein Geschwindigkeitssensor verwendet wird, wird ein lineares Differenzial zur Positionsberechnung ausgeführt.

[0092] Bei dem obigen Ausführungsbeispiel wird angenommen, dass das Beobachtungsobjekt ein Mensch ist.

[0093] Alternativ können auch Tiere, Gelenkroboter und andere Objekte dem Vorgang der Bewegungs- und Tätigkeitserkennung unterzogen werden.

[0094] Während das obige Ausführungsbeispiel mit der Erkennung der Gesamtbewegung des Beobachtungsobjekts wie etwa des Gehens und Rennens gezeigt wurde, ist die Erfindung darauf nicht beschränkt. Alternativ kann ein Zustandsänderungsmessinstrument an einer bestimmten Stelle des Beobachtungsobjekts befestigt werden. Bei diesem Aufbau, der im Wesentlichen derselbe ist wie beim obigen Ausführungsbeispiel, werden Messungen der Zustandsänderung an der bestimmten Stelle vorgenommen. Eine charakteristische Größe wird aus der so gemessenen Zustandsänderung abgeleitet, so dass die Bewegung oder Bewegungen/Tätigkeiten dieser bestimmten Stelle erkannt werden können.

[0095] Zum Beispiel kann ein an einer Armbanduhr angebrachtes Zustandsänderungsmessinstrument zum Extrahieren einer charakteristischen Größe aus Änderungen im Zustand der Armbanduhr, die sich mit dem Arm des Objekts zusammen bewegt, verwendet werden. Die extrahierte charakteristische Größe wird mit charakteristischen Referenzgrößen verglichen, die im voraus aus bekannten Bewegungen der sich mit dem Arm bewegendes Armbanduhr gemessen wurden. Der Vergleich ermöglicht das Erkennen der Bewegung des Handgelenks oder von Bewegungen/Tätigkeiten. Ähnlicherweise kann ein Zustandsänderungsmessinstrument am Schuh oder der Socke des Objekts befestigt werden, um deren Bewegung oder Bewegungen/Tätigkeiten zu erkennen. Alternativ erlaubt ein auf einem Hut oder einer Brille angebrachtes Messinstrument die Erkennung der Bewegung des Kopfes oder von Bewegungen/Tätigkeiten.

[0096] Während beim obigen Ausführungsbeispiel gezeigt wurde, wie Gesamtbewegungen eines Teils des menschlichen Objekts bei solchen Aktivitäten wie Gehen und Rennen adressiert wurden, ist die Erfindung darauf nicht beschränkt. Alternativ kann ein Zustandsänderungsmessinstrument nicht am menschlichen Objekt sondern an einem vom menschlichen Objekt bedienten Gerät befestigt werden, wobei der Aufbau des Ausführungsbeispiels weiterhin verwendet wird. In diesem Fall werden Änderungen im Zustand des vom menschlichen Objekt bedienten Geräts gemessen. Eine charakteristische Größe wird aus den so gemessenen Zustandsänderungen extrahiert und dazu verwendet, Erkennung der Bewegungen oder Tätigkeiten des fraglichen Geräts zu erlauben.

[0097] Zum Beispiel können ein Füllfederhalter, ein Bleistift oder ein Eingabegerät eines Computersystems (z.B. eine Maus) mit einem Zustandsänderungsmessinstrument ausgestattet werden. Das Instrument extrahiert eine charakteristische Größe aus den gemessenen Änderungen im Zustand des fraglichen Geräts. Die extrahierte charakteristische Größe kann zum Beispiel mit im voraus eingerichteten charakteristischen Größen verglichen werden, die aus bekannten Briefen oder Zeichnungen ebenso wie aus bekannten Unterschriften abgeleitet wurden. Der Vergleich erlaubt die Erkennung von Briefen, Zeichnungen und/oder Unterschriften.

[0098] Unter Bezugnahme auf [Fig. 4](#) und 5A, 5B und 5C wird unten ein anderes Ausführungsbeispiel der Erfindung beschrieben, bei dem eine variierende Geschwindigkeit des sich bewegenden Objekts erkannt wird.

[0099] Wenn sich Menschen oder Tiere bewegen, zum Beispiel gehen, variiert im Allgemeinen der Bewegungstakt (langsames Gehen, zügiges Gehen, usw.). Das bedeutet, dass die für das Ausführen jedes Schrittes im Falle des Gehens erforderliche Zeit variiert. Diese Zeitvariation bringt Frequenzänderungen mit sich. Daraus folgt, dass Messungen einer Bewegung, wenn sie mit im voraus eingerichteten aus bekannten Bewegungen abgeleiteten charakteristischen Größen verglichen werden, korrekt oder nicht korrekt erkannt werden können. Das vorliegende Ausführungsbeispiel soll dieses potenzielle Problem lösen.

[0100] Wie in [Fig. 4](#) gezeigt weist eine Erkennungsvorrichtung dieses Ausführungsbeispiels der Erfindung eine zusätzlich zwischen dem A/D-Wandler **4** und der Extraktionseinheit **5** für charakteristische Größen der Vorrichtung aus [Fig. 1](#) eingefügte Normalisierungseinheit **221** auf. Die Normalisierungseinheit **221** nimmt Messungen der zu messenden Operationszeit vor und führt Normalisierung auf der Grundlage der gemessenen Operationszeit durch.

[0101] Beim vorliegenden Ausführungsbeispiel wird die erforderliche Bewegungszeit, die einen Zyklus der zu messenden Bewegung (z.B. Gehen) bezeichnet, wie durch Bezugszeichen **222** in [Fig. 5A](#) angegeben definiert. Eine beobachtete Wellenform wird zur Frequenzanalyse mittels einer Fensterfunktion mit einer längeren Zeit als der für einen einzelnen Schritt erforderlichen partitioniert. Dies liefert, wie in [Fig. 5B](#) dargestellt, ein Grundfrequenzspektrum **224**, das einen Schritt des Gehens darstellt. In diesem Kontext bedeutet eine variierende Bewegungsgeschwindigkeit, dass sich das Spektrum **224** quer verschiebt.

[0102] Beim vorliegenden Ausführungsbeispiel misst die Normalisierungseinheit **221** die erforderliche Zeit der fraglichen Bewegung nach der Analog-Digital-Signalwandlung durch den A/D-Wandler **4**. Wenn insbesondere die Bewegung zyklisch ist, wird die dafür erforderliche Zeit aus der oben erwähnten Grundfrequenz (d.h. erforderliche Bewegungszeit **222**) erhalten. Wenn die Bewegung wie im Fall des Hockens nicht zyklisch ist, wird die erforderliche Operationszeit aus den Längen der Kanten **219** und **220** der Beschleunigungsänderungen in [Fig. 3](#) oder aus dem Abstand zwischen Signalen **217** und **218** (auf Stufe A bei diesem Beispiel) in der Wavelet-Transformation erhalten.

[0103] Charakteristische Größen werden durch Partitionieren der beobachteten Wellenform in Einheiten der für die fragliche Bewegung erforderlichen Operationszeit normalisiert. Das normalisierte Ergebnis wird der Frequenzanalyse wie in [Fig. 5C](#) gezeigt unterzogen. Dieser Vorgang wird Zeitausrichtung genannt, die ebenfalls mittels einer sogenannten zeitelastischen Funktion implementiert werden kann.

[0104] In dem aus der Normalisierung resultierenden Spektrum tritt ein Grundfrequenzspektrum **225** der Bewegung in einer in [Fig. 5C](#) gezeigten Oberwelle erster Ordnung auf. Das Spektrum **225** wird erhalten, indem harmonische Komponenten, die aufeinanderfolgend im Spektrum **224** auftreten, parallel translatiert werden, so dass das Spektrum **224** zu einer Oberwelle erster Ordnung wird. Der gleiche Effekt kann daher erhalten werden, wenn das Spektrum aus [Fig. 5B](#) zuerst als eine charakteristische Größe erhalten wird und dann wie dargestellt durch parallele Translation korrigiert wird. Im Ergebnis repräsentiert die Abszissenachse in [Fig. 5C](#) Frequenzen bezüglich eines einzelnen Schrittes beim Gehen.

[0105] Der oben beschriebene Normalisierungsprozess wird in zwei Fällen ausgeführt: wenn die die charakteristischen Größen bekannter Bewegungen/Tätigkeiten speichernde Datenbank **6** vorbereitet wird und wenn eine beobachtete Wellenform durch die Verwendung der Referenzdaten in der Datenbank **6** erkannt wird.

[0106] Bei diesem Ausführungsbeispiel empfängt die Signalverarbeitungseinheit **7** eine charakteristische Größe, die unabhängig von der Operationszeit ist und die jede Bewegung beschränkt. Dies ermöglicht es, frei von der betreffenden Operationszeit korrekte Bewegungserkennung durchzuführen. Die gemessene Operationszeit ermöglicht es, wenn sie ausgegeben wird, dass detailliertere Tätigkeiten wie etwa langsames Gehen und zügiges Gehen voneinander unterschieden werden können.

[0107] Unter Bezugnahme auf [Fig. 6](#) wird unten ein anderes Ausführungsbeispiel beschrieben, das sich auf Anwendungen richtet, bei denen die Bewegungsgeschwindigkeit variiert.

[0108] Dieses Ausführungsbeispiel besteht in einer Erkennungsvorrichtung, die wie in [Fig. 6](#) gezeigt eine zwischen dem A/D-Wandler **4** und der Extraktionseinheit **5** für charakteristische Größen eingefügte Expansions- und Kontraktionseinheit **231** sowie eine zwischen dem A/D-Wandler **4** und der Datenbank **6** für charakteristische Größen der Vorrichtung in [Fig. 6](#) eingefügte andere Extraktionseinheit **5** für charakteristische Größen aufweist. Die Expansions- und Kontraktionseinheit **231** extrahiert und kontrahiert gemessene Wellenformen. Die Datenbank **6** für charakteristische Größen ist auf die gleiche Weise wie beim Ausführungsbeispiel aus [Fig. 1](#) aufgebaut.

[0109] Beim Ausführungsbeispiel aus [Fig. 6](#) wird die Expansions- und Kontraktionseinheit **231** dazu verwendet, gemessene Wellenformen zu modifizieren, wenn es möglich ist, solche Wellenformen zu erkennen. Genauer gesagt expandiert und kontrahiert die Expansions- und Kontraktionseinheit **231** die Zeitbasis einer gemessenen Wellenform wie erwünscht. Die Zeitbasis zu expandieren bedeutet die Operationszeit der fraglichen Bewegung zu verlängern; die Zeitbasis zu kontrahieren bedeutet die Operationszeit der Bewegung zu verkürzen. Der Expansions- und Kontraktionsvorgang wird mittels verschiedener vorgegebener Expansions- und Kontraktionsparameter durchgeführt. Danach extrahiert die Extraktionseinheit **5** für charakteristische Größen eine charakteristische Größe aus dem Ergebnis der Verarbeitung, die jeden der Parameter verwendet hat. Die so extrahierte charakteristische Größe wird an die Signalverarbeitungseinheit **7** zur Erkennungsverarbeitung gesendet.

[0110] Die Signalverarbeitungseinheit **7** empfängt charakteristische Größen, die eine Anzahl von zeitlich expandierten oder kontrahierten Wellenformen repräsentieren, die aus der gemessenen Wellenform abgeleitet wurden. Von den empfangenen charakteristischen Größen wird die Größe, die die Bewegung mit dem höchsten Grad an Korrelation repräsentiert, als das erkannte Ergebnis ausgegeben. Das Expansions-Kontraktionsverhältnis, das verwendet wurde, wird gleichzeitig ausgegeben. Dies ermöglicht es zusätzlich, eine Differenz zwischen der Operationszeit der fraglichen Bewegung und der der entsprechenden in der Datenbank **6** für charakteristische Größen gehaltenen Bewegung zu erkennen.

[0111] Das Ausführungsbeispiel aus [Fig. 6](#) bietet den Vorteil, dass es korrekte Erkennung erlaubt, wenn die Geschwindigkeit der Zielbewegung variiert. Ein anderer Vorteil dieses Ausführungsbeispiels ist dessen Fähigkeit, die Operationszeit (d.h. Geschwindigkeit) der fraglichen Bewegung zu erkennen.

[0112] Während beim Ausführungsbeispiel aus [Fig. 6](#) das Expandieren und Kontrahieren der Zeitbasis der beobachteten Wellenform gezeigt wurde, ist die Erfindung darauf nicht beschränkt. Alternativ können andere Charakteristiken der beobachteten Wellenform für Erkennungszwecke expandiert und kontrahiert werden, solange die zu erkennenden für die Bewegung charakteristischen Größen nicht übermäßig verändert werden. Zum Beispiel kann die Signalintensität der beobachteten Wellenform für die Erkennungsverarbeitung expandiert und kontrahiert werden. Bei erfolgreicher Erkennung kann das Expansions-Kontraktionsverhältnis, das beim Vorgang verwendet wurde, gleichzeitig angezeigt werden.

[0113] Ein anderes Ausführungsbeispiel der Erfindung wird unter Bezugnahme auf [Fig. 7](#) unten beschrieben. Dieses Ausführungsbeispiel wählt mehrere charakteristische Größen aus und setzt sie in eine neue charakteristische Größe für die Erkennungsverarbeitung zusammen.

[0114] Im Erkennungsvorgang der Ausführungsbeispiele aus den [Fig. 1](#), [Fig. 4](#) und [Fig. 6](#) wird eine Korrelation zwischen einer gemessenen charakteristischen Größe und einer im voraus eingerichteten charakteristischen Größe, die aus denen in der Datenbank gewählt wird, erkannt. Im Gegensatz dazu erkennt das Ausführungsbeispiel aus [Fig. 7](#) mehrere charakteristische Größen in Kombination.

[0115] Wenn Leute gehen, kann ihr Verhalten unterschiedlich sein sie können "mit ihrer Hand während des Gehens winken", "in einem fahrenden Zug gehen" oder auf eine andere Weise eine Kombination von Bewegungen gleichzeitig vollziehen. Bei den vorhergehenden Ausführungsbeispielen wird jede Kombination gleichzeitiger Bewegungen (z.B. Gehen in einem fahrenden Zug) kollektiv als eine einzelne Bewegung betrachtet. In solchen Fällen müssen die charakteristischen Größen der Bewegung als ganzer extrahiert und in der Datenbank **6** für Bewegungen/Tätigkeiten gespeichert werden. In Bezug auf Bewegungsfrequenz kann die Bewegung des "mit einer Hand Winkens während des Gehens" jedoch als eine Kombination der Bewegungen "Gehen" und "Winken" betrachtet werden, deren charakteristische Größen einander überlagert sind. Ähnlicherweise kann die Bewegung "Gehen in einem fahrenden Zug" als eine Kombination der "Bewegung des Zugs" und der Bewegung "Gehen" betrachtet werden, deren charakteristische Größen einander überlagert sind.

[0116] Beim Ausführungsbeispiel aus [Fig. 7](#) werden die Bewegungen mit ihren einander überlagerten charakteristischen Größen für die Bewegungs-/Tätigkeitserkennung wie folgt verarbeitet: Anfangs wählt das Ausführungsbeispiel beim Erkennungsvorgang einander zu überlagernde charakteristische Größen A (**301** in [Fig. 7](#)), B (**302**) und C (**303**) aus. Die drei Größen A, B und C entsprechen denen des "Gehens", "Winkens" und der "Bewegung des Zugs" im vorhergehenden Beispiel.

[0117] Die charakteristischen Größen A, B und C werden dann einem Übereinanderlegungsvorgang in einer Zusammensetzungseinheit **304** für charakteristische Größen unterzogen. Wenn charakteristische Größen zum Beispiel durch Frequenzanalyse erhalten werden, beinhaltet der Übereinanderlegungsvorgang das Legen eines Frequenzspektrums über ein anderes.

[0118] Schließlich wird eine aus dem Übereinanderlegungsvorgang abgeleitete neue charakteristische Größe (A + B + C) mit der charakteristischen Größe **10** korreliert, die einem gemessenen Signal entspricht, das von der Extraktionseinheit **5** für charakteristische Größen extrahiert wurde. Die Signalverarbeitungseinheit **7** führt einen Bewegungs-/Tätigkeitserkennungsvorgang, der auf dem Ergebnis der Korrelation basiert, durch. Das erkannte Ergebnis wird von der Ausgabereinheit **8** ausgegeben.

[0119] Beim obigen Übereinanderlegungsvorgang wird die neu erzeugte charakteristische Größe Q durch den folgenden Ausdruck definiert:

$$Q = A + B + C \quad (\text{Ausdruck 6})$$

[0120] Alternativ kann jede charakteristische Komponentengröße wie folgt geeignet gewichtet werden (d.h. mit verschiedenen Intensitäten):

$$Q = \alpha A + \beta B + \gamma C \quad (\text{Ausdruck 7})$$

wobei die Symbole α , β und γ die Gewichte der jeweiligen charakteristischen Größen darstellen.

[0121] Wie beschrieben ist das Ausführungsbeispiel aus [Fig. 7](#) dazu fähig, mehrere charakteristische Größen in eine neue charakteristische Größe im Erkennungsvorgang zu kombinieren. Dieses Merkmal ermöglicht es, komplizierte Bewegungen/Tätigkeiten mit diversen charakteristischen Größen zu erkennen.

[0122] Unter Bezugnahme auf [Fig. 8](#) wird unten ein anderes Ausführungsbeispiel der Erfindung beschrieben, bei dem mehrere Zustandsänderungsmessinstrumente verwendet werden.

[0123] Beim Ausführungsbeispiel aus [Fig. 1](#) wurde das Zustandsänderungsmessinstrument an der Position der Taille **31** des Objekts in [Fig. 8](#) befestigt, und Messungen wurden entlang einer Achse **32** (d.h. in der Höhenrichtung des Körpers) vorgenommen. Bei diesem Aufbau konnte lediglich die Zustandsänderung in der Höhenrichtung des Körpers gemessen werden. Es wird angenommen, dass der Schwerpunkt des menschlichen Körpers ungefähr an der Position der Taille liegt. Wenn daher ein stehender Mann seine Hand hebt, bewegt sich die Position der Taille leicht in die Richtung, die der entgegengesetzt ist, in der die Hand erhoben wird. Um solch eine Taillenbewegung zu beobachten, ist es erforderlich, ein weiteres Messinstrument zum Messen der Zustandsänderung in der Richtung einer Achse **34** einzubauen. Wenn das Objekt seinen Kopf nach vorne oder nach hinten neigt, muss ähnlicherweise noch ein weiteres Messinstrument in der Richtung einer Achse **33** installiert werden. Um ferner Drehungen der Taille zu messen, ist es erforderlich, ein weiteres Messinstrument in der Rotationsrichtung **37** entlang der Achse **32** einzurichten. Für eine noch detailliertere Datenerhebung ist es notwendig, zusätzlich Bewegungen **36** des linken Ellenbogens **35** zu messen.

[0124] In der Darstellung wird beim Beobachtungsobjekt eine Hauptbewegung wie "Gehen" oder "Rennen" entlang der Achse **32** erkannt und detailliertere Bewegungen wie etwa "Erheben der rechten Hand", "Neigen des Kopfes" und "Drehen der Taille" werden ebenfalls entlang der Achsen **33** und **34** ebenso wie in Rotationsrichtung **37** um die Achse **32** erkannt. Die so vorgenommenen Messungen erlauben Erkennung solch komplizierter Bewegungen/Tätigkeiten wie "Heben der rechten Hand während des Gehens", "Neigen des Kopfes während des Rennens" und "Drehen der Taille beim Aufstehen".

[0125] Wie beschrieben beinhaltet das Ausführungsbeispiel aus [Fig. 8](#) mehrere am Beobachtungsobjekt befestigte Zustandsänderungsmessinstrumente und kombiniert durch die jeweiligen Instrumente gemessene und erkannte Ergebnisse. Auf diese Weise kann das Ausführungsbeispiel detailliertere Bewegungen und Tätigkeiten des Beobachtungsobjekts erkennen.

[0126] Obwohl das Ausführungsbeispiel aus [Fig. 8](#) unter Betonung auf seine Fähigkeit zum Detektieren räumlicher Bewegungen verschiedener Teile des menschlichen Körpers beschrieben wurde, ist die Erfindung in Bezug darauf, wo Messinstrumente installiert werden oder welche Arten von Zustandsänderungen gemessen werden können, nicht darauf beschränkt. Zum Beispiel können Messinstrumente an verschiedenen Teilen des Gesichts des menschlichen Objekts befestigt werden, um deren Bewegungen als eine Zustandsänderung, die den Wechsel von Gesichtsausdrücken repräsentiert, zu überwachen. Ferner kann eine Variation der Erfindung, anstatt räumliche Bewegungen verschiedener Teile des Gesichts oder Körpers des Objekts zu detektieren, Messinstrumente auf solch eine Weise verwenden, dass Muskelbedingungen, die solche Zustandsänderungen erzeugen, direkt detektiert werden.

[0127] Ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung wird unten unter Bezugnahme auf [Fig. 9](#) beschrieben. Dieses Ausführungsbeispiel ist ein Erkennungssystem, das charakteristische Größen von Bewegungen/Tätigkeiten des Beobachtungsobjekts in einer generalisierten Weise unter Verwendung von anderen physikalischen Größen als Beschleunigung und von biologischen Daten wenn nötig beurteilt, wodurch die Bewegungen/Tätigkeiten des Objekts erkannt werden.

[0128] Das die Erfindung wie in [Fig. 9](#) dargestellt ausführende Erkennungssystem umfasst anschaulicherweise: Erkennungsgeräte **401** bis **404** zum Durchführen von Erkennungsverarbeitung auf der Grundlage verschiedener Daten, die von am Beobachtungsobjekt befestigten Messinstrumenten gemessen wurden; ein Erkennungsgerät **405** zum Durchführen eines Gesamterkennungsvorgangs, das die erkannten Ergebnisse von den davor angeordneten Erkennungsgeräten integriert sowie eine Ausgabeeinheit **8** zum Ausgeben des letztlichen Ergebnisses der Erkennung.

[0129] Das Erkennungsgerät **401** ist ein Gerät das Erkennungsverarbeitung wie das des Ausführungsbeispiels in [Fig. 1](#) auf der Grundlage von einem Beschleunigungssensor gelieferten Beschleunigungsdaten durchführt. Der Beschleunigungssensor ist am Beobachtungsobjekt befestigt.

[0130] Das Erkennungsgerät **402** führt seinen Erkennungsvorgang auf der Grundlage von Geschwindigkeitsdaten durch. Zum Beispiel empfängt das Erkennungsgerät **402** Änderungen in der Geschwindigkeit des Beobachtungsobjekts (z.B. eines Menschen) und beurteilt, ob das Objekt etwa in einem Fahrzeug geht oder sich bewegt.

[0131] Das Erkennungsgerät **403** führt seinen Erkennungsvorgang auf der Grundlage von Positionsdaten aus. Im Betrieb erkennt das Erkennungsgerät **403** die Tätigkeit des Beobachtungsobjekts beim Empfang von Daten darüber, wo das Beobachtungsobjekt positioniert ist oder welche Bahn das sich bewegende Objekt zeichnet.

[0132] Das Erkennungsgerät **404** führt Erkennungsverarbeitung auf der Basis von biologischen Daten aus. Biologische Daten beinhalten Pulszahl, Blutdruck, Körpertemperatur, Blutzuckerwert, Atmung, Elektromyogramm, Elektrokardiogramm, Blutfluss und Elektroencephalogramm. Wenn das Beobachtungsobjekt ein Mensch ist, variieren die biologischen Daten in Abhängigkeit von seiner Tätigkeit. Das Erkennungsgerät **404** erkennt die Umstände, in denen der Mensch platziert ist, indem es variierende biologische Daten empfängt. Wenn das Objekt zum Beispiel eine körperliche Übung ausführt, steigen sowohl die Pulszahl als auch die Atmung an. Unterschiede in der Körperhaltung können beurteilt werden, indem eine geeignete Stelle ausgewählt wird, an der der Blutdruck gemessen wird. Das Ausmaß an körperlicher Aktivität, mentaler Form und körperlicher Fitness können durch Temperaturänderungen beurteilt werden. Ein Elektroencephalogramm verrät, ob das Objekt wach ist oder nicht. Körperliche Fitness kann ebenfalls mittels des Blutzuckerwerts beurteilt werden. Der Zustand des Körpers bezüglich körperlicher Tätigkeit kann durch Änderungen im Elektromyogramm

beurteilt werden.

[0133] Die Erkennungsgeräte **402**, **403** und **404** beobachten gemessene Daten in der Form von Wellenformen. Die Wellenformen werden vom analogen zum digitalen Format gewandelt. Auf die gleiche Weise, wie das Erkennungsgerät **401** die charakteristische Größe der Beschleunigung erlangt, extrahieren die Geräte **402**, **403** und **404** charakteristische Größen aus ihren jeweiligen digitalisierten Signalen. Die extrahierten charakteristischen Größen werden zur Bewegungserkennung verarbeitet.

[0134] Wenn sie einzeln agieren, können die Erkennungsgerät **401** bis **404** mehrdeutige Ergebnisse aus ihren Erkennungsvorgängen erhalten und können daher unter inkorrektur Erkennung leiden.

[0135] Dieses mögliche Problem wird durch das Ausführungsbeispiel aus [Fig. 9](#) umgangen, das das Erkennungsgerät **405** verwendet, das die erkannten Ergebnisse der Geräte **401** bis **404** für die Gesamtbeurteilung der Bewegungen/Tätigkeiten des Objekts integriert. Das schließlich erkannte Ergebnis wird durch die Ausgabereinheit **8** ausgegeben.

[0136] Wie beschrieben implementiert das Ausführungsbeispiel aus [Fig. 9](#) eine auf den erkannten Ergebnissen von mehreren Messeinheiten basierende Gesamtbeurteilung, wodurch ein genaueres Erkennungsergebnis erhalten wird.

[0137] Ein anderes Ausführungsbeispiel der Erfindung wird unter Bezugnahme auf [Fig. 10](#) und [Fig. 11](#) unten beschrieben. Dieses Ausführungsbeispiel ist ein Erkennungsgerät, das die Erkennung der Bewegungen und Tätigkeiten des Objekts mit der Erkennung der Position des sich bewegendes Objekts kombiniert. [Fig. 10](#) ist ein Blockdiagramm dieses Ausführungsbeispiels, und [Fig. 11](#) ist eine erklärende Ansicht, die zeigt, wie Positionen von diesem Ausführungsbeispiel gemessen werden.

[0138] Wie in [Fig. 10](#) gezeigt weist das die Erfindung ausführende Erkennungsgerät eine dem Aufbau in [Fig. 1](#) zugefügte Positionsmesseinheit **41** auf, die Positionen des Beobachtungsobjekts **1** misst. In den Aufbauten von [Fig. 10](#) und [Fig. 1](#) bezeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche oder entsprechende Teile, und auf deren Beschreibungen wird hier verzichtet, wenn sie redundant sind.

[0139] Die Positionsmesseinheit **41** wird beispielsweise mittels eines zellularen Systems implementiert, das kurz beschrieben werden wird. Ein anderes Positionierungssystem, das bei der Erfindung verwendet werden kann, ist das, bei dem das Objekt **1** mit einem ein Funksignal übertragenden Transmitter ausgestattet ist. Das Signal wird von mehreren an verschiedenen Punkten angeordneten Empfängern empfangen, und die empfangenen Signale werden verarbeitet, um die Position der Signalquelle zu finden. Bei einem anderen alternativen Positionierungssystem zur Verwendung bei der Erfindung werden Funksignale von mehreren Referenzsignalquellen empfangen, und die empfangenen Signale werden verarbeitet, um die Position des Beobachters zu finden (GPS, Omega, LORAN, Decca usw.). Bei noch einem anderen alternativen Positionierungssystem können Laser, Magnetfelder und/oder Ultraschallwellen zum Positionieren verwendet werden. Jedes dieser Positionierungssysteme kann in Verbindung mit dem Ausführungsbeispiel verwendet werden, um den beabsichtigten Zweck zu erfüllen.

[0140] Das in [Fig. 11](#) dargestellte zellulare System zur Verwendung mit dem Ausführungsbeispiel aus [Fig. 10](#) ist eines, bei dem mehrere Antennen **51** in jeder von mehreren Zellen oder Zonen genannten Bereichen **50** angeordnet sind. Kommunikation über eine Antenne **51** ist auf eine der Antenne entsprechende Zelle **50** beschränkt. Die Kommunikation von innerhalb einer benachbarten Zelle erfordert das Schalten auf die Antenne dieser Zelle. Bei diesem System ist jede Zelle, in der kommuniziert wird, so klein, dass die einen Signaltransmitter umfassende Zone lokalisiert werden kann, indem die momentan kommunizierende Antenne isoliert wird. Bei diesem Beispiel sind die Zellen mit 1-1 bis 3-3 nummeriert, und den Beobachtungsobjekten sind die Nummern **52**, **53** und **54** zugeordnet.

[0141] Bei diesem Ausführungsbeispiel wird angenommen, dass jedes Objekt mit den Messinstrumenten **2** und **3** ebenso wie den Prozessoren **4** bis **7** von den Komponenten in [Fig. 10](#) ausgestattet ist und dass das erkannte Ergebnis von der Signalverarbeitungseinheit **7** über das zellulare System übertragen wird. Das heißt, die Positionsmesseinheit **41** dieses Ausführungsbeispiels wird durch Kombinieren eines Transmitters und eines Empfängers implementiert. Der Transmitter wird verwendet, um das erkannte Ergebnis an die Antenne der Zelle zu übertragen, zu der das Beobachtungsobjekt **1** gehört, und der Empfänger wird dazu eingesetzt, das über diese Antenne übertragene erkannte Ergebnis zu empfangen.

[0142] Die Tätigkeit des Objekts **52** (Hocken in diesem Beispiel) wird mit derselben Technik erkannt wie der in Verbindung mit dem Ausführungsbeispiel aus [Fig. 1](#) beschriebenen. Das erkannte Ergebnis wird über die Antenne der Zelle 1-1 gesendet. Dies erlaubt, dass das Objekt **52** als innerhalb der Zelle 1-1 "hockend" erkannt wird. Ähnlicherweise wird das Objekt **53** als innerhalb der Zelle 2-2 "rennend" erkannt, und das Objekt **54** wird als in der Zelle 3-2 "gehend" erkannt.

[0143] Wie beschrieben erlaubt das Ausführungsbeispiel aus [Fig. 10](#) die Erkennung davon, wo die Beobachtungsobjekte momentan positioniert sind und was ihre momentanen Bewegungen/Tätigkeiten sind.

[0144] Ein anderes Ausführungsbeispiel der Erfindung wird unten unter Bezugnahme auf [Fig. 12](#) bis [Fig. 14](#) beschrieben. Dieses Ausführungsbeispiel ist ein Erkennungssystem, das dazu fähig ist, die Tätigkeit und den Arbeitszustand des Beobachtungsobjekts ebenso wie die Umgebung und Position, an der das Objekt platziert ist, zu schätzen.

[0145] Wie in [Fig. 12](#) gezeigt umfasst das die Erfindung ausführende Erkennungssystem: ein Erkennungsgerät **61** zum Erkennen einer einzelnen Bewegung/Tätigkeit; eine Speichereinheit **62** zum Speichern einer Historie erkannter Bewegungen/Tätigkeiten; eine Speichereinheit **63** zum Beherbergen einer zuvor vorbereiteten Datenbank assoziativer Muster; eine assoziative Verarbeitungseinheit **64** zur assoziativen Bestimmung oder zum Schätzen der Tätigkeit oder des Arbeitszustands des Objekts oder der Umgebung, in der das Objekt platziert ist, durch die Verwendung von Daten in den Speichereinheiten **62** und **63**; und eine Ausgabereinheit **65** zum Ausgeben der assoziierten oder geschätzten Ergebnisse.

[0146] Das Erkennungsgerät **61** zur Bewegungs-/Tätigkeitserkennung ist mit denen der Ausführungsbeispiele aus den [Fig. 1](#) und [Fig. 10](#) strukturell identisch. Das vorliegende Ausführungsbeispiel benötigt jedoch keine Ausgabereinheit **8** der vorhergehenden Ausführungsbeispiele. Wie oben dargestellt erkennt das Erkennungsgerät **61** lediglich eine Bewegung/Tätigkeit, die innerhalb eines gewissen Zeitraums auftritt. Als solches ist das Ausführungsbeispiel nicht dazu geeignet, aus mehreren akkumulierten Bewegungen/Tätigkeiten zusammengesetzte Arbeit zu erkennen.

[0147] Das Ausführungsbeispiel aus [Fig. 12](#) platziert daher jede vom Erkennungsgerät erkannte Bewegung oder Tätigkeit in der Speichereinheit **62**, die eine Historie von Bewegungen/Tätigkeiten speichert. In der Speichereinheit **62** werden die Bewegungen und Tätigkeiten wie bei den Daten **71** in [Fig. 13](#) angeordnet und aufgezeichnet.

[0148] Die gespeicherten Geschichtsdaten **71** werden von der assoziativen Verarbeitungseinheit **64** unter Bezugnahme auf die gespeicherten Muster in der Speichereinheit **63** für assoziative Muster überwacht. Ein assoziatives Muster ist ein Muster, das die Korrespondenz zwischen einer Kombination mehrerer Bewegungen einschließlich unerkennbarer Bewegungen auf der einen Seite und einer mit dieser Kombination von Bewegungen verknüpften Aufgabe wie in [Fig. 14](#) gezeigt angibt.

[0149] Nun wird erklärt, wie das Ausführungsbeispiel aus [Fig. 12](#) funktioniert, indem ein Beispiel einer von einem Wartungsingenieur in einer Fabrik erledigten Inspektionsarbeit genommen wird. Diese in jeder Zone (Bereich) der Fabrik erforderliche Art von Inspektionsarbeit ist in ihrem Umfang beträchtlich eingeschränkt. Das heißt, eine kleine Anzahl von Bewegungen/Tätigkeiten in Kombination sind ausreichend, um den Inhalt der Arbeit zu schätzen. Ein Muster **81** in [Fig. 14](#) stellt ein typisches Sortiment von Bewegungen wie etwa "eine Leiter besteigen", "Gehen" und eine "unerkennbare Bewegung" dar. Die unerkennbare Bewegung in diesem Fall ist eine Bewegung, deren Vorliegen erfasst wird, die aber zu kompliziert ist, um vom Erkennungsgerät **61** erkannt zu werden.

[0150] Wenn beim Beispiel aus [Fig. 14](#) die einzige verbleibende Aufgabe, die denkbarerweise noch ausgeführt werden muss, nachdem der Wartungsingenieur die Leiter bestiegen hat, eine Steuerpultoperation ist, dann wird die "unerkennbare" Bewegung als Steuerpultoperation geschätzt. Darüber hinaus erlaubt es die erkannte Bewegung des "Besteigens der Leiter", die Umgebung, in der das Objekt (d.h. der Wartungsingenieur in der Fabrik) platziert ist, als einen erhöhten Ort einzuschätzen. Die daher durch Assoziation oder durch Schätzung auf der Grundlage der Folge von Bewegungen "Besteigen der Leiter", "Gehen" und "unerkennbare Bewegung" erkannte Aufgabe wird als die Steuerpultoperation an dem erhöhten Ort definiert. Ähnlicherweise kann ein Bewegungsmuster **83**, das Bewegungen des "Hinabsteigens einer Treppenstufe", "Gehens", "Hockens" und "unerkennbare Bewegung" mittels Assoziation als "eine Ventiloperation auf dem Boden" erkannt werden.

[0151] Unter Bezugnahme auf solche assoziativen Muster überwacht die assoziative Verarbeitungseinheit **64** durchgängig die Speichereinheit **62**, die die Historie von Bewegungen/Tätigkeiten speichert. Wenn zum Beispiel dasselbe Bewegungsmuster wie das Muster **81** in den überwachten Daten auftritt, wie in einem Segment A (**72**) in [Fig. 7](#), dann gibt die assoziative Verarbeitungseinheit **64** ein erkanntes Ergebnis aus, das angibt, dass das Objekt **1** "eine Steuerpultoperation an einem erhöhten Ort" ausführt. Da in einem Segment B (**73**) das gleiche Bewegungsmuster wie das assoziative Muster **83** auftritt, wird ähnlicherweise erkannt, dass das Objekt in diesem Segment "eine Ventiloperation auf dem Boden" ausführt.

[0152] Nicht nur der Inhalt der Arbeit sondern auch deren Position können von diesem Ausführungsbeispiel identifiziert werden. Zum Beispiel sei angenommen, dass das Erkennungsgerät in [Fig. 10](#) als das Erkennungsgerät **61** verwendet wird und das zellulare System in [Fig. 11](#) als die Positionsmesseinheit **41** verwendet wird. In solch einem Fall ist die Genauigkeit der Positionsmessung notwendigerweise grob; lediglich die Zone, in der sich das Objekt befindet, wird identifiziert. Wenn dieser Aufbau jedoch mit diesem Ausführungsbeispiel kombiniert wird und wenn der Platz, an dem "eine Steuerpultoperation an einem erhöhten Ort" erfolgt, auf eine einzelne Stelle innerhalb der fraglichen Zone beschränkt ist, dann führt die Erkennung, dass das Objekt "eine Steuerpultoperation an einem erhöhten Ort" ausführt, zur Identifizierung der exakten Position des Objekts, an der die Steuerpultoperation an dem erhöhten Ort ausgeführt wird.

[0153] Wie beschrieben bietet das Ausführungsbeispiel aus [Fig. 12](#) den Vorteil, dass die Tätigkeit und der Arbeitszustand des Objekts ebenso wie die Umgebung, in der das Objekt platziert ist, mittels einer Historie mehrfacher Bewegungen und Muster von kombinierten Bewegungen erkannt wird.

[0154] Darüber hinaus ermöglicht es das Ausführungsbeispiel, von herkömmlichen Verfahren der Wellenform-basierten Erkennung bisher unerkannte Bewegungen zu schätzen. Eine herkömmlicherweise unerkennbare Bewegung kann geschätzt werden, indem auf eine geeignete Historie von Bewegungen und auf die Inhalte der Aufgaben, die in dem geeigneten Kontext stattfinden sollten, zurückgegriffen wird.

[0155] Wenn Orte vorgegeben sind, an denen bestimmte Aufgaben anzunehmenderweise ausgeführt werden sollen, kann das Ausführungsbeispiel diese Arbeit von vom Objekt erledigter Arbeit erkennen und das erkannte Ergebnis beim Identifizieren der exakten Stelle verwenden, an der sich das Objekt im Moment mit der Aufgabe beschäftigt.

[0156] Ein anderes Ausführungsbeispiel der Erfindung wird unten unter Bezugnahme auf die [Fig. 15](#), 16A und 16B beschrieben. Das Ausführungsbeispiel ist eine Vorrichtung, die für das Objekt eine Angabe der Differenz zwischen der gemessenen Bewegung und der entsprechenden Referenzbewegung darstellt.

[0157] Dieses Ausführungsbeispiel passt besonders zu einem Aufbau, bei dem ein invalides Objekt (z.B. ein Patient mit einer Beinverletzung von einem Unfall) rehabilitiert wird. Die Referenzbewegung bedeutet eine Bewegung vor der Verletzung wie etwa normales Gehen; die gemessene Bewegung ist anschaulich die momentane Art des Gehens, die das Objekt während der Rehabilitation zustande bringt.

[0158] Wie in [Fig. 15](#) gezeigt umfasst das Ausführungsbeispiel in der Darstellung: am Beobachtungsobjekt **1** befestigte Messinstrumente **2** und **3**; einen A/D-Wandler **4** zum Wandeln gemessener Ergebnisse von den Instrumenten **2** und **3** in digitales Format; eine Extraktionseinheit **5** für charakteristische Größen zum Extrahieren einer charakteristischen Größe aus digitalisierten Messungen; eine Datenbank **91** für charakteristische Größen von Referenzbewegungen, die im voraus von Referenzbewegungen und -tätigkeiten gemessene und extrahierte charakteristische Größen enthält; eine Signalverarbeitungseinheit **92** zum Detektieren einer Differenz zwischen der Bewegung, deren charakteristische Größe von der Extraktionseinheit **5** für charakteristische Größen extrahiert wurde, auf der einen Seite und der in der Datenbank **91** für charakteristische Größen von Referenzbewegungen gehaltenen entsprechenden Referenzbewegung auf der anderen Seite; sowie eine Ausgabereinheit **93** zum Ausgeben der detektierten Differenz.

[0159] Idealerweise sollte die Datenbank **91** für charakteristische Größen von Referenzbewegungen charakteristische Größen aufweisen, die die eigene normale Bewegung des Objekts vor seiner Verletzung repräsentieren. Falls dies nicht der Fall ist, kann die Datenbank **91** charakteristische Größen enthalten, die als Durchschnitt von zahlreichen Leuten aufgenommenen Bewegungen erhalten wurden. Die Signalverarbeitungseinheit **92** berechnet wie in [Fig. 16A](#) und [16B](#) dargestellt die Differenz zwischen solch einer Referenzbewegung und der Bewegung, die das Objekt momentan bewältigt. Hier wird angenommen, dass die Referenzbewegung von einem Frequenzspektrum **101** in Unterfigur (a) repräsentiert wird.

[0160] Wenn die Rehabilitation noch einen beträchtlichen Weg vor sich hat, hat das Objekt Schwierigkeiten, die Bewegung geschmeidig auszuführen. In diesem Fall erscheint, wie vom Frequenzspektrum **102** in Unterfigur (b) gezeigt, die Differenz zwischen der Bewegung des Objekts und der entsprechenden Referenzbewegung betont, besonders bei den Spektralkomponenten **106** und **107**. Die Differenz (im Absolutwert) zwischen den Frequenzspektren **101** und **102** wird durch ein Frequenzspektrum **104** dargestellt. Die sich ergebende Differenz beinhaltet Spektralkomponenten **108** und **109**, die betont gezeigt sind, weil das Objekt nicht dazu in der Lage ist, die Bewegung geschmeidig auszuführen. Das Objekt während der Rehabilitation wird durch die von der Ausgabereinheit **93** ausgegebene Spektrumsdifferenz dargestellt. Die Ausgabe stellt eine visuelle Angabe davon zur Verfügung, wie sich die Bewegung des Objekts im Moment von der Referenzbewegung unterscheidet.

[0161] Das Objekt bei der Rehabilitation versucht, die betonten Spektralkomponenten im detektierten Ergebnis zu minimieren. Das heißt, das Objekt setzt seine Rehabilitationsbemühungen so fort, dass das gemessene Spektrum, wie von einem Frequenzspektrum **102** in Fig. 16B angedeutet, immer näher an das Referenzfrequenzspektrum **101** rückt. Wenn der gesamte Rehabilitationsprozess als beendet angesehen wird, sollte die Bewegung des Objekts im Wesentlichen mit der Referenzbewegung identisch sein, wie von einem Frequenzspektrum **105** angedeutet, ohne irgendwelche betonten Spektrumsdifferenzen.

[0162] Obwohl das obige Ausführungsbeispiel bei seiner Anwendung auf die Rehabilitation invalider Patienten gezeigt wurde, beschränkt dies die Erfindung nicht. Das Ausführungsbeispiel kann ebenfalls auf die Korrektur der Fähigkeiten von Athleten in Bezug auf gewünschte Leistungsfähigkeitsstufen angewendet werden.

[0163] Wie beschrieben bietet das Ausführungsbeispiel den Vorteil, dass dem Objekt, das bei der Rehabilitation ist oder athletische Fähigkeiten trainiert, eine ausdrückliche Angabe darüber gegeben wird, ob er oder sie in Bezug auf die Referenzbewegung vorangekommen ist.

[0164] Ein anderes Ausführungsbeispiel der Erfindung wird unten unter Bezugnahme auf [Fig. 17](#) beschrieben. Dieses Ausführungsbeispiel ist ein Erkennungsgerät, das in der Lage ist, eine Differenz zwischen einer Referenzbewegung und einer gemessenen Bewegung zu detektieren und dem Beobachtungsobjekt eine Angabe über einen wahrscheinlichen Grund der detektierten Differenz zu geben.

[0165] Wie in [Fig. 17](#) dargestellt ist das die Erfindung ausführende Erkennungsgerät das Erkennungsgerät aus [Fig. 15](#), das zusätzlich mit einer Datenbank **111** von charakteristischen Größen, die anomale Bewegungen bezeichnen, und einer Signalverarbeitungseinheit **112** (hier die zweite Signalverarbeitungseinheit genannt) zum Erkennen des wahrscheinlichen Grundes einer anomalen Bewegung versehen ist. Die anomale Bewegung bedeutet eine unnatürliche Bewegung, die sich von dem unterscheidet, was im Allgemeinen als eine normale und typische Bewegung (d.h. eine Referenzbewegung) angesehen wird. Eine solche anomale Bewegung ist das Gehen einer invaliden Person mit einer Beinverletzung aus einem Unfall. Die Datenbank **111** für charakteristische Größen von anomalen Bewegungen enthält charakteristische Größen, die verschiedene Arten von anomalen Bewegungen bezeichnen. Wenn zum Beispiel das Frequenzspektrum **104** in [Fig. 16A](#) erzeugt wird, da sich die Art und Weise der Anhebung der Zehen des rechten Beins von der Referenzbewegung unterscheiden, dann werden die sich ergebenden Spektralkomponenten **108** und **109** durch charakteristische Größen gebildet, die den wahrscheinlichen Grund der als "anomal" wahrgenommenen Bewegung repräsentieren. Aus solchen anomalen Bewegungen extrahierte charakteristische Größen werden im voraus in der Datenbank **111** für charakteristische Größen von anomalen Bewegungen gespeichert.

[0166] Indem die Datenbank **111** für charakteristische Größen von anomalen Bewegungen abgefragt wird, erkennt die zweite Signalverarbeitungseinheit **112** den wahrscheinlichen Grund der vom Beobachtungsobjekt gezeigten anomalen Bewegung. Der Erkennungsvorgang wird auf die gleiche Weise wie beim zuvor beschriebenen Bewegungs-/Tätigkeitserkennungsschema ausgeführt. Das heißt, die Signalverarbeitungseinheit **92** berechnet zunächst die Differenz zwischen der gemessenen Bewegung und der entsprechenden Referenzbewegung. Die zweite Signalverarbeitungseinheit **112** korreliert dann die Differenz mit den charakteristischen Größen von anomalen Bewegungen, die in der Datenbank **111** für charakteristische Größen von anomalen Bewegungen gespeichert sind. Nachdem die zweite Signalverarbeitungseinheit **112** den wahrscheinlichen Grund, der durch die charakteristische Größe mit dem höchsten Grad an Korrelation repräsentiert wird, erkannt hat, wird das erkannte Ergebnis von der Ausgabereinheit **113** mittels Buchstaben oder Grafik ausgegeben.

[0167] Obwohl das Ausführungsbeispiel aus [Fig. 17](#) bei der Anwendung auf die Rehabilitation invalider Patienten gezeigt wurde, beschränkt dies die Erfindung nicht. Das Ausführungsbeispiel kann ebenfalls auf die Korrektur von Fähigkeiten von Athleten unter Bezug auf erwünschte Leistungsfähigkeitsstufen angewendet wer-

den.

[0168] Wie beschrieben bietet das Ausführungsbeispiel aus [Fig. 17](#) den Vorteil, dass der wahrscheinliche Grund jeder Bewegung, die in Bezug auf die Referenzbewegung als abweichend angesehen wird, automatisch erkannt und angegeben wird.

[0169] Ein anderes Ausführungsbeispiel der Erfindung wird unten unter Bezugnahme auf [Fig. 18](#) beschrieben. Dieses Ausführungsbeispiel ist ein Erkennungssystem, das Bewegungs-/Tätigkeitserkennungsgeräte gemäß der Erfindung zum Sammeln von Arbeitsdaten zur Verwendung bei einem Verarbeitbarkeitsauswertungssystem oder einem Arbeitsinhaltsauswertungssystem verwendet.

[0170] Verarbeitbarkeitsauswertung oder Arbeitsinhaltsauswertung sind ein aktives Forschungsgebiet im Fachgebiet des Produktionssteuerungsingenieurwesens. Um Verarbeitbarkeitsauswertung oder Arbeitsinhaltsauswertung auszuführen, ist es zunächst erforderlich, Arbeitsdaten zu sammeln. Traditionellerweise hing eine solche Sammlung von Arbeitsdaten an einer großen Menge von manueller Arbeit. Das Ausführungsbeispiel aus [Fig. 18](#) beabsichtigt, das manuelle Sammeln der Arbeitsdaten durch ein automatisiertes Datensammlungsschema zu ersetzen.

[0171] Wie in [Fig. 18](#) gezeigt umfasst das die Erfindung ausführende dargestellte System: an Objekten A, B und C jeweils befestigte Erkennungsgeräte **120**, **121** und **122**; Datenbanken **123**, **124** und **125** zum Speichern erkannter Ergebnisse von den Erkennungsgeräten; und ein Verarbeitbarkeitsauswertungssystem **126** ebenso wie ein Arbeitsinhaltsauswertungssystem **127** zum Empfangen von Historien der in den jeweiligen Datenbanken gehaltenen Bewegungen und Tätigkeiten des Objekts.

[0172] Die an den Objekten A, B und C befestigten Erkennungsgeräte **120**, **121** und **122** gemäß der Erfindung erkennen automatisch und durchgängig deren Bewegungen/Tätigkeiten, wenn sie auftreten. Insbesondere können die Erkennungsgeräte vom gleichen Typ wie die in den Ausführungsbeispielen aus [Fig. 1](#) und [Fig. 10](#) verwendeten sein. Erkannte Ergebnisse werden über Übertragungswege **128** an die Datenbanken **123**, **124** und **125** übertragen, die Historien der erkannten Bewegungen und Tätigkeiten des Objekts akkumulieren. Die Übertragungswege **128** können entweder über Kabel laufen oder kabellos sein. Kabellose Übertragungswege bieten den Vorteil, dass sie den Beobachtungsobjekten freie Bewegung ermöglichen.

[0173] Die Werte, die in den Bewegungs-/Tätigkeitshistorien enthaltenden Datenbanken aufbewahrt werden, werden von dem Verarbeitbarkeitsauswertungssystem **126** oder dem Arbeitsinhaltsauswertungssystem **127** abgefragt. Jedes der Systeme führt seinen eigenen Auswertungsvorgang auf der Grundlage der abgefragten Ergebnisse durch.

[0174] Das vorliegende Ausführungsbeispiel wird durch seine Fähigkeit gekennzeichnet, Arbeitsdaten automatisch zu sammeln. Dieses Merkmal führt zu drastischen Verringerungen in der Menge von manueller Arbeit, die traditionellerweise für das Sammeln solcher Daten erforderlich ist.

[0175] Das Ausführungsbeispiel aus [Fig. 18](#) ist eine typische Anwendung der Erfindung auf die Tätigkeit der Arbeitsdatensammlung, beschränkt aber keineswegs die besonderen Fähigkeiten des Verarbeitbarkeitsauswertungssystems **126** und des Arbeitsinhaltsauswertungssystems **127**.

[0176] Ein anderes Ausführungsbeispiel der Erfindung wird unten unter Bezugnahme auf [Fig. 19](#) beschrieben. Dieses Ausführungsbeispiel ist ein Erkennungssystem, das Bewegungs-/Tätigkeitserkennungsgeräte gemäß der Erfindung zum Sammeln von Arbeitsdaten zur Verwendung durch ein System für optimale Personalallokation oder ein System für optimale Arbeitszeitallokation verwendet.

[0177] Das System für optimale Personalallokation ist ein System, das die Personalanzahl steuert, die einem jeden von mehreren Arbeitssegmenten in Anbetracht der Arbeitslasten auf dem zugeteilten Personal zuzuteilen ist. Das System zur optimalen Arbeitszeitallokation ist ein System, das Arbeitszeitdauern für Personal in Abhängigkeit von dessen Arbeitslasten steuert. Jedes der Systeme erfordert, dass der Inhalt von von einer großen Personalanzahl durchgeführter Arbeit in Echtzeit erfasst werden kann. Dieses Ausführungsbeispiel beabsichtigt, das Erfordernis zu erfüllen, indem ein Schema implementiert wird, durch das der Inhalt von von zahlreichen Arbeitern erledigter Arbeit leicht in Echtzeit erkannt werden kann.

[0178] Wie anschaulich in [Fig. 19](#) dargestellt ist das, die Erfindung ausführende Erkennungssystem teilweise aus den Erkennungsgeräten **120**, **121** und **122** ebenso wie den Datenbanken **123**, **124** und **125** in [Fig. 18](#) zu-

sammengesetzt. Diese Komponenten werden durch ein System **134** zur optimalen Personalallokation und ein System **141** zur optimalen Arbeitszeitallokation ergänzt, die in den obigen Datenbanken gehaltene Daten verwenden. Dieses Ausführungsbeispiel ist zusätzlich mit Anfragenempfangsgeräten **131**, **135** und **138** ausgestattet, die jeweils an den Objekten A, B und C befestigt sind und die Anfragen von den Allokationssystemen empfangen.

[0179] Die an den Objekten A, B und C befestigten Bewegungs-/Tätigkeitserkennungsgeräte **120**, **121** und **122** erkennen automatisch und durchgängig die Bewegungen/Tätigkeiten von Letzteren, wenn sie auftreten. Historien von so erkannten Bewegungen und Tätigkeiten der Objekte werden in den Datenbanken **123**, **124** und **125** akkumuliert. Datenübertragungswege zu den Datenbanken können vom kabellosen Typ sein. Kabellose Übertragungswege haben den Vorteil, dass sie den Beobachtungsobjekten freie Bewegung erlauben.

[0180] Die Werte, die in den Bewegungs-/Tätigkeitshistorien enthaltenen Datenbanken aufbewahrt werden, werden von dem System **134** zur optimalen Personalallokation oder dem System **141** zur optimalen Arbeitszeitallokation abgefragt. Mit den Referenzdaten beurteilt jedes der Systeme unter Verwendung von vorgegebenen Verfahren wie viel Arbeitslast jedem Arbeiter aufgebürdet wird. Wenn zum Beispiel das System **134** zur optimalen Personalallokation auf der Grundlage der empfangenen Daten beurteilt, dass ein gewisser Arbeiter übermäßig mit Arbeit belastet ist, dann wird ein anderer Arbeiter mit weniger oder keiner Arbeitslast über einen Datenübertragungsweg **130** angerufen, und ihm wird aufgetragen, den überlasteten Arbeiter zu unterstützen.

[0181] Wenn das System **141** zur optimalen Arbeitszeitallokation wahrnimmt, dass die kumulative Last auf einen bestimmten Arbeiter ein vorgegebenes Niveau überschritten hat, drängt das System den überlasteten Arbeiter, sich eine Pause zu nehmen, und teilt einen anderen Arbeiter der fraglichen Aufgabe zu. Die für den Allokationsvorgang notwendigen Anfragen werden über einen Weg **142** zu den an den anwendbaren Arbeitern befestigten Anfragenempfangsgeräten gesendet.

[0182] Wie beschrieben bietet das Ausführungsbeispiel aus [Fig. 19](#) den Vorteil, dass der Inhalt von von zahlreichem Personal durchgeführter Arbeit leicht in Echtzeit erkannt werden kann, so dass das Personal optimal in Abhängigkeit von seinem momentanen Arbeitszustand zugeteilt werden kann.

[0183] Ein anderes Ausführungsbeispiel der Erfindung ist unten unter Bezugnahme auf [Fig. 20](#) beschrieben. Dieses Ausführungsbeispiel ist ein Erkennungssystem, das ein Bewegungs-/Tätigkeitserkennungsgerät gemäß der Erfindung verwendet, um bekanntzugeben, dass eine spezifische Bewegung oder Tätigkeit von einem Beobachtungsobjekt ausgeführt worden ist.

[0184] Dieses die Erfindung ausführende Erkennungssystem wird auf einen Aufbau angewendet, bei dem Aufseher oder Wächter, die für Leute, die sozial ungeschützt sind und Schutz brauchen, oder für Arbeiter, die isoliert arbeiten, verantwortlich sind, automatisch über eine gefährliche Situation benachrichtigt werden, in die die ihnen Anvertrauten aus irgendeinem Grund geraten können. Dieses Ausführungsbeispiel beinhaltet Komponenten, die einigen von denen, die das Ausführungsbeispiel aus [Fig. 12](#) bilden, identisch sind. Die Teile mit strukturell identischen Gegenständen in dem Aufbau aus [Fig. 12](#) werden durch gleiche Bezugszeichen bezeichnet, und ihre detaillierten Beschreibungen werden hier weggelassen, wenn sie redundant sind.

[0185] Wie in [Fig. 20](#) gezeigt umfasst das die Erfindung ausführende dargestellte Erkennungssystem: ein Bewegungs-/Tätigkeitserkennungsgerät **61**; eine Speichereinheit **62** zum Speichern einer Historie erkannter Bewegungen/Tätigkeiten; eine Speichereinheit **145** zum Speichern spezifischer Bewegungsmuster; eine assoziative Verarbeitungseinheit **64** zur Erkennung mittels Assoziation oder zum Schätzen einer spezifischen Bewegung oder Tätigkeit des Beobachtungsobjekts; eine Benachrichtigungseinheit **146** zum Übertragen einer spezifischen Nachricht an den Aufseher oder Wächter in Abhängigkeit von dem Ergebnis des Assoziations- oder Schätzvorgangs; und eine Nachrichtenempfangseinheit **147** zum Empfangen der übertragenen Nachricht.

[0186] Das Bewegungs-/Tätigkeitserkennungsgerät **61** ist äquivalent zu dem im Ausführungsbeispiel aus [Fig. 1](#) verwendeten Erkennungsgerät. Wie vorher beschrieben ist dieses Erkennungsgerät dazu fähig, eine einzelne Bewegung oder Tätigkeit zu erkennen, die innerhalb einer bestimmten Zeitdauer stattfindet; es ist nicht dafür geeignet, irgendeine Tätigkeit oder Arbeit, die sich aus mehreren Bewegungen zusammensetzt, oder kumulativ durchgeführte Tätigkeiten zu erkennen. Alle Bewegungen/Tätigkeiten werden durchgehend erkannt, wenn sie auftreten, und in der Speichereinheit **62** gespeichert, die eine Historie von Bewegungen/Tätigkeiten beherbergt.

[0187] Die so gespeicherten historischen Daten werden durchgehend von der assoziativen Verarbeitungseinheit **64** in Bezug auf die in der Speichereinheit **145** für spezifische Bewegungsmuster gespeicherten Bewegungsmuster überwacht. Ein spezifisches Bewegungsmuster ist eine Kombination mehrerer Bewegungen, die für das Erkennen einer spezifischen Tätigkeit wie etwa "ein plötzliches Fallen auf den Boden" oder "Fallen von einem erhöhten Ort" notwendig sind.

[0188] Zum Beispiel wird die Tätigkeit des "plötzlichen Fallens auf den Boden" als ein Bewegungsmuster erkannt, das aus einer Bewegung "gehende oder stillstehende Haltung" gefolgt von einer Bewegung "Erreichen des Bodens in kurzer Zeit" wiederum gefolgt von einer Bewegung "still auf dem Boden liegen" gebildet wird. Ähnlicherweise wird die Tätigkeit des "Fallens von einem erhöhten Ort" als ein Bewegungsmuster erkannt, der sich aus den Bewegungen "Klettern", "Fallen", "Auftreffen auf Hindernisse", "Erreichen des Bodens" und "Stillliegen" in dieser Reihenfolge zusammengesetzt ist.

[0189] Die Bewegung "Klettern" wird erkannt, indem eine Beschleunigung nach oben erfasst wird, die größer als die Gravitationsbeschleunigung ist. Die Bewegungen "Fallen", "Auftreffen auf Hindernisse" und "Erreichen des Bodens" werden jeweils durch Detektion von "Null Beschleunigung in allen Richtungen (wegen des freien Falls)", "in einer kurzen Zeit in verschiedenen Richtungen auftretende intensive Beschleunigung" und "Erleiden einer recht starken Beschleunigung".

[0190] Indem auf solche Bewegungsmuster zum Erkennen der Bewegung des Beobachtungsobjekts zurückgegriffen wird, eliminiert das Ausführungsbeispiel aus [Fig. 20](#) mögliche irrtümliche Erkennung von Bewegungen oder Tätigkeiten. Es sei zum Beispiel angenommen, dass ein Sensor vom Körper des Objekts abgenommen und gewaltsam auf einem Tisch platziert wird. In diesem Fall detektiert der Sensor eine recht starke Beschleunigung, die bei Verwendung eines einzelnen Bewegungserkennungsgeräts leicht als Anzeichen dafür interpretiert werden kann, dass das Objekt von einem erhöhten Ort fällt oder auf den Boden fällt. Dies liegt daran, dass das einzelne Bewegungserkennungsgerät keinen Rückgriff auf eine Historie von mehrfachen Bewegungen des Objekts hat. Im Gegensatz dazu ist die assoziative Verarbeitungseinheit dazu in der Lage, Bewegungen vor und nach etwa der im obigen Beispiel detektierten recht starken Beschleunigung zu überprüfen, wodurch die Umstände des Objekts besser erfasst und das Ergebnis der Erkennung genauer gemacht wird. Wenn der Sensor anschaulicherweise eine Art von unerklärbarer Beschleunigung detektiert hat, wenn er am menschlichen Körper angebracht wird, kann diese Beschleunigung korrekt als eine Bewegung des vom Körper abgenommenen Sensors erkannt werden, solange die Beschleunigung im voraus als zu dieser bestimmten Bewegung gehörend klassifiziert worden ist. Auf diese Weise kann das Auftreten einer falsch erkannten einzelnen Bewegung minimiert werden.

[0191] Wenn die assoziative Verarbeitungseinheit **64** irgendein solches spezifisches Bewegungsmuster aus den historischen Daten in der Speichereinheit **62** detektiert, lässt die Einheit **64** die Benachrichtigungseinheit **146** den Aufseher oder Wächter durch eine Nachricht benachrichtigen, die angibt, was das erkannte spezifische Bewegungsmuster bedeutet. Der Aufseher oder Wächter empfängt die Nachricht über die Nachrichtempfangseinheit **147** und erkennt dadurch die Situation, in der sich das Beobachtungsobjekt im Moment befindet.

[0192] Wie beschrieben bietet das Ausführungsbeispiel aus [Fig. 20](#) den Vorteil, dass es Aufsehern oder Wächtern, die für Leute, die sozial ungeschützt sind und Schutz brauchen, oder für Arbeiter, die isoliert arbeiten, verantwortlich sind, erlaubt, von einer gefährlichen Situation automatisch benachrichtigt zu werden, in der die ihnen Anvertrauten sich aus irgendeinem Grund befinden.

[0193] Als Variation des Ausführungsbeispiels aus [Fig. 20](#) kann das System mit der unter Bezugnahme auf [Fig. 10](#) beschriebenen Positionsmesseinheit **41** als eine Einrichtung zum Messen der Position des Objekts ergänzt werden. Alternativ kann das Ausführungsbeispiel mit der assoziativen Verarbeitungseinheit **64** aus [Fig. 12](#) zum Identifizieren der Position des Objekts auf der Grundlage einer Historie von Bewegungen des Letzteren ergänzt werden. Bei allen diesen Variationen werden die Positionsdaten des Objekts, das sich in einer gefährlichen oder auf eine andere Art abweichenden Situation befindet, an den Aufseher oder Wächter gesendet, so dass Letzterer erkennen kann, wo sich das Objekt im Moment befindet und was ihm oder ihr zugestoßen ist.

[0194] Bei dem Aufbau, bei dem die Positionsmesseinheit **41** zusätzlich dazu ausgelegt ist, spezifische Bewegungsmuster zu messen, können Vorkehrungen getroffen werden, die eine Wahl auf der Grundlage davon, wo der Vorfall beobachtet wird, erlauben, ob das erkannte Bewegungsmuster berichtet oder nicht berichtet werden soll. Dieses Merkmal ist dabei nützlich, einen falschen Alarm zu vermeiden, der durch eine scheinbar

zusammenfallende Bewegung des Beobachtungsobjekts hervorgerufen wird, wenn sich das Objekt tatsächlich zur Untersuchung in einem Krankenhaus auf eine Liege legt oder zu Hause ins Bett steigt.

[0195] Ein anderes Ausführungsbeispiel der Erfindung wird unten unter Bezugnahme auf [Fig. 21](#) beschrieben. Dieses Ausführungsbeispiel ist ein Erkennungssystem, das Bewegungs-/Tätigkeitserkennungsgeräte gemäß der Erfindung zur Verhaltensanalyse, Verhaltensaufzeichnung und Verhaltensüberwachung anwendet.

[0196] Das die Erfindung ausführende Erkennungssystem wird in Verbindung mit einem typischen Aufbau zur Verhaltensanalyse von Tieren beschrieben. In diesem Gebiet gibt es zahlreiche Studien über die von Tierbewegungen gefolgte Orte. Bis jetzt hat es bloß einen Weg zum Beobachten der Bewegungen/Tätigkeiten von Tieren gegeben: über das menschliche Auge. Es gibt viele noch zu klärende Aspekte des Verhaltens und der Bewegungen von Tieren, die von Menschen nicht beobachtbare Orte bewohnen. Dieses Ausführungsbeispiel ist dazu beabsichtigt, automatisch die noch zu entdeckenden Bewegungen/Tätigkeiten von solchen Tieren in ihren unerforschten Territorien aufzuzeichnen.

[0197] Dieses die Erfindung ausführende Erkennungssystem ist wie in [Fig. 21](#) gezeigt aufgebaut. In [Fig. 21](#) stehen Bezugsnummern **151** und **152** für Vögel, die Beobachtungsziele für Verhaltensanalyse, Verhaltensaufzeichnung und/oder Verhaltensüberwachung sind. Jeder Vogel ist mit einem Mess- und Kommunikationsgerät **150** ausgestattet, das die Zustandsänderung des Vogels misst und die Messungen über Funk überträgt. Ein Satellit **153** empfängt Messdaten über Zustandsänderungen jedes Vogels und leitet diese weiter, um so die Bestimmung der Position, von der aus der Vogel die Daten übertragen hat, zu bestimmen.

[0198] Eine Möglichkeit, die Position eines Vogels zu bestimmen, beinhaltet das Integrieren eines GPS-Empfängers im Mess- und Kommunikationsgerät **150** des Vogels. Im Betrieb werden vom Gerät **150** an den Satelliten **153** übertragene Verhaltensdaten von vom GPS-Empfänger gemessenen Positionsdaten, die die momentane Position des Vogels angeben, begleitet. Alternativ können mehrere Satelliten **153** dazu verwendet werden, vom selben Vogel gesendete Funksignale zu empfangen. Die empfangenen Funksignale werden durch Triangulierung verarbeitet, um die Position des Vogels zu bestimmen.

[0199] Die gemessenen und über den Satelliten **153** gesammelten Daten werden anschaulicherweise an das Bewegungs-/Tätigkeitserkennungsgerät **154** in [Fig. 1](#) gesendet. Die Daten werden verarbeitet, um die Bewegung/Tätigkeit jedes Vogels in kurzer Zeit zu erkennen. Wenn zum Beispiel der Vogel seine Haltung kaum ändert und keinerlei Bewegungszeichen abgibt, kann der Vogel als schlafend erkannt werden; wenn der Vogel in seiner Haltung gleich bleibt, sich aber weitläufig bewegt, kann der Vogel als im Flug befindlich erkannt werden; wenn der Vogel seine Haltung beträchtlich ändert, aber kaum seinen Ort wechselt, kann der Vogel als fressend erkannt werden.

[0200] Das dieses Ausführungsbeispiel bildende Erkennungsgerät sendet Daten, die erkannte Bewegungen und Tätigkeiten des Vogels repräsentieren, an eine Verhaltensanalyseeinheit **155**, eine Verhaltensaufzeichnungseinheit **156** und eine Verhaltensüberwachungseinheit **157**. Die Verhaltensanalyseeinheit **155** analysiert das Verhaltensmuster jedes Vogels, indem es anschaulicherweise feststellt, wann das Beobachtungsobjekt aufwacht, sich bewegt, frisst und schläft. Die Verhaltensaufzeichnungseinheit **156** analysiert die von jedem Vogel verfolgten Bewegungsorte für seine verschiedenen Aktivitäten wie etwa das Fressen. Die Verhaltensüberwachungseinheit **157** überwacht das Verhalten des Vogels, indem sie erfasst, wo sich jeder Vogel im Moment befindet und mit welcher Aktivität jeder Vogel im Moment beschäftigt ist.

[0201] Schließlich gibt eine Anzeigeeinheit **158** wie etwa ein CRT eine Gesamtanzeige der von den oben erwähnten Einheiten analysierten Ergebnisse. Ein Anzeigebeispiel in [Fig. 21](#) zeigt eine Anzeige eines typischen Orts einer Bewegung eines Vogels, die vom Satelliten **153** verfolgt und mit den auf dem Weg erkannten Aktivitäten des Vogels überlagert ist. Wie dargestellt zeigt die Anzeige automatisch, wann und wo jeder Vogel bestimmte Aspekte seines Verhaltens gezeigt hat.

[0202] Das Ausführungsbeispiel aus [Fig. 21](#) bietet den Vorteil, dass es die automatische Beobachtung der von Beobachtungsobjekten verfolgten Bewegungsorte ebenso wie deren Verhalten, besonders in für Menschen unzugänglichen Territorien, erlaubt.

[0203] Da es nicht erforderlich für menschliche Beobachter ist, das fragliche Objekt unmittelbar visuell zu beobachten, eliminiert das Ausführungsbeispiel aus [Fig. 21](#) mögliche Verhaltensabweichungen, die von der Anwesenheit von Menschen in dem Bereich hervorgerufen werden. Es ist daher möglich, Tiere so zu beobachten, wie sie sich ohne menschlichen Eingriff natürlicherweise geben und verhalten.

[0204] Ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung ist unten unter Bezugnahme auf [Fig. 22](#) beschrieben. Dieses Ausführungsbeispiel ist eine Gestenerkennungsvorrichtung, die ein Bewegungs-/Tätigkeitserkennungsschema gemäß der Erfindung verwendet.

[0205] Gesten sind als vorgegebene Bewegungen mit spezifischen Bedeutungen definiert. Eine Person übermittelt eine gewünschte Bedeutung durch Ausführen der geeigneten Geste. In solch einem Fall kann die ausgeführte Geste die mit der Geste assoziierte herkömmlicherweise definierte Bedeutung darstellen oder nicht. Wenn zum Beispiel die Bewegung "nach rechts zeigen" als eine Geste vorgegeben ist, die tatsächlich "eine Anweisung, nach links zu gehen" bedeutet, dann wird ein Beobachter, der die Geste in diesem Kontext interpretiert, demgemäß nach links gehen.

[0206] Das Ausführungsbeispiel aus [Fig. 22](#) wird implementiert durch Ergänzen des Ausführungsbeispiels aus [Fig. 1](#) mit einer Datenbank **161** mit einer Übersetzungstabelle, die die Bedeutungsentsprechung zwischen Gesten auf der einen Seite und Bewegungen/Tätigkeiten auf der anderen Seite definiert, und mit einem Gestenerkennungsgerät **162**. Das Gestenerkennungsgerät **162** erkennt die Bedeutung jeder vom Beobachtungsobjekt **1** durchgeführten Geste auf der Grundlage der von der Signalverarbeitungseinheit **7** erkannten Bewegung/Tätigkeit und der obigen Übersetzungstabelle. Die erkannte Bewegung der Geste wird durch eine Ausgabeinheit **163** ausgegeben.

[0207] Bei diesem Ausführungsbeispiel wird die vom Objekt **1** ausgeführte Geste von den Messinstrumenten **2** und **3** gemessen. Die Messsignale werden vom A/D-Wandler **4** in digitales Format gewandelt. Die Extraktionseinheit **5** für charakteristische Größen extrahiert eine charakteristische Größe aus den digitalisierten Signalen. Die so aus der Geste extrahierte charakteristische Größe wird an die Signalverarbeitungseinheit **7** zur Bewegungs-/Tätigkeitserkennung gesendet. Die Signalverarbeitungseinheit **7** erkennt, ob die charakteristische Größe eine herkömmlicherweise definierte Bewegung/Tätigkeit angibt. Das erkannte Ergebnis wird an das Gestenerkennungsgerät **162** weitergeleitet.

[0208] Das Gestenerkennungsgerät **162** erkennt die Bedeutung der Eingabegeste durch Abfragen der die vorgegebene Meinung von verschiedenen Bewegungen/Tätigkeiten enthaltenden Übersetzungstabellendatenbank **161**. Im oben angegebenen Beispiel ist die Bewegung "Zeigen nach rechts" gemäß der Übersetzungstabelle als "Aufforderung, nach links zu gehen" definiert. Auf diese Weise wird die Bedeutung der erkannten Geste bestimmt und von der Ausgabeinheit **163** ausgegeben.

[0209] Bei der Verwendung des Ausführungsbeispiels aus [Fig. 22](#) ermöglicht die Ausführung einer vorgegebenen Geste das Übertragen einer mit der fraglichen Geste assoziierten spezifischen Bedeutung.

[0210] Weil den gespeicherten Gesten jeweils eine vorgegebene Bedeutung zugeordnet ist, eliminiert die Erkennung einer spezifischen Geste semantische Mehrdeutigkeit, die mit Gesten im Allgemeinen verbunden ist.

[0211] Ein anderes Ausführungsbeispiel der Erfindung wird unten unter Bezugnahme auf [Fig. 23](#) beschrieben. Dieses Ausführungsbeispiel ist ein mit einer Funkkommunikationseinrichtung ausgestattetes Bewegungs-/Tätigkeitserkennungsgerät.

[0212] Das Ausführungsbeispiel aus [Fig. 23](#) bietet den gleichen Effekt in Bezug auf Erkennungsfähigkeiten wie das Ausführungsbeispiel aus [Fig. 1](#). Was das Ausführungsbeispiel von dem aus [Fig. 1](#) unterscheidet, ist, dass die hinzugefügte Funkkommunikationsfunktion Daten über die detektierte Zustandsänderung des Beobachtungsobjekts **1** über Funk überträgt.

[0213] Wie in [Fig. 23](#) gezeigt umfasst das Ausführungsbeispiel aus [Fig. 23](#) anschaulicherweise zwei Hauptkomponenten: ein am Beobachtungsobjekt **1** befestigtes Gerät **173** auf der überwachten Seite sowie ein Gerät **177** auf der überwachenden Seite. Das Gerät **173** auf der überwachten Seite weist eine am Objekt **1** befestigte Zustandsänderungsmesseinheit **171** (äquivalent zu den Messinstrumenten **2** und **3** aus [Fig. 2](#)) sowie eine Funkübertragungseinheit **172** zum Übertragen von der Messeinheit **171** gemessenen Signalen auf. Das Beobachtungsobjekt **1** braucht bloß zwei Einheiten zu tragen, d.h. die Messeinheit **171** und die Übertragungseinheit **172**. Der verringerte Umfang an herumzutragender Ausstattung verleiht dem Objekt eine größere Bewegungsfreiheit als jemals zuvor.

[0214] Ein über Funk zu übertragendes Signal **178** kann entweder ein direkt von der Zustandsänderungsmesseinheit **171** gemessenes Signal (vom analogen Typ) oder ein digitalisiertes Signal sein, das nach der Messung einer Analog-Digital-Wandlung unterzogen wurde. Die Arten von Signalen für die Verwendung bei

diesem Ausführungsbeispiel können solche von elektromagnetischer Strahlung oder von Infrarotstrahlung sein, sind aber nicht darauf beschränkt.

[0215] Das zum Gerät **177** auf der überwachenden Seite gesendete gemessene Ergebnis wird von einer Empfangseinheit **174** empfangen und von einem Bewegungs-/Tätigkeitserkennungsgerät **175** erkannt. Das Erkennungsgerät **175** umfasst anschaulicherweise den A/D-Wandler **4**, die Extraktionseinheit **5** für charakteristische Größen, die Datenbank **6** für charakteristische Größen von Bewegungen/Tätigkeiten und die Signalverarbeitungseinheit **7** zur Bewegungs-/Tätigkeitserkennung, die alle im Aufbau von [Fig. 1](#) enthalten sind. Das erkannte Ergebnis vom Erkennungsgerät **175** wird an die Ausgabereinheit **176** zur dortigen Ausgabe gesendet.

[0216] Das Ausführungsbeispiel aus [Fig. 23](#) erlaubt, dass von der Zustandsänderungsmesseinheit **171** vorgenommene Messungen über Funk übertragen werden. Dieses Merkmal ermöglicht es dem Beobachtungsobjekt **1**, sich freier zu bewegen und sich weniger eingeschränkt als zuvor zu fühlen.

[0217] Ein weiterer Vorzug dieses Ausführungsbeispiels ist, dass die am Beobachtungsobjekt befestigte Ausstattung klein und von leichtem Gewicht ist; die befestigte Ausstattung besteht lediglich aus der Zustandsänderungsmesseinheit und der Übertragungseinheit, die von der Messeinheit eingegebene Signale überträgt.

[0218] Ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung wird unten unter Bezugnahme auf [Fig. 24](#) beschrieben. Dieses Ausführungsbeispiel ist ein mit einer Funkkommunikationseinrichtung ergänztes Bewegungs-/Tätigkeitserkennungsgerät gemäß der Erfindung.

[0219] Das Ausführungsbeispiel aus [Fig. 24](#) enthält ein Gerät auf der überwachten Seite, das die Bewegungen oder Tätigkeiten des Objekts erkennt, und eine Funkkommunikationseinrichtung zum Senden des erkannten Ergebnisses an ein Gerät auf der überwachenden Seite. Solche Teile des Ausführungsbeispiels, die strukturell identische Gegenstücke im Ausführungsbeispiel aus [Fig. 23](#) haben, werden durch gleiche Bezugszeichen bezeichnet, und ihre Beschreibungen werden hier, wo sie redundant sind, weggelassen.

[0220] Ein von der Zustandsänderungsmesseinheit **171** im Gerät **184** auf der bewachten Seite gemessenes Signal wird durch das Bewegungs-/Tätigkeitserkennungsgerät **175** erkannt. Das erkannte Ergebnis wird durch die Funkübertragungseinheit **181** an das Gerät **185** auf der überwachenden Seite übertragen. Das vom Gerät **185** auf der überwachenden Seite empfangene erkannte Ergebnis wird direkt von der Ausgabereinheit **176** ausgegeben.

[0221] Die über Funk übertragenen Daten **183** repräsentieren das erkannte Ergebnis. Als Vorteil dieses Ausführungsbeispiels belegen die Daten, die im Vergleich zu den gemessenen Rohdaten beträchtlich komprimiert sind, lediglich einen begrenzten Funkübertragungsbereich oder brauchen bei der Übertragung nur eine recht kurze Zeit. Darüber hinaus kann das Objekt **1** die befestigte kabellose Ausstattung überallhin, wo es will, herumtragen.

[0222] Wie beschrieben und gemäß dem Ausführungsbeispiel aus [Fig. 24](#) werden die von der Zustandsänderungsmesseinheit vorgenommenen Messungen über Funk übertragen. Dieses Merkmal verleiht dem Beobachtungsobjekt eine vergrößerte Bewegungsfreiheit und verringert Belastungen des Objekts.

[0223] Als ein weiterer Vorteil des Ausführungsbeispiels wird die über Funk übertragene Datenmenge so komprimiert, dass die Datenübertragung einen begrenzten Funkübertragungsbereich, ein verringertes Funkkanalbelegungsverhältnis und/oder eine erhöhte Übertragungsgeschwindigkeit aufweist.

[0224] Während die Ausführungsbeispiele aus [Fig. 23](#) und [Fig. 24](#) die Funkübertragungseinrichtung verwendet haben, um den Umfang an vom Beobachtungsobjekt zu tragender Ausstattung zu verringern, beschränkt dies nicht die Erfindung. Anstatt die Übertragungs- und Empfangseinheiten zum Implementieren der Funkübertragungsfunktion zu verwenden, kann eine Variation der Erfindung eine auf der überwachten Seite angeordnete tragbare Datenspeichereinheit und eine auf der überwachenden Seite vorgesehene Datenbezugseinheit aufweisen. Bei solch einem Aufbau speichert die tragbare Datenspeichereinheit die Bewegungsdaten des Objekts oder erkannte Daten über die Bewegung des Objekts zeitweilig. Wenn sich das Objekt am Platz des Beobachters einfindet, verwendet der Beobachter die Datenbezugseinheit zum Lesen der Daten direkt aus der vom Objekt mitgebrachten Datenspeichereinheit.

[0225] Ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung wird unten unter Bezugnahme auf [Fig. 25](#) beschrieben. Dieses Ausführungsbeispiel ist ein Erkennungssystem mit einem Bewegungs-/Tätigkeitserkennungsgerät

gemäß der Erfindung, das mit einer Verarbeitungsfunktion einer Prepaid-Gebühr ergänzt ist.

[0226] Wie in [Fig. 25](#) gezeigt umfasst dieses die Erfindung ausführende Erkennungssystem auf der überwachenden Seite ein Erkennungsgerät **192** zum Erkennen der Bewegung/Tätigkeit des Beobachtungsobjekts, eine Gebührenstandspeichereinheit **195** zum Implementieren der Verarbeitungsfunktion für Prepaid-Gebühren und eine Gebührenstandberechnungseinheit **196**. Auf der überwachenden Seite enthält das Erkennungssystem eine Empfangseinheit **193** zum Empfangen des erkannten Ergebnisses und eine Steuereinheit **197** für die Verarbeitungsfunktion für Prepaid-Gebühren zum Ausgeben einer Gebührenstandkürzungsaufforderung, einer Gebührenstandverifikationsaufforderung und anderen Anweisungen.

[0227] Unten wird eine typische Anwendung des Ausführungsbeispiels aus [Fig. 25](#) in einer Spiele anbietenden Spielhalle beschrieben. Das in der Spielhalle zum Eingeben der Gesten eines Spielers verwendete Bewegungs-/Tätigkeitserkennungsgerät **192** kann anschaulicherweise durch das oben beschriebene Erkennungsgerät aus [Fig. 1](#) oder [Fig. 22](#) implementiert werden.

[0228] In einem von einem Spielapparat angebotenen Spiel führt ein Spieler (Beobachtungsobjekt) Gesten aus, die vom Erkennungsgerät **192** erkannt werden. Das erkannte Ergebnis, das die Gesten darstellt, bildet Anweisungen, die in den Spielapparat (Gerät auf der überwachenden Seite) eingegeben werden und dem Spieler das Genießen des Spiels ermöglichen. Wenn der Spieler anschaulicherweise eine vorgegebene Geste, die einen bestimmten Trick in einem "virtuellen" Kampf repräsentiert, führt eine im Spielapparat angezeigte Figur den bezeichneten Trick gegen ihren Gegner aus.

[0229] Ein Gebührenbegleichungsschema wird vom Ausführungsbeispiel wie folgt implementiert. Die Ausstattung auf der Seite des Spielers beinhaltet die Gebührenstandspeichereinheit **195** und die Gebührenstandberechnungseinheit **196**. Wenn der Spieler das Spiel zu spielen beginnt, detektiert das Erkennungsgerät **192** die Startbewegung des Spielers und übermittelt das detektierte Ergebnis an die Empfangseinheit **193** im Spielapparat. Im Spielapparat versorgt die Steuerungseinheit **197** für die Verarbeitungsfunktion für Prepaid-Gebühren die Ausstattung des Spielers mit einer Gebührenstandkürzungsaufforderung, einer Gebührenstandverifikationsaufforderung oder anderen geeigneten Anweisungen, die vom Spieltyp abhängen, der von den von der Empfangseinheit **193** empfangenen Daten repräsentiert wird. In der Ausstattung des Spielers kürzt die Gebührenstandberechnungseinheit **196** den Gebührenstand in der Gebührenstandspeichereinheit **195** oder führt andere geeignete Operationen in Obereinstimmung mit den empfangenen Anweisungen aus.

[0230] Auch wenn sie nicht gezeigt sind, enthält die Ausstattung auf der Seite des Spielers eine Warneinrichtung, die dem Spieler eine Warnung gibt, wenn der gespeicherte Stand in der Speichereinheit **195** unter ein vorgegebenes Niveau fällt. Vor dem Spielen des Spiels wird jeder Spieler aufgefordert, eine vorgegebene Gebühr an den Spielapparat zu zahlen. Das Zahlen der Gebühr setzt den Stand auf einen Anfangswert in der Speichereinheit **195** vor dem Starten des Spiels.

[0231] Das Ausführungsbeispiel aus [Fig. 25](#) integriert wirksam eine Gesteneingabefunktion zum Spielen von Spielen und die mit dem Spielen assoziierte Verarbeitungsfunktion für Prepaid-Gebühren. So ist es für keinen Spieler erforderlich, viele ungewohnte Geräte in der Spielhalle zu tragen, sondern stattdessen die Spiele dort auf eine unbehinderte Weise zu genießen.

[0232] Ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung wird unten unter Bezugnahme auf [Fig. 26](#) beschrieben. Dieses Ausführungsbeispiel ist ein Erkennungssystem mit einem Bewegungs-/Tätigkeitserkennungsgerät gemäß der Erfindung, das mit einer Kreditverarbeitungsfunktion ergänzt ist. Da das Erkennungssystem aus [Fig. 26](#) eine Variation des Ausführungsbeispiels aus [Fig. 25](#) ist, werden gleiche Teile in beiden Ausführungsbeispielen durch gleiche Bezugszeichen bezeichnet, und ihre detaillierten Beschreibungen werden hier weggelassen, wo sie redundant sind.

[0233] Das Erkennungssystem aus [Fig. 26](#) umfasst ein Bewegungs-/Tätigkeitserkennungsgerät **192** und eine Gebührenzahlungsaufforderungseinheit **198** als Ausstattung auf der überwachenden Seite und enthält eine Empfangseinheit **193** für erkannte Ergebnisse und eine Zahlungsaufforderungsempfangseinheit **199** als Ausstattung auf der überwachenden Seite. Zum Zweck der Anschaulichkeit wird die in Verbindung mit dem Ausführungsbeispiel aus [Fig. 25](#) dargestellte Spielhalle wieder als eine Anwendung des Ausführungsbeispiels aus [Fig. 26](#) herangezogen.

[0234] Bei diesem Ausführungsbeispiel beinhaltet die am Spieler befestigte Ausrüstung eine Kreditkartenverarbeitungsfunktion. Wenn der Spieler ein Spiel spielt, erkennt das Erkennungsgerät **192** die Art des Spiels und

lässt die Gebührenzahlungsaufforderungseinheit **198** eine das erkannte Ergebnis wiedergebende Gebührenzahlungsaufforderung ausgeben. Die Zahlungsaufforderung wird von der Empfangseinheit **199** auf der überwachenden Seite empfangen. Nach Erhalt der Aufforderung lässt die Empfangseinheit **199** eine Kreditverarbeitungseinheit **200** der betreffenden Kreditgesellschaft die zu belastende Gebühr zusammen mit der Kreditkartennummer des Spielers vorlegen.

[0235] Das Ausführungsbeispiel aus [Fig. 26](#) integriert so die Gesteneingabefunktion zum Spielen von Spielen und die Kreditverarbeitungsfunktion wirksam. Daher ist es für keinen Spieler erforderlich, viele ungewohnte Geräte in der Spielhalle zu tragen, sondern stattdessen die Spiele auf eine unbehinderte Weise zu genießen.

[0236] Ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung wird unten unter Bezugnahme auf [Fig. 27](#) beschrieben. Dieses Ausführungsbeispiel ist ein Erkennungssystem mit einem Bewegungs-/Tätigkeitserkennungsgerät, das mit einer Einzahlungsverarbeitungsfunktion ergänzt ist, Solche Teile des Ausführungsbeispiels mit strukturell identischen Gegenständen im Ausführungsbeispiel aus [Fig. 25](#) werden durch gleiche Bezugszeichen bezeichnet, und ihre detaillierten Beschreibungen werden hier weggelassen, wo sie redundant sind.

[0237] Das Erkennungssystem aus [Fig. 27](#) umfasst ein Bewegungs-/Tätigkeitserkennungsgerät **192** und eine Einzahlungsrückerstattungsaufforderungseinheit **202** als Ausstattung auf der überwachten Seite und enthält eine Empfangseinheit **193** für erkannte Ergebnisse und eine Bezahlungseinheit **203** für zurückerstattete Einzahlungen als Ausstattung auf der überwachenden Seite. Wiederum zum Zwecke der Anschauung wird die in Verbindung mit dem Ausführungsbeispiel aus [Fig. 25](#) dargestellte Spielhalle als eine Anwendung des Ausführungsbeispiels aus [Fig. 27](#) herangezogen.

[0238] Als Beispiel sei angenommen, dass die Spieler Gesteneingabegeräte (d.h. Erkennungsgeräte **192**) mieten, Spiele spielen und die Geräte nach dem Spielen zurückgeben. In solchen Fällen, in denen ein Teil der Spielausstattung an Kunden vermietet wird, wird der Ausstattungsrückgabeanteil angehoben, wenn Strafen auf fehlende vermietete Geräte erhoben werden. Eine typische Strategie, um die Rückgabe der ausgeliehenen Ausstattung zu sichern, ist ein Einzahlungsschema. Das die Erfindung in [Fig. 27](#) ausführende System unterstützt ein Einzahlungsschema, bei dem jeder Spieler, wenn er das Gesteneingabegerät **192** ausleiht, eine vorgegebene Geldsumme beim Geschäft einzahlt und die Einzahlung bei Rückgabe des gemieteten Gesteneingabegeräts **192** zurückerstattet bekommt.

[0239] Bei diesem System mietet der Spieler das Gesteneingabegerät **192** und hinterlässt die vorgegebene Einzahlung bei der überwachenden Seite. Wenn das Gesteneingabegerät **192** zurückgegeben wird, sendet die Einzahlungsrückerstattungsaufforderungseinheit **202**, die vom Spieler zusammen mit dem Gesteneingabegerät **192** getragen wird, eine Einzahlungsrückerstattungsaufforderung an die Bezahlungseinheit **203** für rückerstattete Einzahlungen auf der überwachenden Seite. Nach Erhalt der Aufforderung gibt die Bezahlungseinheit **203** für rückerstattete Einzahlungen die Einzahlung an den Spieler zurück.

[0240] Wie beschrieben bietet das Ausführungsbeispiel aus [Fig. 27](#) den Vorteil, dass die Rückgaberate gemieteter Bewegungs-/Tätigkeitserkennungsgeräte erhöht wird.

[0241] Das die Erfindung in [Fig. 27](#) ausführende Erkennungssystem kann, ohne Beschränkung darauf, auf zwei Arten von Ausstattung angewendet werden: eine automatische Vermietungsvorrichtung, die mehrere Gesteneingabegeräte beherbergt und die eine von diesen jedesmal vermietet, wenn sie eine vorgegebene Geldsumme als Einzahlung erhält; und eine automatische Geräterückgabevorrichtung, die beim Empfang eines vermieteten Gesteneingabegeräts die gleiche Geldsumme wie die vorgegebene Einzahlung auszahlt.

[0242] Ein anderes Ausführungsbeispiel der Erfindung wird unten unter Bezugnahme auf [Fig. 28](#) beschrieben. Dieses Ausführungsbeispiel ist ein Erkennungssystem mit einem Bewegungs-/Tätigkeitserkennungsgerät, das durch eine Eintritts-/Austrittsverifikationsfunktion zum Prüfen jedes Eintritts in einen ausgezeichneten Bereich durch ein Objekt oder jedes Austritts daraus ergänzt ist. Solche Teile des Ausführungsbeispiels mit strukturell identischen Gegenständen im Ausführungsbeispiel aus [Fig. 25](#) sind durch gleiche Bezugszeichen bezeichnet, und ihre detaillierten Beschreibungen werden hier weggelassen, wo sie redundant sind.

[0243] Das die Erfindung in [Fig. 28](#) ausführende Erkennungssystem umfasst ein Bewegungs-/Tätigkeitserkennungsgerät **192** und eine Antworteinheit **205** zum Antworten an eine Eintritts-/Austrittsverifikationseinheit als Ausstattung auf der überwachten Seite und enthält eine Empfangseinheit **193** für erkannte Ergebnisse, eine Eintritts-/Austrittsverifikationseinheit **206** und eine Ansageeinheit **207** als Ausstattung auf der überwachenden Seite. Wiederum zum Zwecke der Anschauung wird die in Verbindung mit dem Ausführungsbeispiel

aus [Fig. 25](#) dargestellte Spielhalle hier als eine Anwendung des Ausführungsbeispiels in [Fig. 28](#) herangezogen.

[0244] Es sei angenommen, dass Spieler Gesteneingabegeräte (Teil der Ausstattung auf der überwachten Seite) mieten, Spiele spielen und die Geräte nach den Spielen zurückgeben. In den Fällen, in denen die Erkennungsgeräte **192** ausgeliehen und dann zurückgegeben werden, wird die Rückgaberate der ausgeliehenen Ausstattung erhöht, wenn den Spielern zu geeigneten Gelegenheiten eine Ansage gemacht wird, die sie dazu drängt, die Ausstattung zurückzugeben. Wenn zum Beispiel ein Spieler aus dem ausgezeichneten Spielbereich austritt, um irgendwo anders hinzugehen, wird ihm eine Warnung gegeben, wenn er oder sie noch immer das gemietete Gesteneingabegerät, das detektiert wurde, trägt. Solch ein Schema wird durch das Ausführungsbeispiel aus [Fig. 28](#) automatisch implementiert.

[0245] Das Gesteneingabegerät beinhaltet das Gestenerkennungsgerät **192** und die Antworteinheit **205** zum Antworten auf eine Eintritts-/Austrittsverifikationseinheit. Bisweilen sendet die Eintritts-/Austrittsverifikationseinheit **206**, die auf der überwachenden Seite angeordnet ist, Funksignale aus, die einen sehr beschränkten Bereich abdecken.

[0246] Wenn ein Spieler den Spielbereich zu verlassen versucht, während er noch immer das Gesteneingabegerät trägt, empfängt die Antworteinheit **205** ein Signal von der Eintritts-/Austrittsverifikationseinheit **206**, die auf der Begrenzung des Bereichs angeordnet ist. Die Antworteinheit **205** gibt ein Antwortsignal an die Verifikationseinheit **206** zurück. Nach Erhalt des Antwortsignals überprüft die Verifikationseinheit **206**, ob der Spieler dabei ist, den Spielbereich zu verlassen, während er noch immer das ausgeliehene Gesteneingabegerät trägt. Das Überprüfungsergebnis wird an die Ansageeinheit **207** weitergeleitet, die eine Warnung an den fraglichen Spieler ausgibt.

[0247] Wie beschrieben bietet das Ausführungsbeispiel aus [Fig. 28](#) den Vorteil, dass die Rückgaberate vermieteter Bewegungs-/Tätigkeitserkennungsgeräte in einem abgegrenzten Bereich erhöht wird.

[0248] Es folgt eine Beschreibung eines Beispiels der Erkennung von Tätigkeiten eines Beobachtungsobjekts, in dem zyklische Bewegung als ein Beispiel dient.

[0249] **Fig. 47** enthält erklärende Diagramme, die ein Verfahren zur Extraktion eines Gangzyklus zeigen, der als Grundlage der Erkennung einer zyklischen Bewegung dient. Ein Gangzyklus ist eine Zeitdauer zwischen zwei aufeinanderfolgenden Fersenkontakten des gleichen Beins mit der Erdoberfläche. Ein Fersenkontakt ist definiert als ein Moment, in dem die Ferse eines Fußes auf die Erde trifft. Wenn das rechte und das linke Bein mit derselben Geschwindigkeit bewegt werden, ist ein Gangzyklus eine Zeit, die man braucht, um sich zwei Schritte nach vorne zu bewegen. **Fig. 47** enthält Diagramme, die jeweils ein Spektrum eines Beschleunigungssignals in der vertikalen Richtung der Bewegung eines menschlichen Körpers zeigen, wobei das Signal als ein Ergebnis einer Beobachtung erhalten wurde, die für eine Vielzahl von Gehgeschwindigkeiten und Gehbedingungen, von einem langsam gehenden Zustand zu einem rennenden Zustand, ausgeführt wurde. Genauer sind [Fig. 47A](#) und [Fig. 47B](#) Diagramme, die jeweils Frequenzspektren für einen normal gehenden Zustand und einen langsam gehenden Zustand zeigen. Im Fall der Zustände des langsamen Gehens und des Rennens wird ein Spektrum wie das in [Fig. 47A](#) gezeigte erhalten, das eine starke Komponente **2001** bei einer dem Gangzyklus entsprechenden Frequenz zeigt. Beobachtungsergebnisse weisen ebenfalls daraufhin, dass das Spektrum im Falle eines extrem langsam gehenden Zustands mit einem Gangzyklus kleiner oder gleich ungefähr 1,5 Sekunden, d.h. im Falle eines Gehens mit hinterherziehenden Füßen, eine andere starke Komponente aufweisen kann als die dominante Komponente bei einer dem Gangzyklus entsprechenden Frequenz, die von hier an ebenfalls als Gangzyklusfrequenz bezeichnet wird. Es sei bemerkt, dass der durchschnittliche Gangzyklus gesunder Leute 1,03 Sekunden beträgt, während der durchschnittliche Gangzyklus von älteren Leuten 1,43 Sekunden beträgt. Darüber hinaus zeigt das Spektrum in einem extremen Fall andere dominante Komponenten **2006**, die sogar noch stärker als die dominante Komponenten **2002** bei einer dem Gangzyklus entsprechenden Frequenz, wie der in [Fig. 47B](#) gezeigten. Es soll angemerkt werden, dass die in [Fig. 47A](#) und [Fig. 47B](#) gezeigten Spektren jeweils durch Normalisieren der Intensitäten (oder der Potenzen) aller Komponenten außer der Direct-Current-Komponente mittels der maximalen Spektrumsintensität (Potenz). Glücklicherweise weisen Ergebnisse der Beobachtung auch darauf hin, dass es in den beobachteten Geh- und Rennbewegungen mit einem Gangzyklus im Bereich von 0,35 bis 2,0 Sekunden, die jeweils den Zuständen des Rennens und des langsamen Gehens entsprechen, kein Spektrum gibt, das eine starke Komponente bei einer niedrigeren Frequenz als der Gangzyklusfrequenz zeigt, wodurch die folgende Verarbeitungsprozedur möglich wird. Es folgt eine Beschreibung der Verarbeitungsprozedur zum Finden der Gangzyklusfrequenz und der Intensität (oder der Potenz) einer Spektralkomponente bei der Gangzyklusfrequenz in einem eine Bewegung re-

präsentierenden Spektrum unter Bezugnahme auf [Fig. 47C](#).

(1) Der Durchschnittswert T (durch Bezugszeichen **2003** bezeichnet) der Potenzen aller Spektralkomponenten außer der Direct-Current-Komponente (d.h. die Oberwelle 0-ter Ordnung) wird mittels der folgenden Gleichung berechnet:

$$T = \frac{\sum_{n=1}^m P(n)}{m},$$

wobei die Bezeichnung m die höchste Ordnung der Oberwellen und die Notation $P(n)$ die Potenz der Oberwelle n -ter Ordnung des Spektrums bezeichnen.

(2) Um lediglich Komponenten zu extrahieren, die jeweils eine größere Potenz als den Durchschnittswert T haben, werden Frequenzbereiche (a_i, b_i) identifiziert, die eine durch die folgenden Beziehungen repräsentierte Bedingung erfüllen:

$$n \neq 0 \text{ und } P(n) > T.$$

[0250] Die obige Beziehung zeigt an, dass die Potenzen $P(n)$ aller Spektralkomponenten außer der Direct-Current-Komponente in jedem der Frequenzbereiche (a_i, b_i) größer als der Durchschnittswert T **2003** sind.

[0251] Der Durchschnittswert T der Spektralpotenz wird wie oben beschrieben als ein Schwellenwert benutzt, da die Potenz beim Gangzyklus und andere Potenzen jeweils in Abhängigkeit vom Typ der Bewegung variieren, so dass es passieren kann, dass die Potenz bei der Gangzyklusfrequenz nicht extrahiert werden kann, wenn der Schwellenwert auf einen festen Wert gesetzt ist.

[0252] Es sei angemerkt, dass während der Durchschnittswert T als ein Schwellenwert im vorliegenden Ausführungsbeispiel genommen wird, die Beschreibung nicht beschränkend auszulegen ist. Zum Beispiel ist anstelle der Verwendung des Durchschnittswerts T als ein Schwellenwert eine Verarbeitung unter Verwendung eines Produkts des Durchschnittswerts T und eines vorgegebenen Koeffizienten als ein Schwellenwert ebenfalls denkbar.

(3) Ein Bereich (a_0, b_0) niedrigster Frequenz, d.h. ein Frequenzbereich (wobei $i = 0$) zu niedrigsten Frequenzen unter den im obigen Schritt (2) gefundenen Frequenzbereichen (a_i, b_i) , wird identifiziert und eine maximale Potenz $P(j)$ und die Frequenz j einer Spektralkomponente mit der maximalen Potenz $P(j)$ im Bereich (a_0, b_0) niedrigster Frequenz werden gefunden. Es sei angemerkt, dass die maximale Potenz $P(j)$ und die Frequenz j in [Fig. 47C](#) jeweils durch Bezugszeichen **2005** und **2004** bezeichnet sind. Die maximale Potenz $P(j)$ wird durch die folgende Gleichung ausgedrückt:

$$S = P(j) = \max[P(a_0), P(b_0)],$$

wobei die Notation S die Potenz einer Spektralkomponente bei einer Gangzyklusfrequenz j ist. Das bedeutet, dass die Frequenz j und die Potenz $P(j)$, die mit der oben beschriebenen Prozedur gefunden wurden, die Gangzyklusfrequenz und die Potenz einer Spektralkomponente bei der Gangzyklusfrequenz sind. Die Frequenz j wird als die Anzahl von Schritten pro Sekunde definiert. Wie oben beschrieben setzt sich der Gangzyklus G_c aus zwei Schritten zusammen. Daher kann die Länge des Gangzyklus G_c mittels der folgenden Gleichung gefunden werden:

$$G_c = 2/j.$$

[0253] Wie oben beschrieben sind [Fig. 47A](#) und [Fig. 47B](#) Spektren, aus denen die Gangzyklusfrequenzen **2001** und **2002** jeweils extrahiert werden. Vergleiche von Messergebnissen mittels einer Stoppuhr mit Ergebnissen, die aus der oben beschriebenen Prozedur erhalten wurden, zeigen für Gangzyklen im Bereich von 0,35 bis 2,0 Sekunden eine näherungsweise Übereinstimmung der beiden.

[0254] Der Unterschied zwischen den Zuständen des Gehens und Rennens besteht darin, dass es im Letzteren Zeitabschnitte gibt, in denen beide Füße gleichzeitig vom Erdboden abgehoben sind. Zum Beginn eines Abschnitts des freien Falls beider Füße von einem Zustand, in dem beide von der Erdoberfläche getrennt sind, zur Erde hin gibt ein am menschlichen Körper befestigter Beschleunigungssensor einen gemessenen Beschleunigungswert von $0G$ an. Das bedeutet, dass das Messergebnis wahrscheinlich einen Zustand von fast gar keiner Gravitationskraft anzeigt. Indem daher beurteilt wird, ob ein Zustand keiner Gravitationskraft auftritt, erscheint die Erkennung des Unterschieds zwischen den Zuständen des Gehens und Rennens möglich. Als

Beobachtungsergebnisse der Zustände des normalen Gehens und normalen Rennens beobachtete Wellenformen sind jeweils in [Fig. 48A](#) und [Fig. 48B](#) dargestellt. Im Falle des in [Fig. 48A](#) gezeigten Gehens zeigt der Graph Variationen in der Beschleunigung mit einer Amplitude von ungefähr 0,3 G um eine Gravitationskraftbeschleunigung von 1,0 G herum. Es ist offensichtlich aus der Figur, dass der Minimalwert der vom menschlichen Körper erfahrenen Beschleunigung ungefähr 0,7 G ist, was darauf hinweist, dass der Zustand keiner Gravitationskraft nicht auftritt. Im Falle des in [Fig. 48B](#) gezeigten Rennens zeigt der Graph auf der anderen Seite Variationen in der Beschleunigung mit einer auf ungefähr 1,0 G gesteigerten Amplitude sowie die Existenz von Zuständen keiner Gravitationskraft, d.h. Zuständen von einer Gravitationskraft von 0,0 G. Um zu einer Beurteilung davon zu kommen, ob ein Zustand keiner Gravitationskraft existiert oder nicht, kann die mittels der oben beschriebenen Prozedur gefundene Potenz einer Spektralkomponente bei der Gangzyklusfrequenz verwendet werden, um die Amplitude der Variationen in der Beschleunigung mit einem kritischen Wert, der wie in [Fig. 48B](#) gezeigt 1,0 G ist, zu vergleichen. Dies liegt daran, dass die Variationen in der Beschleunigungssignalamplitude im Zustand des Rennens durch eine sinusförmige Kurve mit einer der Gangzyklusfrequenz gleichen Frequenz repräsentiert werden können. Die Potenz der sinusartigen Spektralkomponente bei der Gangzyklusfrequenz entspricht daher gerade dem Wert der Amplitude des Beschleunigungssignals mit einer Frequenz, die mit der Gangzyklusfrequenz übereinstimmt. In der Praxis entspricht die Potenz der Spektralkomponente bei der Gangzyklusfrequenz jedoch nicht perfekt dem Wert der Amplitude des Beschleunigungssignals aufgrund einer Abtastbeziehung zwischen der Breite einer Fensterfunktion zum Ausführen der FFT-Verarbeitung und des Gangzyklus, Diskrepanzeffekten zwischen den Variationen in der Beschleunigung und der sinusartigen Kurve und Effekten der Trägheitskraft eines infinitesimalen Gewichts im Beschleunigungssensor. Aus diesem Grund wird anstelle der in [Fig. 48B](#) gezeigten Amplitude 1,0 G eine Gangzyklusamplitude von 0,8 G als ein Kriterium dafür verwendet, ob die Bewegung Gehen oder Rennen ist. In Anbetracht der Tatsache, dass die Potenz einer Spektralkomponente bei der Gangzyklusfrequenz als ein Wert zum Vergleichen mit einem kritischen Wert in einer Beurteilung von Übergängen aus dem Ruhezustand zum Gehen und dann zum Rennen verwendet werden kann, wird der Bewegungszustand durch die Verwendung solch einer Spektralkomponentenpotenz erkannt. Natürlich kann eine Beurteilung dessen, ob ein Zustand keiner Gravitationskraft auftritt oder nicht, dadurch erfolgen, dass ein minimaler Beschleunigungswert einer gemessenen Beschleunigungswellenform gefunden wird, wie offensichtlich aus [Fig. 48B](#) folgt. In diesem Fall ist es jedoch notwendig, Probleme inkorrektener Erkennung aufgrund von Rauschen in Betracht zu ziehen.

[0255] Beobachtungsergebnisse von Übergängen zu zügigeren Bewegungen, das heißt von einem Ruhezustand in einen gehenden Zustand und dann in einen rennenden Zustand, geben an, dass die erkannte Potenz einer Spektralkomponente bei der Gangzyklusfrequenz ansteigt, was solche Bewegungsübergänge begleitet. Aus diesem Grund wurde anstatt der Erkennung des Zustands als entweder gehend oder rennend wie ein Binärwert ein Versuch unternommen, den Zustand des Gehens oder Rennens durch Aufteilung in feine Zustände zu erkennen, wobei die Potenz einer Spektralkomponente bei der Gangzyklusfrequenz als ein Indikator genommen wurde. [Fig. 49](#) ist ein Diagramm, das Beziehungen zwischen der Potenz einer Spektralkomponente bei der Gangzyklusfrequenz und dem Grad der Erkennungswahrscheinlichkeit jedes Erkennungsgegenstands, einen Indikator dafür, wie wahrscheinlich die Erkennung des Erkennungsgegenstands ist, zeigt. Die vertikale und die horizontale Achse der Figur stellen jeweils den Grad der Erkennungswahrscheinlichkeit und die Potenz einer Spektralkomponente bei der Gangzyklusfrequenz dar, wobei die letztere in Einheiten der Gravitationskraft (G) ausgedrückt ist, da die Potenz einer Spektralkomponente bei der Gangzyklusfrequenz der Amplitude eines das Spektrum repräsentierenden Beschleunigungssignals entspricht. Mit einem Erkennungsgegenstand ist der Zustand einer Bewegung wie etwa die Ruhe, das langsame Gehen, das Gehen, das zügige Gehen oder das Rennen gemeint. Wie in der Figur gezeigt ist der Wahrscheinlichkeitsgrad W_n jedes Erkennungsgegenstands eine Funktion von S , der Potenz einer Spektralkomponente bei der Gangzyklusfrequenz. Der Wert des Grads der Erkennungswahrscheinlichkeit kann ein beliebiger Wert im Bereich von 0 bis 1 für einen möglichen Wert S_u der Potenz einer Spektralkomponente bei der Gangzyklusfrequenz wie im Folgenden beschrieben sein, wobei die Grenzwerte 0 und 1 jeweils die eine unwahrscheinlichste Möglichkeit repräsentierende minimale Wahrscheinlichkeit und die eine wahrscheinlichste Möglichkeit repräsentierende maximale Wahrscheinlichkeit angeben:

$$W_n; S_u \rightarrow \{0, 1\}.$$

[0256] Danach wird die Funktion als Leistungsfunktion verwendet. Es gibt zwei Arten von verwendeten Leistungsfunktionen. Eine Leistungsfunktion der ersten Art ist eine Gehleistungsfunktion oder eine Rennleistungsfunktion, die jeweils zur Auswertung des Bewegungszustands als gehend oder rennend verwendet werden. Die Gehleistungsfunktion und die Rennleistungsfunktion werden jeweils in [Fig. 49](#) durch eine gepunktete Linie **2101** und eine durchgezogene Linie **2104** gezeigt. Wie in der Fig. gezeigt wird der Zustand eine Bewegung gemäß der ersten Art von Leistungsfunktion, falls die Potenz einer Spektralkomponente bei der Gangzyklus-

frequenz größer als ein kritischer Wert ist, als gehend im Falle einer Gehleistungsfunktion oder als rennend im Falle einer Rennleistungsfunktion mit einem Grad der Erkennungswahrscheinlichkeit von 1 eingestuft. Die Leistungsfunktion W_{step} der ersten Art ist wie folgt gegeben:

$$\begin{aligned} W_1(S; a, b) &= 0 && \text{für } S < a \\ &= (S/(b-a) - a/(b-a)) && \text{für } a \leq S \leq b \\ &= 1 && \text{für } S > b. \end{aligned}$$

[0257] Eine Leistungsfunktion der zweiten Art ist eine Leistungsfunktion des lockeren Gehens oder eine Leistungsfunktion des zügigen Gehens, die jeweils zur Auswertung des Zustands einer Bewegung als locker gehend oder zügig gehend verwendet werden. Die Leistungsfunktion des lockeren Gehens und die Leistungsfunktion des zügigen Gehens werden jeweils durch eine gestrichelte Linie **2102** und eine punktgestrichelte Linie **2103** in [Fig. 49](#) gezeigt. Wie in der Figur gezeigt erreicht der Grad der Erkennungswahrscheinlichkeit gemäß der zweiten Art von Leistungsfunktion bei einem gewissen Wert der Potenz einer Spektralkomponente bei der Gangzyklusfrequenz einen Spitzenwert von 1, das heißt, der Bewegungszustand wird als locker gehend im Falle einer Leistungsfunktion des lockeren Gehens oder als zügig gehend im Falle einer Leistungsfunktion des zügigen Gehens mit einem Grad der Erkennungswahrscheinlichkeit von 1 eingestuft. Die Leistungsfunktion W_{peak} der zweiten Art ist wie folgt beschrieben:

$$\begin{aligned} W_b(S; a, b, c) &= 0 && \text{für } S < a \\ &= (S/(b-a) - a/(b-a)) && \text{für } a \leq S \leq b \\ &= (S/(b-c) - c/(b-c)) && \text{für } b \leq S \leq c \\ &= 1 && \text{für } S > c. \end{aligned}$$

[0258] Die Werte der als kritische Werte verwendeten Parameter a , b und c werden durch Beobachten der Bedingungen einiger normal gesunder Leute unter Beobachtung bestimmt. Die horizontale und die vertikale Achse der in [Fig. 48](#) gezeigten Kurven repräsentieren jeweils die Potenz einer Spektralkomponente bei der Gangzyklusfrequenz und den Grad der Erkennungswahrscheinlichkeit. Zu erkennende Bewegungszustände sind Ruhe, Gehen und Rennen. Darüber hinaus repräsentiert der Zustand einer als lockeres Gehen bezeichneten Bewegung den Grad eines Übergangsvorgangs von einem Ruhezustand ins normale Gehen, während der Zustand einer als zügiges Gehen bezeichneten Bewegung den Grad eines Übergangsvorgangs vom normalen Gehen ins Rennen repräsentiert, so dass es insgesamt fünf Bewegungszustände gibt.

[0259] Der Ruhezustand wird erkannt, wenn die Potenz einer Spektralkomponente bei der Gangzyklusfrequenz einen Wert einnimmt, der kleiner oder gleich $0,006 G$ ist. Dies liegt daran, dass die maximale Potenz von in einem Ruhezustand gemessenen Beschleunigungsspektralkomponenten ungefähr $0,004 G$ beträgt. Wenn der Wert $0,004 G$ als Schwellenwert benutzt würde, würde ein Ruhezustand wahrscheinlich inkorrekt als Gehend erkannt werden, weil die Potenz von Rauschen, das der Potenz einer Spektralkomponente bei der Gangzyklusfrequenz im Ruhezustand zugefügt ist, zu einem Wert größer als $0,004 G$ führen würde. Daher gewährleistet der Schwellenwert $0,006 G$, dass ein Ruhezustand durch die Verarbeitung unter keinen Umständen inkorrekt als gehend erkannt wird.

[0260] Der Zustand des Gehens wird erkannt, wenn die Potenz einer Spektralkomponente bei der Gangzyklusfrequenz den Schwellenwert $0,006 G$ des oben beschriebenen Ruhezustands übersteigt, wobei der Grad der Erkennungswahrscheinlichkeit linear mit der Potenz einer Spektralkomponente bei der Gangzyklusfrequenz ansteigt. Der Grad der Erkennungswahrscheinlichkeit erreicht einen Maximalwert von 1, wenn die Potenz einer Spektralkomponente bei der Gangzyklusfrequenz auf $0,03 G$ ansteigt wobei diese danach wie durch den Graph **2101** gezeigt flach bleibt. Hier wird das Gehen, wie durch den Graph **2101** angegeben, als ein Zustand aller Bewegungen einschließlich sogar des Rennens definiert. Wenn demgemäß ein anderer Zustand einer zyklischen Bewegung als ein Ruhezustand (das heißt Gehen) erkannt wird, ist der Grad der Erkennungswahrscheinlichkeit des Gehens größer als 0. Es sei angemerkt, dass ein Wert leicht größer als 0 dem sehr langsamen Gehen mit einem Gangzyklus von 2,0 Sekunden entspricht. Wenn die Gehbewegung weiter in einen Zustand eintritt, in dem sich der menschliche Körper bis zum Äußersten nach oben und unten bewegt, steigt die Potenz einer Spektralkomponente bei der Gangzyklusfrequenz auf $0,03 G$ an. Fuzzy-Zustandsverarbeitung wird daher für einen mehrdeutigen Zustand zwischen einem Ruhezustand mit der Potenz einer Spektralkomponente bei der Gangzyklusfrequenz bei einem Wert gleich $0,006 G$ und einem gehenden Zustand mit dem Grad der Erkennungswahrscheinlichkeit bei einem Wert gleich 1,0 und der Potenz einer Spektralkomponente bei der Gangzyklusfrequenz bei einem auf $0,03 G$ angestiegenen Wert ausgeführt. Dieser Zu-

stand des Gehens im Bereich von 0,006 G bis 0,03 G ist ein Fuzzy-Zustand oder ein mehrdeutiger Zustand. Tatsächlich stellen alle in [Fig. 49](#) gezeigten geneigten Liniensegmente einen Fuzzy-Zustand dar. Die Gehleistungsfunktion W_{walk} für solch eine Fuzzy-Zustandsverarbeitung wird durch das folgende Symbol gegeben:

$$W_{\text{walk}}(S:0,006; 0,03).$$

[0261] Wie durch den Graph **2102** angezeigt steigt der Grad der Erkennungswahrscheinlichkeit des lockeren Gehens linear von 0 beim Schwellenwert des Ruhezustands an und erreicht einen Spitzenwert von 1,0, wenn die Potenz einer Spektralkomponente bei der Gangzyklusfrequenz gleich 0,1 G wird. Danach sinkt der Grad der Erkennungswahrscheinlichkeit linear vom Spitzenwert 1,0 ab und erreicht den niedrigsten Wert 0, wenn die Potenz einer Spektralkomponente bei der Gangzyklusfrequenz auf 0,3 G ansteigt. Dieser Graph **2102** ist so gezeichnet, dass er kritische Werte von 0,1 G und 0,3 G zeigt, da die Potenz einer Spektralkomponente bei der Gangzyklusfrequenz, wenn das Beobachtungsobjekt langsam geht, sich als 0,1 G ergibt und sich, wenn das Objekt normal geht, die Potenz einer Spektralkomponente bei der Gangzyklusfrequenz als 0,3 G ergibt. Die Leistungsfunktion des lockeren Gehens $W_{\text{leisurely}}$ für solch eine Fuzzy-Zustandsverarbeitung wird durch das folgende Symbol bezeichnet:

$$W_{\text{leisurely}}(S: 0,006; 0,1; 0,3).$$

[0262] Wie durch den Graph **2103** angezeigt steigt der Grad der Erkennungswahrscheinlichkeit des zügigen Gehens linear von 0 beim normalen Gehen an, wobei die Potenz einer Spektralkomponente bei der Gangzyklusfrequenz einen Wert gleich 0,3 G hat, und erreicht einen Spitzenwert von 1,0, wenn die Potenz einer Spektralkomponente bei der Gangzyklusfrequenz gleich 0,5 G wird. Danach sinkt der Grad der Erkennungswahrscheinlichkeit linear vom Spitzenwert 1,0 ab und erreicht den niedrigsten Wert 0, wenn die Potenz einer Spektralkomponente bei der Gangzyklusfrequenz auf 0,8 G ansteigt. Dieser Graph **2103** ist so gezeichnet, dass er kritische Werte von 0,5 G und 0,8 G ähnlich dem das langsame Gehen repräsentierenden Graph **2102** zeigt, da sich die Potenz einer Spektralkomponente bei der Gangzyklusfrequenz, wenn das Beobachtungsobjekt schnell geht, als 0,5 G herausgestellt hat und sich, wenn das Objekt in den rennenden Zustand eintritt, die Potenz einer Spektralkomponente bei der Gangzyklusfrequenz als 0,8 G herausgestellt hat. Die Leistungsfunktion des zügigen Gehens W_{brisk} für eine solche Fuzzy-Zustandsverarbeitung wird durch das folgende Symbol bezeichnet:

$$W_{\text{brisk}}(S:0,3; 0,5; 0,8).$$

[0263] Wie durch den Graph **2104** angezeigt wird der Zustand des Rennens erkannt, wenn die Potenz einer Spektralkomponente bei der Gangzyklusfrequenz den Wert 0,5 G übersteigt, wobei der Grad der Erkennungswahrscheinlichkeit linear mit der Potenz einer Spektralkomponente bei der Gangzyklusfrequenz ansteigt. Der Grad der Erkennungswahrscheinlichkeit erreicht einen Maximalwert von 1, wenn die Potenz einer Spektralkomponente bei der Gangzyklusfrequenz auf 0,8 G ansteigt und bleibt danach flach. Der Graph **2104** ist so gezeichnet, dass er einen kritischen Wert von 0,8 G zeigt, da ein Zustand des sehr langsamen Rennens beobachtet worden ist, bei dem ab und zu beide Füße von der Erdoberfläche getrennt waren, wenn die Potenz einer Spektralkomponente bei der Gangzyklusfrequenz den Wert 0,8 G erreicht. Wie zuvor beschrieben ist der Wert 0,8 G ein kritischer Wert, der bei der Beurteilung verwendet wird, ob ein Zustand keiner Gravitationskraft existiert oder nicht. Die Leistungsfunktion des Rennens W_{run} für solch eine Fuzzy-Zustandsverarbeitung wird durch das folgende Symbol bezeichnet:

$$W_{\text{run}}(S:0,5; 0,8).$$

[0264] Der Bewegungszustand wird durch Auswertung des Grads der Erkennungswahrscheinlichkeit der Bewegung erkannt, indem der Wert der Potenz einer Spektralkomponente bei der Gangzyklusfrequenz im Ausdruck der Leistungsfunktion für die Bewegung eingesetzt wird. Wenn der Wert der Potenz einer Spektralkomponente bei der Gangzyklusfrequenz zum Beispiel bei 0,6 G beobachtet wird, ergibt sich der Grad der Erkennungswahrscheinlichkeit für das Gehen aus dem in [Fig. 49](#) gezeigten Graph **2101** als 1,0, ein Wert, der einen Zustand des Gehens einschließlich des Rennens angibt. Genauer gesagt befindet sich das Beobachtungsobjekt in einem Bewegungszustand mit einem Wahrscheinlichkeitsgrad fürs zügige Gehen von 0,67 und einem Wahrscheinlichkeitsgrad für das Rennen von 0,33 jeweils den Graphen **2103** und **2104** entsprechend und befindet sich auf keinen Fall in einem Zustand des lockeren Gehens.

[0265] Darüber hinaus kann der Gradient eines menschlichen Körpers, das heißt, der Zustand der aufrechten/sich anlehnenen Haltung des menschlichen Körpers, aus einem Durchschnittswert von von einem Be-

schleunigungssensor beobachteten Beschleunigungsänderungen erkannt werden. Der Beschleunigungssensor wird zum Messen von Beschleunigungsänderungen in einer Achsenrichtung bezüglich deren Struktur verwendet. Wenn insbesondere ein Gradientenwinkel, der durch die Empfindlichkeitsrichtung des Beschleunigungssensors und die Richtung der Gravitationskraft gebildet wird, auf 0 Grad gesetzt wird, das heißt auf einen Gradientenwinkel, bei dem die Empfindlichkeitsrichtung des Beschleunigungssensors mit der Richtung der Gravitationskraft übereinstimmt, wird eine Beschleunigung von 1,0 G, ein Durchschnittswert gleich der Gravitationskraftbeschleunigung, beobachtet. Wenn der Gradientenwinkel jedoch ansteigt, sinkt die beobachtete Durchschnittsbeschleunigung im Ganzen graduell aber invers proportional zum Gradientenwinkel ab. Wenn die Empfindlichkeitsrichtung des Beschleunigungssensors schließlich rechtwinklig zur Gravitationskraft gerichtet wird, das heißt, wenn der von der Empfindlichkeitsrichtung des Beschleunigungssensors und der Gravitationskraft gebildete Gradientenwinkel auf 90 Grad gesetzt wird, wird die Gravitationskraftbeschleunigung nicht mehr beobachtet. Daher kann in einem Ruhezustand der Gradient des Beschleunigungssensors (das heißt, der Gradient des menschlichen Körpers) aus dem beobachteten Durchschnittswert der Beschleunigung gemessen werden. Selbst wenn der menschliche Körper in Bewegung gesetzt wird, kann der Zeitachsendurchschnitt beobachteter Beschleunigungswerte unter der Annahme, dass der menschliche Körper keine andere externe Kraft als die Gravitationskraft erfährt, als Gravitationskraftbeschleunigung angesehen werden. Indem daher das Verhältnis eines berechneten Durchschnittswerts von beobachteten Beschleunigungsänderungen zur Gravitationskraftbeschleunigung 1,0 G berechnet wird, kann der Gradient des menschlichen Körpers gefunden werden. Der Durchschnittswert beobachteter Beschleunigungsänderungen wird als die Größe einer Direct-Current-Komponente (die Oberwelle 0-ter Ordnung) eines sich aus einer Frequenzanalyse ergebenden Spektrums ausgegeben. Die Größe der Direct-Current-Komponente wird dazu verwendet, den Gradienten des menschlichen Körpers zu finden, der wiederum dazu verwendet wird, zu einer Beurteilung über den Zustand der aufrechten/sich anlehnenen Haltung des menschlichen Körpers zu kommen.

[0266] Im Falle des oben beschriebenen Beispiels ergibt sich aus dem von der vorliegenden Erfindung vorgesehenen Erkennungsverfahren ein Wahrscheinlichkeitsgrad des zügigen Gehens von 0,67 und ein Wahrscheinlichkeitsgrad des Rennens von 0,33. Durch bloßes Betrachten solcher Zahlen ist es nichtsdestoweniger noch immer schwierig für den Beobachter zu wissen, in welcher Bewegung der Körper des Beobachtungsobjekts sich befindet. Um dieses Problem zu lösen, ist ein Ausführungsbeispiel vorgesehen, das ein Verfahren zum Ausdrücken von Erkennungsergebnissen einer Bewegung nicht durch Zahlen oder Worte sondern durch Animation mittels CG (Computergrafik) implementiert, was vom Betrachter intuitiv mit Leichtigkeit verstanden werden kann.

[0267] [Fig. 30](#) ist ein Diagramm, das die Konfiguration eines Systems zum Anzeigen von Ergebnissen zeigt, die aus der Beobachtung einer Bewegung, einer Tätigkeit und/oder Arbeit eines Beobachtungsobjekts mittels einer Bewegungs-/Tätigkeits-/Arbeitserkennungsvorrichtung erhalten wurden, durch Animation mittels Computergrafik als einem Verfahren zum Ausdrücken von Bewegungen, Tätigkeiten und/oder Arbeit eines Gelenkstrukturkörpers.

[0268] Wie in dem Konfigurationsdiagramm gezeigt umfasst das System an einem Beobachtungsobjekt **1** befestigte Messinstrumente **2** und **3**; eine Bewegungs-/Tätigkeits-/Arbeitserkennungsvorrichtung **1033** zum Erkennen der Bewegung, der Tätigkeit und/oder der Arbeit des Beobachtungsobjekts auf der Grundlage von durch die Messinstrumente **2** und **3** gemessenen Ergebnissen; eine erste Datenbank **1030**, die Daten charakteristischer Größen zur Verwendung bei der Erkennung der Bewegung, der Tätigkeit und/oder der Arbeit enthält; eine Bewegungs-/Tätigkeits-/Arbeitsausdrucksvorrichtung **1035** mit Gelenkstrukturkörpern zum Ausdrücken von Bewegungen, Tätigkeiten und/oder Arbeit eines Gelenkstrukturkörpers, die aus einem Ergebnis einer Erkennung **1034** als ein zwei- oder dreidimensionales Bild abgeleitet worden sind; eine zweite Datenbank **1031**, die Daten charakteristischer Größen zur Verwendung beim Ausdrücken der Bewegung, der Tätigkeit und/oder der Arbeit enthält; sowie eine Ausgabereinheit **1032** zum Anzeigen der zwei- oder dreidimensionalen Bilder.

[0269] Zuerst werden die Messergebnisse von den am Beobachtungsobjekt **1** befestigten Messinstrumenten **2** und/oder **3** an die Bewegungs-/Tätigkeits-/Arbeitserkennungsvorrichtung **1033** übertragen. Die Ergebnisse werden dann mit in der ersten Datenbank **1030** gespeicherten charakteristischen Größen verglichen, um das Erkennungsergebnis **1034** auszugeben. Es sei angemerkt, dass eine charakteristische Größe einer Bewegung im Allgemeinen der Potenz (Intensität) einer Spektralkomponente bei der Gangzyklusfrequenz für die Bewegung entspricht, das heißt, der Amplitude des die Bewegung repräsentierenden Beschleunigungssignals entspricht. Bei diesem Beispiel weist das Erkennungsergebnis daraufhin, dass sich das Beobachtungsobjekt **1** in einem Zustand des Gehens befindet. Das Erkennungsergebnis **1034** wird dann an die Bewegungs-/Tätig-

keits-/Arbeitsausdrucksvorrichtung **1035** mit Gelenkstrukturkörpern zum Ausdrücken von Bewegungen, Tätigkeiten und/oder Arbeit eines Gelenkstrukturkörpers geliefert. Bei diesem Beispiel ist der Gelenkstrukturkörper das Beobachtungsobjekt.

[0270] Die Bewegungs-/Tätigkeits-/Arbeitsausdrucksvorrichtung **1035** mit Gelenkstrukturkörpern bezieht charakteristische Größen für das von der Bewegungs-/Tätigkeits-/Arbeitserkennungsvorrichtung **1033** ausgegebene Beobachtungsergebnis **1034** aus der zweiten Datenbank **1031**. Die charakteristischen Größen werden zum Erzeugen von Informationen über die Bewegung des Gelenkstrukturkörpers verwendet, der schließlich an die Ausgabeinheit **1032** als Animation geliefert wird.

[0271] Ein Verfahren zum Ausdrücken der Bewegung eines Menschen gemäß den Charakteristiken der Bewegung mittels Computergrafik ist in einem Magazin wissenschaftlicher Arbeiten unter dem Titel "A method of Expressing Walking Behavior of a Human Being Accompanying Feelings by Animation using computer graphics," veröffentlicht von der Academic Society of Electronic, Information and Communication Engineers, D – II, Band J76-D-II, Nr. 8, S. 1822 bis 1831, August 1993, und in US-Patent 5,483,630 offenbart. Diese Dokumente beschreiben ein Verfahren zum Ausdrücken einer Vielzahl von Bewegungen mittels Animation mit Computergrafik, wobei charakteristische Größen, die Charakteristiken aller Arten von Gehverhalten ausdrücken, aus verschiedenen Arten von Gehverhalten von Menschen extrahiert, und dann kann durch Synthetisieren einer Vielzahl extrahierter charakteristischer Größen und durch Steuern der Stärke (das Gewicht) jeder charakteristischen Größe eine Vielzahl von Bewegungen durch Animation mittels Computergrafik ausgedrückt werden. Es sei angemerkt, dass die Stärke (Gewicht) einer charakteristischen Größe im Allgemeinen dem Grad der Erkennungswahrscheinlichkeit der Bewegung entspricht, die durch ein Spektrum repräsentiert wird, deren Komponentenpotenz bei der Gangzyklusfrequenz der charakteristischen Größe entspricht.

[0272] Die vorliegende Erfindung bietet ein neuartiges Verfahren, das auf dem in den obigen Dokumenten offenbarten Verfahren basiert. Das von der vorliegenden Erfindung gebotene Verfahren wird zum Ausdrücken einer Vielzahl von Bewegungen durch Animation mittel Computergrafik gemäß den Charakteristiken der erkannten Bewegungen verwendet.

[0273] Genauer verwenden die Erfinder der vorliegenden Erfindung das in den obigen Dokumenten offenbarte Verfahren, wodurch es erlaubt wird, dass eine Vielzahl von zyklischen Bewegungen durch Steuern der charakteristischen Größen der Bewegungen erzeugt werden. Ein Verarbeitungsablauf zum Erzeugen solcher zyklischer Bewegungen wird wie folgt kurz beschrieben.

[0274] [Fig. 31](#) ist ein Skelettdiagramm, das ein Verfahren zum Ausdrücken einer Bewegung eines Menschen durch Verwendung der charakteristischen Größen der Bewegung zeigt. Insbesondere wird die Figur verwendet, um ein Beispiel der Erzeugung der Bewegung des rechten Kniegelenks **1044** als einer Funktion $j(t)$ zu erklären. Es sei jedoch angemerkt, dass Bewegungen anderer Gelenke ebenfalls durch die Verwendung des gleichen Verfahrens erzeugt werden können. Im Ergebnis können auch Bewegungen von Gelenken des gesamten Körpers erzeugt werden.

[0275] Zuerst wird der Beugungswinkel des Gelenks des rechten Knies, der während einer Vielzahl von Gehbewegungen gebildet wird, gemessen. Dann ergibt sich eine Differenz $G(\omega)$ zwischen der Frequenzcharakteristik $B(\omega)$ des normalen Gehens und der Frequenzcharakteristik $J(\omega)$ einer tatsächlich gemessenen Gehbewegung wie folgt:

$$G(\omega) = B(\omega) - J(\omega)$$

[0276] $G(\omega)$ in der obigen Gleichung ist eine charakteristische Größe, die zum Ausdrücken der tatsächlich gemessenen Bewegung verwendet wird. Diese charakteristische Größe $G(\omega)$ wird in einer in [Fig. 31](#) gezeigten Datenbank **1041** für charakteristische Größen gespeichert, die der in [Fig. 30](#) gezeigten zweiten Datenbank entspricht. Wie oben beschrieben entspricht eine charakteristische Größe einer Bewegung im Allgemeinen der Potenz (Intensität) einer Spektralkomponente bei der Gangzyklusfrequenz für die Bewegung, das heißt, sie entspricht der Amplitude des die Bewegung repräsentierenden Beschleunigungssignals. Wie in [Fig. 31](#) gezeigt gibt es mehrere in der Datenbank **1041** für charakteristische Größen gespeicherte charakteristische Größen $G(\omega)$. Jede der charakteristischen Größen hat ein adverbielles Subskript zum Ausdrücken der Charakteristik des Gehens wie etwa "leisurely" ("locker") für eine charakteristische Größe $G_{\text{leisurely}}(\omega)$, "brisk" ("zügig") für eine charakteristische Größe $G_{\text{brisk}}(\omega)$ und "run" ("rennen") für eine charakteristische Größe $G_{\text{run}}(\omega)$. Darüber hinaus ist es möglich, adverbielle Subskripte wie etwa "walking" ("gehend") und "depressed" ("deprimiert") jeweils an das Symbol G zum Bilden neuer charakteristischer Größen $G_{\text{walk}}(\omega)$ und $G_{\text{depressed}}(\omega)$, die in

Fig. 31 nicht gezeigt sind, anzuhängen. Es sei angemerkt, dass all diese neuen charakteristischen Größen durch Verwendung des unten erklärten Verfahrens aufgefunden werden können.

[0277] Eine Bewegung kann durch Synthetisieren charakteristischer Größen für die zu erzeugende Bewegung, um eine neue charakteristische Größe zu ergeben, erzeugt werden. Die Bewegung $j(t)$ des Gelenks wird dann durch Ausführen einer inversen Transformationsverarbeitung an der neu erschaffenen charakteristischen Größe erzeugt. Offensichtlicherweise ergibt sich aus der folgenden Gleichung, dass durch Überlagern einer Mehrzahl charakteristischer Größen und durch Anpassen der Gewichte (der Stärken) der charakteristischen Größen eine andere als die tatsächlich gemessene Bewegung ebenfalls erzeugt werden kann.

$$j(t) = F^{-1}[J(\omega)] = F^{-1}[B(\omega) + \sum W_n \cdot G_n(\omega)]$$

wobei die Bezeichnung F^{-1} die inverse Fourier-Transformation angibt, die Bezeichnung $j(t)$ den Beugungswinkel des Gelenks als eine Funktion der Zeit ausgedrückt bezeichnet, die Bezeichnung $J(\omega)$ den Beugungswinkel des Gelenks als eine Funktion der Frequenz ausgedrückt bezeichnet, die Bezeichnung $B(\omega)$ die charakteristische Größe des normalen Gehens ist, die Bezeichnung $G_n(\omega)$ eine ausgewählte charakteristische Größe darstellt und die Bezeichnung W_n das Gewicht der ausgewählten charakteristischen Größe $G_n(\omega)$ ist. Wie oben beschrieben entspricht die Stärke (Gewicht) einer charakteristischen Größe im Allgemeinen dem Grad der Erkennungswahrscheinlichkeit der Bewegung, die durch ein Spektrum repräsentiert wird, deren Komponentenpotenz bei der Gangzyklusfrequenz der charakteristischen Größe entspricht.

[0278] Zum Beispiel überlagere man die charakteristische Größe $G_{walk}(j)$ mit dem Subskript "walking", die einen normal gehenden Zustand darstellt, auf der charakteristischen Größe $G_{brisk}(\omega)$ mit dem Subskript "brisk", die einen zügig gehenden Zustand darstellt, um eine neue charakteristische Größe $G_{brisk}(\omega)$ mit einem neuen Subskript "brisk-walking" zum Darstellen einer tatsächlich gemessenen Bewegung zu erzeugen. Wir nehmen nun an, dass lediglich das Gewicht der charakteristischen Größe $G_{walk}(j)$ mit dem Subskript "walking" gesteuert werde. Wenn das Gewicht zum Beispiel auf einen Wert kleiner oder gleich 1 gesetzt wird, wird eine als "eher zügig gehend" bezeichnete Zwischenbewegung zwischen den Zuständen des normalen Gehens und des zügigen Gehens erzeugt. Wenn das Gewicht auf einen Wert größer als 1 gesetzt wird, um den adverbialen Ausdruck "brisk" zu betonen, wird eine als "sehr zügig gehend" bezeichnete Bewegung erzeugt. Wie oben beschrieben können neue adverbialer Ausdrücke wie etwa "eher-zügiggehend" und "sehr-zügiggehend" durch Anpassen des Gewichts einer existierenden charakteristischen Größe durch Vorgänge neu erschaffen werden, die jeweils als Interpolation und Extrapolation der existierenden adverbialen Ausdrücke "walking" und "brisk" bekannt sind. Darüber hinaus kann auch eine neue nicht tatsächlich gemessene Bewegung erzeugt werden. Zum Beispiel kann eine als "jogging" bezeichnete neue Bewegung durch Interpolation der charakteristischen Größe $G_{walk}(\omega)$, die einen Zustand des normalen Gehens repräsentiert, und der charakteristischen Größe $G_{run}(\omega)$, die einen Zustand des Rennens repräsentiert, erzeugt werden. Ferner kann eine als "zügig rennend" bezeichnete neue Bewegung durch Extrapolation der charakteristischen Größe $G_{brisk}(\omega)$, die einen Zustand des zügigen Gehens repräsentiert, und der charakteristischen Größe der als "jogging" bezeichneten neuen Bewegung erzeugt werden. Dieses Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, dass Bewegungen einer Vielzahl von Beobachtungsobjekten mit Leichtigkeit durch Synthetisieren ausgewählter charakteristischer Größen und Anpassen der bei der Synthese verwendeten ausgewählten charakteristischen Größen erzeugt werden können. Die Operation zum Synthetisieren charakteristischer Größen, um Bewegungsinformationen zur Anzeige zu erzeugen, wird durch die in **Fig. 30** gezeigte Bewegungs-/Tätigkeits-/Arbeitsausdrucksvorrichtung **1035** für Gelenkstrukturkörper ausgeführt.

[0279] Die Gewichte von bei einer Synthese der charakteristischen Größen zu verwendenden charakteristischen Größen werden jeweils gemäß dem Grad der Erkennungswahrscheinlichkeit einer durch die charakteristische Größe repräsentierten Bewegung angepasst, die durch Verwendung einer Technik zur Bewegungserkennung mittels eines Beschleunigungssensors erhalten wird. Wenn die Bewegung insbesondere durch ein Spektrum repräsentiert ist, entspricht die Potenz einer Komponente davon bei der Gangzyklusfrequenz der charakteristischen Größe. Die Anpassung der Gewichte der charakteristischen Größen ermöglicht es, dass Ergebnisse der Bewegungserkennung durch Animation mittels CG (Computergrafik) angezeigt werden können. Die charakteristischen Größen werden in einem Verfahren zum Erzeugen von Bewegungen eines Menschen aus charakteristischen Größen von Bewegungen ausgewählt und synthetisiert. **Fig. 32** ist ein Skelettdiagramm, das zur Erklärung eines Verfahrens zum Anzeigen von Ergebnissen einer Bewegungserkennung **1050** durch Animation mittels Computergrafik verwendet wird. Wie in der Figur gezeigt beinhalten die Ergebnisse der Bewegungserkennung **1050** den Grad der Erkennungswahrscheinlichkeit W_n für jeden Erkennungsgegenstand R_n . Zum Beispiel ist der Grad der Erkennungswahrscheinlichkeit für den gehenden Erkennungsgegenstand W_{gehen} . Zuerst werden charakteristische Größen $G_n(\omega)$ für die Erkennungsgegenstände R_n aus der Da-

tenbank **1041** für charakteristische Größen ausgelesen. Indem die zuvor angegebene Gleichung verwendet wird, werden die charakteristischen Größen $G_n(\omega)$ aufeinander überlagert, wobei die Grade der Erkennungswahrscheinlichkeit W_n der Erkennungsgegenstände als Gewichte der charakteristischen Größen $G_n(\omega)$ der jeweiligen Erkennungsgegenstände wie folgt verwendet werden:

$$j(t) = F^{-1}[J(\omega)] = F^{-1}[W_{\text{walk}} \cdot \{B(\omega) + \sum W_n \cdot G_n(\omega)\}]$$

[0280] Aus der obigen Gleichung folgt offensichtlich, dass der Grad der Erkennungswahrscheinlichkeit W_{walk} als ein Gewicht der Gesamtheit aller charakteristischen Größen verwendet wird, um einen Ausdruck zum Erkennen des Zustand des Gehens zu erschaffen. Gemäß der durch die obige Gleichung ausgedrückten Überlagerungssteuerung sinkt die Größe der Bewegung des gesamten menschlichen Körpers graduell ab, während der Grad der Erkennungswahrscheinlichkeit W_{walk} für das Gehen kleiner als 1 wird. Wenn der Grad der Erkennungswahrscheinlichkeit W_{walk} für das Gehen gleich 0 wird, werden alle Gelenkwinkel ebenfalls 0, was eine aufrechte Haltung ausdrückt.

[0281] Außerdem kann durch Auswählen solch einer Frequenz ω , dass sich eine Computergrafikanimationsfigur zum selben Gangzyklus wie dem erkannten Gangzyklus bewegt, eine Animation mittels Computergrafik erzeugt werden, bei der die Computergrafikanimationsfigur ihre Beine zum selben Gangzyklus wie das Beobachtungsobjekt bewegt. Auf diese Weise kann ebenfalls die Geschwindigkeit der Bewegung des Erkennungsergebnisses ausgedrückt werden.

[0282] [Fig. 33](#) bis [Fig. 36](#) sind Diagramme, die jeweils ein Beispiel zeigen, bei dem eine Bewegung mittels des Erkennungsverfahrens nach der vorliegenden Erfindung erkannt und ein Erkennungsergebnis durch Animation mittels Computergrafik angezeigt wird. Ein Diagramm (a) jeder der Figuren zeigt eine beobachtete Wellenform der von einem Beschleunigungssensor gemessenen Beschleunigungswerte, und ein Diagramm (b) zeigt einen Durchschnitt der gemessenen Beschleunigungswerte. Ein Diagramm (c) zeigt Ergebnisse der Erkennung, und ein Diagramm (e) zeigt ein Spektrum der Bewegung des beobachteten menschlichen Körpers. Ein Diagramm (f) zeigt eine charakteristische Größe der Spektralkomponente bei der Gangzyklusfrequenz, und ein Diagramm (g) zeigt die Erkennungsergebnisse durch Animation mittels Computergrafik.

[0283] Zuerst wird das in [Fig. 33](#) gezeigte Beispiel erklärt. Eine gemessene Wellenform **1060** wird in einem Diagramm (a) der Figur gezeigt, wobei die waagerechte und die senkrechte Achse jeweils zum Darstellen der Zeit und der Beschleunigung verwendet werden. Bei diesem Beispiel fängt ein Beobachtungsobjekt, das sich anfänglich in einem Ruhezustand befindet, graduell zu gehen an, und geht schließlich zügig. Es folgt offensichtlich aus dem Diagramm (a), dass die gemessene Wellenform eine Amplitude hat, die ansteigt, während das Objekt vom Ruhezustand ins zügige Gehen übergeht. Ein Diagramm (b) zeigt einen Durchschnittswert der im Diagramm (a) gezeigten gemessenen Wellenform oder der Direct-Current-Komponente der Wellenform. Bei diesem Beispiel weist das Beobachtungsobjekt immer eine aufrechte Haltung auf, was durch die Tatsache belegt wird, dass die Gravitationskraftbeschleunigung **1061** die ganze Zeit bei einem Wert von ungefähr 1,0 G bleibt. Ein Diagramm (e) ist ein Spektrum der Bewegung des menschlichen Körpers, das als ein Ergebnis der Ausführung einer Frequenzanalyse an der im Diagramm (a) gezeigten gemessenen Wellenform erhalten wird. Die waagerechte und die senkrechte Achse des Diagramms (e) werden jeweils zum Repräsentieren der Frequenz und der Intensität (die Potenz) der Spektralkomponenten verwendet. Ein Diagramm (f) zeigt nur eine Spektralkomponente **1072** bei einer Gangzyklusfrequenz, die die stärkste Intensität unter allen Spektralkomponenten hat. Das Diagramm (f) aus [Fig. 33](#) zeigt nur eine Komponente des gleichen Spektrums, das im Diagramm (e) gezeigt wird, außer dass die senkrechte Achse des Ersteren eine vom Letzteren verschiedene Skala aufweist. Insbesondere ist die Intensität des Diagramms (e) so normalisiert, dass die maximale Intensität des Spektrums als eine volle Skala der senkrechten Achse gezeigt wird. Ein Diagramm (c) zeigt Beobachtungsergebnisse als ein Bewegungszustandsspektrum, wobei der momentane Zeitpunkt mit dem linken Ende **1071** des im Diagramm (a) gezeigten Wellenformgraphen übereinstimmt. Graphen werden im Diagramm (c) gezeigt, wobei dessen waagerechte und senkrechte Achse jeweils zum Repräsentieren der Zeit und eines Erkennungsgegenstands (das heißt, des Bewegungszustands) verwendet werden. Die Erkennungsgegenstände sind, von unten beginnend, Gehen **1075**, zügiges Gehen **1074** und lockeres Gehen **1073**. Jeder der Graphen ist in einer Synthese schwarzer und weißer Farbe mit einer variablen Konzentration gezeichnet, die den Grad der Erkennungswahrscheinlichkeit (oder das in einem Vorgang zur Synthetisierung charakteristischer Größen zu verwendende Gewicht) darstellen. Die weiße und die schwarze Farbe repräsentieren jeweils Grade der Erkennungswahrscheinlichkeit von 0,0 und 1,0. Bei einem frühen Teil einer Dauer **1067** des Ruhezustands gibt es keinen Erkennungsgegenstand. Aus diesem Grund ist in diesem Teil kein Graph angezeigt. Am Ende dieser Dauer **1067** beginnt sich das Beobachtungsobjekt jedoch zu bewegen, wie durch einen gezeigten Graph des Gehens in allen Farben außer der weißen angezeigt wird. Wenn das Beobachtungsobjekt am Anfang einer

Dauer **1068** eines Zustands des lockeren Gehens (ein Ruhe-Gehen-Übergang) zu gehen anfängt, wird neben dem Graph des Gehens auch ein Graph des lockeren Gehens gezeigt. Offensichtlich verwandeln sich während dieser Dauer **1068** die Farben sowohl des Graphen des Gehens als auch des Graphen des lockeren Gehens nach und nach von Weiß in Schwarz, was graduell ansteigende Grade der Erkennungswahrscheinlichkeit der Erkennungsgegenstände "Gehen" und "locker Gehen", die jeweils durch Bezugszeichen **1075** und **1073** bezeichnet sind, anzeigt. Wenn sich das Beobachtungsobjekt der Grenze **1070** zwischen dem Übergang **1068** des lockeren Gehens und einem darauf folgenden Zustand des zügigen Gehens nähert, verwandelt sich die Farbe des Graphen des lockeren Gehens außerdem nach und nach von Schwarz in Weiß, was einen graduell abfallenden Grad der Erkennungswahrscheinlichkeit des Erkennungsgegenstands "lockeres Gehen", der durch das Bezugszeichen **1073** bezeichnet ist, anzeigt. Dies liegt daran, dass sich das Beobachtungsobjekt einer normal gehenden Bewegung nähert. Wenn das Beobachtungsobjekt die Grenze **1070** passiert, wird ein Graph des zügigen Gehens angezeigt, der einen graduell ansteigenden Grad der Erkennungswahrscheinlichkeit des Erkennungsgegenstands "zügiges Gehen", der durch ein Bezugszeichen **1074** bezeichnet wird, anstelle des Graphen des lockeren Gehens anzeigt. Der Graph des zügigen Gehens zeigt an, dass ein Zustand des zügigen Gehens erkannt worden ist. Es ist das Diagramm (g), das das Erkennungsergebnis durch Animation mittels Computergrafik zeigt. Um genauer zu sein, zeigt die Animation eine zügig gehende Bewegung zum momentanen Zeitpunkt am linken Ende **1071** des im Diagramm (a) gezeigten Wellenformgraphen. Ein Diagramm (h) zeigt ein Spektrogramm der Bewegung des menschlichen Körpers, wobei die waagerechte und die senkrechte Achse jeweils zum Repräsentieren der Zeit und der Frequenz verwendet werden. Auch wenn es nicht im Detail gezeigt ist, repräsentiert das Spektrogramm die Intensitäten des Spektrums durch die Konzentration von Pixeln.

[0284] **Fig. 34** beinhaltet Diagramme, die ein Beispiel einer Erkennung eines Zustands des Rennens zeigen. Aus dem Diagramm (a) der Figur folgt offensichtlich, dass die Amplitude der gemessenen Wellenformen im Wesentlichen groß im Vergleich zu der in **Fig. 33** gezeigten ist. Ein Diagramm (f) zeigt die charakteristische Größe lediglich einer Spektralkomponente **1080** bei einer Gangzyklusfrequenz, die die stärkste Intensität unter allen Spektralkomponenten aufweist. Die in **Fig. 34** gezeigte stärkste Intensität ist viel stärker als die entsprechende in **Fig. 33** gezeigte. Ein Diagramm (g) zeigt ein Erkennungsergebnis durch Animation mittels Computergrafik. **Fig. 35** beinhaltet Diagramme, die ein Beispiel einer Erkennung eines Zustands des lockeren Gehens zeigen, das heißt, eines Zustands des ruhigen und langsamen Gehens. Aus dem Diagramm (a) der Figur folgt offensichtlich, dass die Amplitude der gemessenen Wellenformen klein im Vergleich zu der in **Fig. 33** gezeigten ist, da sich die Bewegung in einem Zustand des lockeren Gehens befindet. Ein Diagramm (f) zeigt die charakteristische Größe lediglich einer Spektralkomponente **1081** bei einer Gangzyklusfrequenz, die die stärkste Intensität unter allen Spektralkomponenten aufweist. Die in **Fig. 35** gezeigte stärkste Intensität ist viel schwächer als die entsprechende in **Fig. 33** gezeigte. Ein Diagramm (g) zeigt ein Erkennungsergebnis durch Animation mittels Computergrafik, die eine Bewegung in einem Zustand des lockeren Gehens oder einem Zustand des schwankenden Gehens darstellt. Die Animation wird erzeugt, indem die bei der Erkennung der Zustände des Gehens und des schwankenden Gehens erhaltenen charakteristischen Größen übereinandergelegt und deren jeweilige Grade der Erkennungswahrscheinlichkeit als Gewichte verwendet werden. **Fig. 36** beinhaltet Diagramme, die ein Beispiel der Erkennung eines zusammenbrechenden Zustands zeigen. Das Beobachtungsobjekt bricht zu einem Zeitpunkt zusammen, der durch eine senkrechte unterbrochene Linie **1082** in der Figur bezeichnet ist. Zu diesem Zeitpunkt fällt die Amplitude der Wellenform wie in einem Diagramm (a) gezeigt abrupt auf 0,0 G, während der Durchschnittswert der Beschleunigung ebenfalls graduell auf 0,0 G absinkt, was einen Übergang von der aufrechten Haltung auf eine liegende Haltung anzeigt. Wenn sich der menschliche Körper in dieser liegenden Haltung befindet ist die Messachse (oder die Empfindlichkeitsrichtung) des Beschleunigungssensors senkrecht zur Gravitationskrafttrichtung gerichtet, wodurch es unmöglich wird, die Gravitationskraftbeschleunigung zu beobachten. Ein Diagramm (g) zeigt ein Erkennungsergebnis durch Animation mittels Computergrafik, die einen Zustand der liegenden Haltung darstellt.

[0285] Es sei angemerkt, dass die Vorrichtung und das System gemäß der vorliegenden Erfindung ebenfalls als Werkzeug bei der Diagnose und Anzeige des Zustands eines Rehabilitationstrainings verwendet werden können. In diesem Fall kann ein im Zustand vorhandenes Problem betont werden, anstatt ein Erkennungsergebnis durch Animation mittels Computergrafik, so wie es ist, anzuzeigen. Wenn zum Beispiel ein Zustand erkannt wird, in dem das Beobachtungsobjekt seine Füße nachschleppt, wird der Zustand durch Animation angezeigt, indem der Grad der Erkennungswahrscheinlichkeit für den erkannten Zustand, der als Gewicht für den Zustand des Füße Nachziehens verwendet wird, betont wird. Auf diese Weise kann die fragliche Stelle betont und in Form einer Figur angezeigt werden, die vom Beobachter mit Leichtigkeit verstanden werden kann. Natürlich ist solch eine Betonungsverarbeitung auf alle anderen Gebiete von Bewegungs-, Tätigkeits- und/oder Arbeitserkennung als Rehabilitationstraining anwendbar, um ein Erkennungsergebnis in der Form einer Figur anzuzeigen, die vom Beobachter mit Leichtigkeit verstanden werden kann.

[0286] Wie oben beschrieben erlaubt das vorliegende Ausführungsbeispiel, dass ein Ergebnis einer Erkennung einer Bewegung, einer Tätigkeit und/oder Arbeit durch Animation ausgedrückt werden kann, die vom Beobachter intuitiv mit Leichtigkeit verstanden werden kann, was einen Effekt darstellt, demgemäß ein leicht verständliches Ergebnis der Erkennung dem Beobachter präsentiert wird.

[0287] Es sollte angemerkt werden, dass, während die vorliegende Erfindung unter Bezugnahme auf ein dargestelltes bevorzugtes Ausführungsbeispiel beschrieben worden ist, bei dem ein Gelenkkörper auf einer Anzeigeeinheit durch Animation mittels Computergrafik angezeigt wurde, die Beschreibung nicht in einem beschränkenden Sinn ausgelegt werden soll. Das heißt, die vorliegende Erfindung kann ebenfalls auf eine Pose eines statischen Bildes, das eine Charakteristik einer Bewegung ausdrückt, angewendet werden. Im Falle einer gehenden Bewegung wird zum Beispiel ein Bild einer Seitenansicht eines gehenden Objekts genommen, und das sich ergebende statische Bild wird als eine charakteristische Größe (ein charakteristisches Bild) der gehenden Bewegung verwendet. Wenn dann ein Erkennungsergebnis eine gehende Bewegung anzeigt, wird das statische Bild ausgelesen und angezeigt. In diesem Fall ist der Verarbeitungsumfang im Vergleich zur oben beschriebenen Anzeige durch Animation mittels Computergrafik gering, was es möglich macht, ein Erkennungsergebnis mittels eines Computers mit einer geringen Prozessorgeschwindigkeit anzuzeigen.

[0288] Es folgt eine Beschreibung eines Ausführungsbeispiels zur Anzeige eines Ergebnisses der Erkennung der Position ebenso wie der Bewegung, der Tätigkeit und/oder der Arbeit eines Beobachtungsobjekts. Im Gegensatz zu den bisher beschriebenen Ausführungsbeispielen wird im Falle des vorliegenden Ausführungsbeispiels auch die Position eines Beobachtungsobjekts erkannt und angezeigt. [Fig. 37](#) ist ein Diagramm, das die Konfiguration eines Systems zur Anzeige eines Ergebnisses der Erkennung der Position ebenso wie der Bewegung, der Tätigkeit und/oder der Arbeit eines Beobachtungsobjekts zeigt. Die in der Figur gezeigte Bezugsnummer **1100** ist eine Bewegungs-/Tätigkeits-/Arbeitserkennungsvorrichtung zum Erkennen einer Bewegung, einer Tätigkeit und/oder Arbeit eines Menschen typischerweise unter Verwendung des zuvor unter Bezugnahme auf [Fig. 1](#) erklärten Erkennungsverfahrens. **1101** bezeichnet eine Bewegungs-/Tätigkeits-/Arbeitsverarbeitungsvorrichtung für Gelenkstrukturkörper, die mit einer Funktion zur Anzeige einer Bewegung, einer Tätigkeit und/oder Arbeit eines Gelenkstrukturkörpers durch Animation mittels Computergrafik auf der Grundlage eines Erkennungsergebnisses einer Bewegung, einer Tätigkeit und/oder Arbeit eines Gelenkstrukturkörpers, die durch die Bewegungs-/Tätigkeits-/Arbeitserkennungsvorrichtung **1100** typischerweise unter Verwendung des zuvor unter Bezugnahme auf [Fig. 31](#) erklärten Anzeigeverfahrens ausgeführt wird, versehen ist. Die Bezugsnummer **1102** ist eine Messvorrichtung für die Position eines Menschen zum Identifizieren der Position eines Beobachtungsobjekts, die typischerweise das zuvor unter Bezugnahme auf [Fig. 11](#) erklärte Verfahren verwendet. Die Bezugsnummer **1103** ist eine Verarbeitungseinheit zur Anzeige geografischer Informationen oder Informationen über das Innere von Gebäuden. Die geografischen Informationen enthalten Höhen von Feldern und Bergen über dem Meeresspiegel, Straßen- und Straßenseitendaten sowie Daten über Orte und Formen von Gebäuden und Strukturen. Auf der anderen Seite enthalten die Informationen über das Innere von Gebäuden Daten von Raumeinrichtungsplänen in den Gebäuden und Layout von Ausstattung. Diese Informationsteile werden in einer Datenbank **1104** gespeichert. Bezugsnummer **1105** ist eine Anzeigeeinheit. Die Verarbeitungseinheit **1103** zur Anzeige geografischer Informationen oder Informationen über das Innere von Gebäuden wird zum Ausdrücken der geografischen Informationen oder der Informationen über das Innere eines Gebäudes verwendet, die sich auf den Umfang einer Position des Beobachtungsobjekts beziehen, das von der Messvorrichtung **1102** für die Position eines Menschen durch eine zwei- oder dreidimensionale Figur unter Verwendung eines Verfahrens zur Anzeige geografischer Informationen und Informationen über das Innere von Gebäuden identifiziert wurde. In der Zwischenzeit wird die Bewegung des Objekts an der Position des Beobachtungsobjekts durch Computergrafikanimation mittels der Bewegungs-/Tätigkeits-/Arbeitsverarbeitungsvorrichtung **1101** für Gelenkstrukturkörper angezeigt.

[0289] [Fig. 38](#) ist ein Diagramm, das ein Beispiel von Operationen zeigt, die vom in [Fig. 37](#) gezeigten System ausgeführt werden. Das Beispiel zeigt Bewegungen von Beobachtungsobjekten wie etwa Patienten in einem Krankenhaus. Bei diesem Beispiel wird ein Layout des Inneren des Krankenhauses dargestellt. Wenn das Beobachtungsobjekt ein Gebäude verlässt, kann jedoch auch eine Außenszenerie, die Straßen und Parks enthält, auf die gleiche Weise ausgedrückt werden. Die in der Figur gezeigten Bezugsnummern **1105** und **1106** sind jeweils ein Anzeigebildschirm und eine Cafeteria. Die Bezugsnummer **1107** bezeichnet ein Gesprächszimmer und die Bezugsnummer **1108** bezeichnet private Räume. Das Layout der Cafeteria **1106**, des Gesprächszimmers **1107** und der privaten Räume **1108** wird auf der Grundlage der geografischen Informationen und der Informationen über das Innere von Gebäuden, die in der in [Fig. 37](#) gezeigten Datenbank **1104** gespeichert sind, erschaffen. Die Bezugsnummern **1110**, **1111**, **1112**, **1114**, **1115** und **1109** bezeichnen jeweils einen im Krankenhaus anwesenden Menschen. An jedem der Beobachtungsobjekte sind die Messvorrichtung **1102** für die Position eines Menschen und die Bewegungs-/Tätigkeits-/Arbeitserkennungsvorrichtung **1100** befestigt,

die in [Fig. 37](#) gezeigt sind. Die Messvorrichtung **1102** der Position eines Menschen wird zum Identifizieren der Position des Beobachtungsobjekts, an dem die Messvorrichtung **1102** der Position eines Menschen befestigt ist, unter Verwendung der Stärken von den PHS-Basisstationen **1116** oder **1113** übertragenen elektrischen Wellen verwendet. Auf der anderen Seite wird die Bewegungs-/Tätigkeits-/Arbeitserkennungsvorrichtung **1100** zum Erkennen der Bewegung des Beobachtungsobjekts verwendet, an dem die Bewegungs-/Tätigkeits-/Arbeitserkennungsvorrichtung **1100** befestigt ist. Dann wird die Bewegung des Objekts an der Position des Beobachtungsobjekts durch Computergrafikanimation mittels der Bewegungs-/Tätigkeits-/Arbeitsverarbeitungsvorrichtung **1101** für Gelenkstrukturkörper angezeigt. Wie in [Fig. 38](#) gezeigt geht das Beobachtungsobjekt **1109** bei diesem Beispiel zügig vor dem ersten privaten Raum **1108**, während die Beobachtungsobjekte **1114** und **1115** in der Cafeteria **1106** sitzen.

[0290] Auf diese Weise erlaubt das vorliegende Ausführungsbeispiel, dass die von jedem Beobachtungsobjekt ausgeführte Bewegung und der Ort jedes Beobachtungsobjekts durch Animation ausgedrückt werden kann, die vom Beobachter mit Leichtigkeit verstanden werden kann, was den Effekt hervorbringt, dass es möglich ist, dem Beobachter ein leicht verständliches Beobachtungsergebnis zu präsentieren.

[0291] Darüber hinaus bringt das vorliegende Ausführungsbeispiel auch den Effekt hervor, dass die Beobachtung mittels solcher Ausstattung wie einer Fernsehkamera kaum durch einen blinden Fleck oder Ähnliches, was auf dem Beobachtungsergebnis liegt, beeinträchtigt wird, wodurch es möglich wird, an jedem Platz gute Beobachtung auszuführen.

[0292] Während eine Fernsehkamera im Allgemeinen ein kleineres Bild des Beobachtungsobjekts liefert, wenn die Entfernung zum Objekt größer wird, wodurch die Beobachtung schwierig wird, bringt das vorliegende Ausführungsbeispiel auf der anderen Seite ferner den Effekt hervor, dass gute Beobachtungen an jedem Platz möglich werden, solange die Position eines Beobachtungsobjekts sich innerhalb eines Bereichs befindet, der das Übertragen von die Beobachtungsergebnisse repräsentierenden Daten von der Messvorrichtung **1102** der Position eines Menschen und der Bewegungs-/Tätigkeits-/Arbeitserkennungsvorrichtung **1100** jeweils an die Verarbeitungseinheit **1103** zur Anzeige geografischer Informationen oder Informationen über das Innere von Gebäuden und die Bewegungs-/Tätigkeits-/Arbeitsverarbeitungsvorrichtung **1101** für Gelenkstrukturkörper erlaubt.

[0293] Während das Überwachen von durch eine Fernsehkamera erzeugten Bildern dem Beobachter den Erhalt von Informationen erlaubt, die klar anzeigen, wer und wo das Beobachtungsobjekt ist, was unbeabsichtigterweise zu der Möglichkeit führen kann, dass die Privatsphäre des Objekts verletzt wird, bringt das vorliegende Ausführungsbeispiel auf der anderen Seite außerdem den Effekt hervor, dass es durch Ausdrücken der Bewegungen, Tätigkeiten und/oder Arbeit zum Beispiel nur der in [Fig. 38](#) gezeigten Beobachtungsobjekte **1114** und **1115** durch Animation mittels Computergrafik, bei der die Objekte durch Animationsfiguren mit der gleichen Form wie die anderen Beobachtungsobjekte abgesehen von der Art, wie sie gehen, repräsentiert werden, möglich ist, zu erfahren, dass die zwei Objekte **1114** und **1115** an Orten in der Cafeteria **1106** sitzen, aber unmöglich ist, andere persönliche Informationen zu erfahren, was zum Schutz der persönlichen Privatsphäre führt.

[0294] [Fig. 39](#) ist ein Diagramm, das ein Anzeigebeispiel zeigt, das das Auftreten eines Notfalls darstellt. Beispiele von Notfällen sind Zustände des Zusammenbrechens und des kritischen Leidens eines Patienten. In dem in der Figur gezeigten Beispiel bricht das Beobachtungsobjekt **1112** vor dem vierten privaten Raum zusammen. Wie oben beschrieben werden persönliche Informationen aller Beobachtungsobjekte bei dem Anzeigeverfahren, das bei dem zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiel verwendet wird, aufgrund des Schutzes der Privatheit verborgen. Im Falle des vorliegenden Ausführungsbeispiels werden persönliche Informationen eines Beobachtungsobjekts jedoch bewusst beim Auftreten eines das Beobachtungsobjekt betreffenden Notfalls offenbart. Ein Notfall wird mittels des unter Bezugnahme auf [Fig. 20](#) zuvor beschriebenen Verfahrens erkannt. In der Erklärung von [Fig. 20](#) wird eine bestimmte Bewegung, Tätigkeit und/oder Arbeit erkannt. Im Falle des vorliegenden Ausführungsbeispiels bezieht sich die bestimmte Bewegung, Tätigkeit und/oder Arbeit, da ein Krankenhaus als Beispiel genommen wurde, auf einen Notfallzustand eines Patienten. Da dies schon unter Bezugnahme auf [Fig. 20](#) erklärt worden ist, wird die Beschreibung des Erkennungsverfahrens jedoch nicht wiederholt. Beim Auftreten solch eines Notfalls werden die Position ebenso wie die Bewegung, die Tätigkeit und/oder die Arbeit des Beobachtungsobjekts als Animationsfigur **1112** angezeigt, und der Anzeigebildschirm enthält zur gleichen Zeit auch Informationen **1117** über den vom Notfall betroffenen Patienten wie etwa den Namen, die Fallhistorie, den verantwortlichen Arzt und den Namen des Sorgeberechtigten des Patienten, die unter Bezug auf die ID-Nummern der am Patienten befestigten Mess- und Erkennungsvorrichtungen erhalten wurden.

[0295] Das vorliegende Ausführungsbeispiel bringt daher den Effekt hervor, dass es dem Beobachter beim Auftreten eines Notfalls erlaubt wird, unverzüglich Informationen über den Ort und den Notfallzustand ebenso wie minimale persönliche Informationen über das vom Notfall betroffene Beobachtungsobjekt zu erhalten, was auf jeden Fall bei der Handhabung des Notfalls erforderlich ist, während die Privatheit anderer Beobachtungsobjekte zur gleichen Zeit geschützt bleibt.

[0296] [Fig. 40](#) ist ein Diagramm, das ein Beispiel der Darstellung von Positionen und Bewegungen, Tätigkeiten ebenso wie Arbeit von Krankenhausangestellten zeigt. Im oben beschriebenen Ausführungsbeispiel ist es beim Auftreten eines Notfalls notwendig, Krankenhausangestellte auszuwählen, die fähig sind, den Notfall zu behandeln. Um solche Angestellten auszuwählen, ist es notwendig, die momentanen Positionen und Bewegungen, Tätigkeiten ebenso wie die Arbeit der Krankenhausangestellten anzuzeigen. Bei diesem Beispiel wird eine Animationsfigur **1118** für einen Krankenhausangestellten verwendet. Wie in der Figur gezeigt trägt die Animationsfigur **1118** einen Hut, um zu zeigen, dass die Animationsfigur für einen Krankenhausangestellten verwendet wird. Bei diesem Beispiel geht der Krankenhausangestellte **1118** lediglich, wodurch er sich in einer Lage befindet, in der er ausreichend fähig dazu ist, den Notfall zu behandeln. Wenn ein Ergebnis der Erkennung der Tätigkeit oder Arbeit, die von der Animationsfigur **1118** vorgenommen oder erledigt werden, anzeigt, dass der Krankenhausangestellte zur Zeit mit einer Operation oder der Behandlung eines anderen Patienten in einem kritischen Zustand beschäftigt ist, werden jedoch andere Krankenhausangestellte in enger Nähe zu der Stelle des Notfalls durch Betrachten dieses Bildschirms gefunden, ohne dass es erforderlich ist, sich unmittelbar mit den anderen Krankenhausangestellten abzusprechen.

[0297] Das vorliegende Ausführungsbeispiel bringt daher einen Effekt hervor, dass Leute, die in der Lage sind einen Notfall zu behandeln, als solche eingestuft werden können, ohne dass es erforderlich ist, dies direkt mit diesen Leuten abzusprechen.

[0298] Im Falle des vorliegenden Ausführungsbeispiels ist es ein Mensch, der die Beurteilung darüber bildet, wer wie oben beschrieben einen Notfall behandeln soll. Es sei jedoch angemerkt, dass anstelle eines Menschen auch ein Computer verwendet werden kann, um automatisch optimale Krankenhausangestellte durch Ausführen einer Vielzahl optimierter Algorithmen auf der Grundlage der Position eines Patienten in einem kritischen Zustand, dem Grund des Notfalls, der Fallhistorie für den Patienten und des für den Patienten verantwortlichen Arztes ebenso wie der Positionen, der Arbeitsbedingungen und der Spezialisierungen der Krankenhausangestellten in enger Nähe zum Platz des Notfalls auszuwählen.

[0299] [Fig. 41](#) ist ein Diagramm, das die Konfiguration eines Systems zum Anzeigen einer Folge von Bewegungszuständen zeigt, die zu dem Auftreten eines Notfalls führen, und zum Ausführen der Verarbeitung zur Handhabung des Notfalls. Ein Notfall wird mittels des zuvor unter Bezugnahme auf [Fig. 20](#) beschriebenen Verfahrens erkannt. Die Teile der Verarbeitung, die von dem in [Fig. 41](#) gezeigten System ausgeführt werden, nachdem ein Notfall erkannt worden ist, sind daher Teile einer Nach-Notfallerkennungsvorrichtung.

[0300] Wie in [Fig. 41](#) gezeigt enthält das System eine Speichereinheit **1120** zum Speichern von Informationen über die Position ebenso wie über die Bewegung, die Tätigkeit und/oder die Arbeit jedes Beobachtungsobjekts, das heißt, eines Patienten, der in diesem Fall in einen kritischen Zustand gerät. Insbesondere wird die Speichereinheit **1120** zum Speichern der Typen einer Bewegung, einer Tätigkeit und/oder Arbeit jedes Beobachtungsobjekts, die von der Bewegungs-/Tätigkeits-/Arbeitserkennungsvorrichtung **1100** erkannt wurden, von Informationen über die Position jedes Beobachtungsobjekts, die von der Messvorrichtung **1102** für die Position eines Menschen identifiziert worden ist, und von einem Zeitpunkt, zu dem jede Bewegung erkannt worden ist, verwendet. [Fig. 42](#) ist ein Beispiel der Struktur von in der Speichereinheit **1120** gespeicherten Daten zum Repräsentieren der erkannten Bewegung, Tätigkeit und/oder Arbeit eines Beobachtungsobjekts ebenso wie der Position und des Zeitpunkts, zu dem die Bewegung, die Tätigkeit und/oder die Arbeit erkannt worden sind. Wie in der Figur gezeigt umfasst die Struktur eine obere Reihe **1122** zum Beschreiben der Zustände der Bewegung, Tätigkeit und/oder Arbeit und eine untere Reihe **1123** zum Beschreiben der Koordinaten x, y und z des Orts und des Zeitpunkts, zu dem die Bewegung, Tätigkeit und/oder Arbeit auftreten. Ein neuer Satz solcher Informationen wird jedesmal hinzugefügt, wenn ein Zustand einer Bewegung, einer Tätigkeit und/oder Arbeit erkannt wird. Bei diesem Beispiel wird ein zuletzt hinzugefügter Satz von Informationen in einer Spalte **1125** aufgezeichnet. Das heißt, Informationssätze werden sequenziell einer nach dem anderen von links nach rechts und oben nach unten hinzugefügt. Je mehr eine Spalte auf der linken Seite angeordnet ist oder je höher die Position einer Spalte in der Datenstruktur ist, desto chronologisch älter ist der in der Spalte aufgezeichnete Informationssatz.

[0301] Seien die spezifischen Bewegungsmuster **1121** eines Patienten, der in einem Notfall zusammenbricht,

liegt und für immer liegt, wie in [Fig. 42](#) gezeigt. Wenn dieses spezifische Bewegungsmuster detektiert wird, führt eine Notfallerkennungs Vorrichtung **1125** Animationsverarbeitung mittels einer Bewegungs-/Tätigkeits-/Arbeitsausdrucks Vorrichtung **1126** für Gelenkstrukturkörper zum Ausdrücken ebenfalls eines Übergangs eines Beobachtungsobjekts von einem Ort zu einem anderen aus, um Details des Notfalls anzuzeigen.

[0302] [Fig. 43](#) ist ein Diagramm, das beim Auftreten eines Notfalls eine typische Anzeige einer Folge von Bewegungszuständen zeigt, die zu dem Notfall führen, und welche durch die Bewegungs-/Tätigkeits-/Arbeitsausdrucks Vorrichtung **1126** für Gelenkstrukturkörper ausgedrückt werden. Die Bezugsnummer **1112** ist ein Ort, an dem ein beobachteter Patient zusammenbricht. Wenn die Notfallerkennungs Vorrichtung **1125** das in [Fig. 42](#) gezeigte spezifische Bewegungsmuster **1121** detektiert, wird die zum Speichern der identifizierten Positionen ebenso wie der erkannten Bewegungen, Tätigkeiten und/oder Arbeit des Patienten verwendete Speichereinheit **1120** retroaktiv um eine vorgegebene Zeit zu einer Spalte **1124** der Datenstruktur zum Aufzeichnen eines Zustands des zügigen Gehens im Falle dieses Beispiels zurückgeführt. Dann wird Animation auf der Grundlage von Bewegungen, Tätigkeiten und/oder Arbeit des beobachteten Patienten ausgeführt, wobei mit dem in der Spalte **1124** aufgezeichneten Informationssatz begonnen wird und einer nach dem anderen zum chronologisch neuesten Satz sequenziell vorgegangen wird. Das in [Fig. 43](#) gezeigte Beispiel stellt Animation dar, bei der die retroaktive Spur des Notfalls bei einem Zeitabschnitt **1130** beginnt, in dem der Patient zügig gegangen war. In einem darauf folgenden Zeitabschnitt **1131** ist der Patient gegangen und im nächsten Zeitabschnitt **1132** stand er still. Daraufhin ist der Patient während eines Zeitabschnitts **1133** zusammengebrochen und im folgenden Zeitabschnitt **1134** lag der Patient und hat sich nicht mehr bewegt, Es sei angemerkt, dass durch Wiederholen des oben beschriebenen Vorgangs eine Reihe von Bewegungszuständen, die zum Auftreten eines Notfalls führen, wiederholt dargestellt werden können.

[0303] Das vorliegende Ausführungsbeispiel bringt daher einen Effekt hervor, dass aufgrund der Tatsache, dass eine Reihe von Bewegungszuständen, die zum Auftreten eines Notfalls führen, retroaktiv bis zu einem Zeitpunkt in der Vergangenheit angezeigt werden kann, ein detailliertes Verständnis des Notfalls auf der Grundlage einer Reihe von Umständen, die zum Notfall führen, daher mit Leichtigkeit erhalten werden kann und vorzunehmende Aktionen zur Handhabung des Notfalls daher leicht in Betracht gezogen werden können.

[0304] Es folgt eine Beschreibung eines Ausführungsbeispiels, das ein Verfahren zur Verbesserung der Genauigkeit von mittels der Messvorrichtung **1102** für die Position eines Menschen erhaltenen gemessenen Werten durch die Verwendung von Ergebnissen der Erkennung einer Bewegung, einer Tätigkeit und/oder Arbeit als einer Referenz zur Betrachtung unter Bezugnahme auf [Fig. 44](#) und [Fig. 45](#) implementiert. [Fig. 44](#) ist ein Diagramm, das die Konfiguration eines Systems zum Verbessern der Genauigkeit von mittels der Messvorrichtung **1102** für die Position eines Menschen erhaltenen gemessenen Werten durch die Verwendung von Ergebnissen einer Erkennung einer Bewegung, einer Tätigkeit und/oder einer Arbeit als einer Referenz zur Betrachtung zeigt, und [Fig. 45](#) ist ein Diagramm, das zur Erklärung davon verwendet wird, wie die Genauigkeit von mittels der Messvorrichtung **1102** für die Position eines Menschen erhaltenen gemessenen Werten verbessert werden kann, indem Ergebnisse der Erkennung einer Bewegung, einer Tätigkeit und/oder Arbeit als eine Referenz zur Betrachtung verwendet werden.

[0305] Da sie schon zuvor beschrieben wurde, wird eine detaillierte Erklärung der Bewegungs-/Tätigkeits-/Arbeitserkennungs Vorrichtung **1100** weggelassen. In der Messvorrichtung **1102** für die Position eines Menschen wird die Verteilung der Intensität des elektrischen Feldes einer von jeder von mehreren Basisstationen übertragenen elektrischen Welle im voraus durch Messung oder Simulation herausgefunden. Die am Beobachtungsobjekt befestigte Messvorrichtung **1102** für die Position eines Menschen empfängt elektrische Wellen von den Basisstationen und berechnet die Intensität von jeder der elektrischen Wellen, Die Intensitäten der elektrischen Wellen werden dann mit den Verteilungen von Intensitäten elektrischer Felder verglichen, um einige Kandidatenpositionen zu identifizieren. Zum Beispiel nehmen wir nun an, dass die am Beobachtungsobjekt befestigte Messvorrichtung **1102** für die Position eines Menschen eine elektrische Welle mit einer Intensität X_{db} eines elektrischen Feldes von einer durch eine Bezugsnummer **1150** bezeichneten Basisstation A und eine elektrische Welle mit einer Intensität Y_{db} eines elektrischen Feldes von einer durch eine Referenznummer **1151** in [Fig. 45](#) bezeichnete Basisstation B empfängt. Die in der Figur gezeigte Referenznummer **1152** ist ein Bereich der Verteilung der Intensität des elektrischen Feldes der von der Station A **1150** übertragenen elektrischen Welle, in dem die Intensität des elektrischen Feldes gleich X_{db} ist. Auf die gleiche Weise ist die Referenznummer **1153** ein Bereich der Verteilung der Intensität des elektrischen Feldes der von der Station B **1151** übertragenen elektrischen Welle, in dem die Intensität des elektrischen Feldes gleich Y_{db} ist. Wie oben beschrieben wurden die Verteilungen im voraus durch Messung oder Simulation bestimmt. Ein Bereich, in dem die Messvorrichtung **1102** für die Position eines Menschen dazu in der Lage ist, die elektrischen Wellen von beiden Stationen A und B zur gleichen Zeit zu empfangen, ist daher ein Kreuzungsbereich **1154** der Bereiche

der Verteilungen der Intensitäten **1152** und **1153** der elektrischen Felder. Das heißt, das Beobachtungsobjekt befindet sich an einem Ort irgendwo innerhalb des Kreuzungsbereichs **1154**. Dieser Bereich hat jedoch eine relativ große Fläche aufgrund der geringen Messgenauigkeit einer Intensität eines elektrischen Feldes durch die Messvorrichtung **1102** für die Position eines Menschen und aufgrund der zufälligen Reflexion der elektrischen Wellen. Im Ergebnis ist es lediglich möglich, nichts weiter als eine grobe Position des Beobachtungsobjekts zu identifizieren. Um dieses Problem zu lösen, ist daher eine Einheit **1140** vorgesehen, die ein Verfahren zum Schlussfolgern der Position eines Beobachtungsobjekts aus geografischen Informationen und Informationen über das Innere von Gebäuden verwendet. Durch die Verwendung dieses Verfahrens kann eine präzisere Position eines Beobachtungsobjekts aus einem Bereich, in dem sich das Objekt befindet und der von der Messvorrichtung **1102** für die Position eines Menschen gefunden worden ist, dem Zustand einer Bewegung, einer Tätigkeit und/oder Arbeit des Objekts, der von der Bewegungs-/Tätigkeits-/Arbeitserkennungsvorrichtung **1100** gefunden worden ist, ebenso wie den geografischen Informationen und Informationen über das Innere von Gebäuden, die in der Datenbank **1104** gespeichert sind, identifiziert werden. Im Falle des in [Fig. 45](#) gezeigten Beispiels nehmen wir nun zum Beispiel an, dass sich zwei Beobachtungsobjekte **1156** und **1157** in dem von der Messvorrichtung **1102** für die Position eines Menschen gefundenen Bereich befinden, aber entsprechend dem Zustand der Bewegung, Tätigkeit und/oder Arbeit des von der Bewegungs-/Tätigkeits-/Arbeitserkennungsvorrichtung **1100** gefundenen Objekts erkannt wird, dass sich das Objekt in einer Bewegung des Besteigens einer Treppe befindet. Die geografischen Informationen und Informationen über das Innere von Gebäuden, die in der Datenbank **1104** gespeichert sind, werden dann auf einen Ort, an dem die Treppe sich befindet, durchsucht. Aus einem Ergebnis der Suche wird ein Ort **1155**, an dem sich die Treppe befindet, als die Position des Beobachtungsobjekts identifiziert, das heißt, das Objekt **1156** anstelle des Objekts **1157** in diesem Fall. Wenn die Bewegungs-/Tätigkeits-/Arbeitserkennungsvorrichtung **1100** vermutet, dass das Objekt an einer gewöhnlichen Stelle ohne besondere Form geht, so wie es der Fall beim Objekt **1157** ist, dann kann die exakte Position des Beobachtungsobjekts auf der anderen Seite ebenfalls identifiziert werden, da die Position des Objekts selbstverständlich nicht der Ort ist, an dem sich die Treppe befindet. Darüber hinaus kann die Position eines Beobachtungsobjekts ebenfalls aus Informationen über einen Zeitpunkt, zu dem das Objekt das Besteigen der Treppe beendet, und einer Zeitdauer, während der das Objekt geht, wie folgt identifiziert werden.

[0306] [Fig. 46](#) ist ein Diagramm, das im Detail zeigt, wie die Position eines Beobachtungsobjekts aus Informationen über einen Zeitpunkt, zu dem das Objekt das Besteigen der Treppe beendet, und einer Zeitdauer, während der das Objekt geht, identifiziert werden kann. [Fig. 46](#) ist ein Diagramm, das zum Erklären eines Verfahrens zum Korrigieren einer Position, die durch Verwendung von durch die Bewegungs-/Tätigkeits-/Arbeitserkennungsvorrichtung **1100** ausgegebenen Ergebnissen der Erkennung einer Bewegung, einer Tätigkeit und/oder Arbeit als einer Betrachtungsreferenz identifiziert worden ist. Die Bezugsnummer **1165** gibt eine Richtung an, entlang der das Beobachtungsobjekt geht. In dem in dieser Figur gezeigten Beispiel wird die Position eines Beobachtungsobjekts identifiziert mittels: einer Vorrichtung zum Bestimmen einer groben absoluten Position des Objekts mittels einer von einer Basisstation A **1150** eines zellularen Systems übertragenen elektrischen Welle; einer Vorrichtung zum Bestimmen einer relativen Position mittels der Anzahl von Gehschritten, die von einem am Objekt befestigten Instrument zum Zählen der Anzahl der Gehschritte ausgegeben werden, und mittels Informationen, die von einem ebenfalls am Objekt befestigten Instrument zum Überwachen von Änderungen in der Orientierung und Änderungen in der Weiterbewegungsrichtung ausgegeben werden; sowie einer Vorrichtung zum Bestimmen einer Position unter Verwendung von Ergebnissen der Erkennung einer Bewegung, einer Tätigkeit und/oder Arbeit, die von der oben unter Bezugnahme auf [Fig. 4](#) beschriebenen Bewegungs-/Tätigkeits-/Arbeitserkennungsvorrichtung **1100** ausgegeben werden.

[0307] Wie zuvor beschrieben ist die Messgenauigkeit eines zellularen Systems nicht so hoch. Im Ergebnis kann daher die absolute Position eines Beobachtungsobjekts, auch wenn die die Bedingung der Intensität des elektrischen Feldes erfüllende grobe Region, das heißt, eine Region, in der die Intensität der elektrischen Felder stark genug zum Empfangen ist, identifiziert ist, nicht bestimmt werden, falls sich das Objekt bewegt. Um dieses Problem zu lösen, wird auf eine Einrichtung zum Bestimmen einer relativen Position zurückgegriffen. Die Vorrichtung zum Bestimmen einer relativen Position wird zur Berechnung einer Bewegungsentfernung eines Beobachtungsobjekts durch Berechnen des Produkts der Anzahl von Gehschritten, die von dem am Objekt befestigten Instrument zum Zählen der Anzahl der Gehschritte ausgegeben werden, und einer durchschnittlichen Schrittlänge des Objekts verwendet. Die Vorrichtung zum Bestimmen einer relativen Position eines Beobachtungsobjekts wird ebenfalls zur Identifikation der Bewegungsrichtung des Objekts durch Verwendung von Informationen verwendet, die von einem Instrument zum Überwachen von Änderungen in der Orientierung und Änderungen in der Weiterbewegungsrichtung, die typischerweise durch einen am Objekt befestigten Orientierungssensor oder ein Gyroskop implementiert werden, ausgegeben werden. Indem die Bewegungsentfernungen in ihren jeweiligen Bewegungsrichtungen integriert werden, kann die momentane relative Position des Beobachtungsobjekts bestimmt werden. Im Ergebnis ist es möglich, die Bewegung des Beobach-

tungsobjekts in einem die Bedingung der Intensität des elektrischen Feldes erfüllenden identifizierten groben Bereich zu verfolgen, das heißt, in einem Bereich, in dem die Intensität der elektrischen Felder stark genug zum Empfangen ist. Insbesondere wird die absolute Position eines Beobachtungsobjekts durch die Verwendung einer vom zellularen System gemessenen absoluten Position als einer Referenz (oder einer Anfangsposition) aus einer von der Messvorrichtung für die relative Position ausgegebenen relativen Position als einem Integrationsergebnis herausgefunden werden, das durch Integrieren der Bewegungsentfernungen in ihren jeweiligen Bewegungsrichtungen wie oben beschrieben berechnet wird. Wie oben beschrieben ist die Messgenauigkeit der Messvorrichtung für absolute Werte, die zur Bestimmung der Anfangsposition des Beobachtungsobjekts verwendet wird, gering. Im Ergebnis wird ein Anfangsfehler die anschließend gefundenen Werte beeinträchtigen. Ferner werden in der Vorrichtung zum Messen einer relativen Position Abtastintervallfehler, Messfehler und Integrationsfehler ebenfalls akkumuliert. Um dieses Problem zu lösen, wird die Vorrichtung zum Bestimmen einer Position mittels Ergebnissen der Erkennung einer Bewegung, einer Tätigkeit und/oder Arbeit zum Kompensieren der Fehler bei der absoluten Position verwendet.

[0308] Im Falle des in [Fig. 46](#) gezeigten Beispiels nehmen wir nun an, dass ein Ergebnis der Erkennung des Zustands einer Bewegung, einer Tätigkeit und/oder Arbeit anzeigt, dass das Beobachtungsobjekt das Besteigen der Treppe beendet hat. In diesem Fall wird das obere Ende **1160** der Treppe als die Position des Objekts identifiziert. Das obere Ende **1160** der Treppe weist eine viel höhere Genauigkeit auf als der Kreuzungsbereich **1154**, der als vom zellularen System ausgegebenes Messergebnis erhalten wurde. Wenn dann das obere Ende **1160** als ein Anfangswert für die absolute Position verwendet wird, ist es daher möglich, die Position des Beobachtungsobjekts mittels der Vorrichtung zum Messen einer relativen Position zu verfolgen.

[0309] Wir nehmen nun an, dass sich das Objekt gemäß dem am Beobachtungsobjekt befestigten Orientierungssensor oder Gyroskop vom Anfangswert **1160** der absoluten Position in einer Richtung gen Süden bewegt. Darüber hinaus kann gemäß dem am Objekt befestigten Instrument zum Berechnen der Anzahl von Gehschritten eine Entfernung, entlang der das Objekt gegangen ist, berechnet werden. Auf diese Weise kann eine Gehposition **1163** des Objekts identifiziert werden. Wir nehmen nun an, dass das Objekt seine Bewegungsrichtung Richtung Westen entlang eines Positionsegments **1165** dreht. Auf die gleiche Weise kann die Gehposition beim Segment **1165** aus den Informationen, die vom Orientierungssensor oder Gyroskop ausgegeben worden sind, und einer Gehschrittanzahl, die vom Instrument zum Zählen der Anzahl der Gehschritte erzeugt worden ist, identifiziert werden. Vom Objekt verfolgte Positionen danach können ebenfalls auf die gleiche Weise gefunden werden, was die Identifikation der momentanen Position **1161** des Objekts erlaubt.

[0310] Es sei angemerkt, dass während die vorliegende Erfindung unter Bezugnahme auf ein Ausführungsbeispiel beschrieben worden ist, bei dem ein zellulares System als eine typische Einrichtung zum Messen einer absoluten Position verwendet worden ist, die Beschreibung nicht in einer beschränkenden Weise ausgelegt werden soll. Ein anderes System zum Messen einer absoluten Position wie das GPS kann ebenfalls benutzt werden.

[0311] Im oben beschriebenen Ausführungsbeispiel wird eine Entfernung als ein Produkt der Anzahl von Gehschritten und der Länge eines Standardgehschritts berechnet. Es sollte jedoch angemerkt werden, dass ein Ergebnis der Erkennung einer Bewegung, einer Tätigkeit und/oder Arbeit anzeigen kann, dass ein Beobachtungsobjekt sich in einem Bewegungszustand eines lockeren Gehens oder Rennens befindet. In diesem Fall wird, anstatt die Länge des Standardgehschritts zu verwenden, die Länge des tatsächlichen Gehschritts bei der Bewegung, Tätigkeit und/oder Arbeit aus Erkennungsgegenständen, das heißt Bewegungszuständen, und den für die Erkennungsgegenstände erhaltenen Graden der Erkennungswahrscheinlichkeit berechnet. Ähnlicherweise wird die Entfernung dann als ein Produkt der Anzahl von Gehschritten und der Länge des tatsächlichen Gehschritts berechnet. Auf diese Weise kann die Entfernung mit einem hohen Grad an Genauigkeit im Vergleich zu der gefunden werden, die durch Verwendung der Länge des Standardgehschritts berechnet wird.

[0312] Wie ebenfalls oben beschrieben wurde, wird beim vorliegenden Ausführungsbeispiel eine Bewegungsentfernung als ein Produkt der Anzahl der Gehschritte und der Länge eines Standardgehschritts wie oben beschrieben berechnet. Es sei angemerkt, dass als Alternative ein Sensor zum Detektieren der Geschwindigkeit oder der Beschleunigung eines Beobachtungsobjekts in der Weiterbewegungsrichtung verwendet werden kann. Im Falle eines Geschwindigkeitssensors wird die Bewegungsentfernung dann durch Integration der gemessenen Geschwindigkeitswerte berechnet. Im Falle eines Beschleunigungssensors wird die Bewegungsentfernung auf der anderen Seite durch doppelte Integration der gemessenen Beschleunigungswerte berechnet.

[0313] Wie ebenfalls oben beschrieben wurde, wird beim vorliegenden Ausführungsbeispiel eine von der Vorrichtung zum Messen einer absoluten Position in Verbindung mit der Bewegungs-/Tätigkeits-/Arbeitserkennungsvorrichtung gefundene Position als eine Anfangsposition einer Gehposition verwendet. Es sei jedoch angemerkt, dass wenn sich das Beobachtungsobjekt während einer von der Messvorrichtung der relativen Position ausgeführten Messung in solch einer Bewegung befindet und/oder solch eine Tätigkeit vornimmt, dass die Position des Objekts identifiziert werden kann, eine als neue Anfangsposition zu verwendende Position ebenfalls neu auf der Grundlage der Bewegung, der Tätigkeit und/oder der Arbeit unter Verwendung relevanter geografischer Informationen oder relevanter Informationen über das Innere des Gebäudes als einer Referenz identifiziert werden kann. Auf diese Weise wird verhindert, dass sich Abtastintervallfehler, Messfehler und Integrationsfehler in der Vorrichtung zum Messen einer relativen Position akkumulieren. Diese Technik ist besonders effektiv für eine Messung einer Position außerhalb des Servicebereichs des zellularen Systems. Im Falle einer Messung einer Position außerhalb des Servicebereichs wird die Position, da die Vorrichtung zum Messen einer absoluten Position nicht verwendet werden kann, identifiziert, indem lediglich auf die Vorrichtung zum Messen einer relativen Position zurückgegriffen wird, die das oben beschriebene Problem der Fehlerakkumulation aufweist. Indem jedoch diese Technik verwendet wird, wird die identifizierte Position von Zeit zu Zeit korrigiert, wodurch das Lösen des Problems der Fehlerakkumulation ermöglicht wird.

[0314] Wie ebenfalls oben beschrieben wurde, sieht das vorliegende Ausführungsbeispiel ein Verfahren zum Messen einer Position unter Verwendung eines auf mehreren Basisstationen basierenden zellularen Systems vor. Alternativ kann das zellulare System ebenfalls in Verbindung mit einem GPS zum Bestimmen einer Position mittels eines Satelliten oder einer anderen Positionsmessvorrichtung verwendet werden, um die Genauigkeit der Position zu verbessern.

[0315] Darüber hinaus ist es beim Zeichenverfahren möglich, das Beobachtungsobjekt in einem Bildschirm an einer Position zu platzieren, die von den Vorrichtungen und Verfahren gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel gefunden wurden, und einen Zeichenbereich synchron zur Position des Objekts, die sich von Zeit zu Zeit ändert, zu zeichnen, wobei dieser die Bewegung des Objekts begleitet.

[0316] Ferner kann ein Navigationssystem zum Führen eines Beobachtungsobjekts gemäß dem gleichen Prinzip durch Verwendung von Informationen über die Position des Objekts, die von den Vorrichtungen und Verfahren gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel als Feedback gebildet werden.

[0317] Schließlich bringt das vorliegende Ausführungsbeispiel den Effekt hervor, dass Fehler in einer Position, die als ein Messergebnis unter Verwendung der herkömmlichen Positionsmessvorrichtung erhalten worden ist, kompensiert werden können, um eine weiter verbesserte Genauigkeit zu erhalten.

Patentansprüche

1. Erkennungssystem zur Erkennung von Bewegungen und/oder Tätigkeiten eines beobachteten Objekts (1), aufweisend:

eine an dem beobachteten Objekt (1) angebrachte Meßeinrichtung (2, 3) zur Messung einer Zustandsänderung infolge der Bewegungen und/oder Tätigkeiten des beobachteten Objekts, einer Charakteristikgrößen-Gewinnungseinrichtung (5) zur Gewinnung charakteristischer Größen aus den von der Meßeinrichtung (2, 3) vorgenommenen Messungen, eine Erkennungseinrichtung (7) zur Erkennung der Bewegungen und/oder Tätigkeiten des beobachteten Objekts entsprechend der aus den Messungen gewonnenen charakteristischen Größen, und eine Ausgabereinrichtung (8) zur Ausgabe eines Erkennungsergebnisses, gekennzeichnet durch eine Ortsmeßeinrichtung (403) zum Messen von Orten des beobachteten Objekts (1), eine Speichereinrichtung (1104) zum Speichern geographischer Informationen und Informationen über das Innere von Gebäuden, eine Ortsfolgerungseinrichtung (1103) zum Korrigieren des von der Ortsmeßeinrichtung (403) gemessenen Orts des Objekts (1) durch Durchsuchen der geographischen Informationen und der Informationen über das Innere von Gebäuden, die in der Speichereinrichtung (1104) gespeichert sind, nach einem mit den von der Erkennungseinrichtung erkannten Bewegungen und/oder Tätigkeiten verknüpften Platz.

2. System nach Anspruch 1, aufweisend:

eine Bewegungszeit-Meßeinrichtung (1100), um aus den Messungen eine zeitliche Charakteristik der Bewegungen und/oder Tätigkeiten wiedergebende Bewegungszeit zu gewinnen, und eine Normierungseinrichtung zum Normieren der Messungen auf eine Zeitbasis, die von der gewonnenen Be-

wegungszeit geliefert wird,

wobei die Charakteristikgrößen-Gewinnungseinrichtung (**5**) die charakteristischen Größen gewinnt, indem sie die normalisierten Messungen einer Analyse der zeitlichen Frequenz unterwirft.

3. System nach Anspruch 2, aufweisend:

eine Ausgabeeinrichtung (**1105**), die die Erkennungsergebnisse und die Bewegungszeit ausgibt, die in Verbindung mit den erkannten Bewegungen und Tätigkeiten gemessen wurde.

4. System nach Anspruch 1, wobei

die Ortsmeßeinrichtung (**403**) eine Relativorts-Meßeinrichtung zur Messung relativer Orte des beobachteten Objekts (**1**) ausgehend von einem anfänglichen Ort enthält und die Ortsfolgerungseinrichtung (**1103**) den mit den erkannten Bewegungen und/oder Tätigkeiten verknüpften Platz aus einem Gebiet um den relativen Ort herum sucht und der Platz als neuer anfänglicher Ort verwendet wird.

Es folgen 45 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

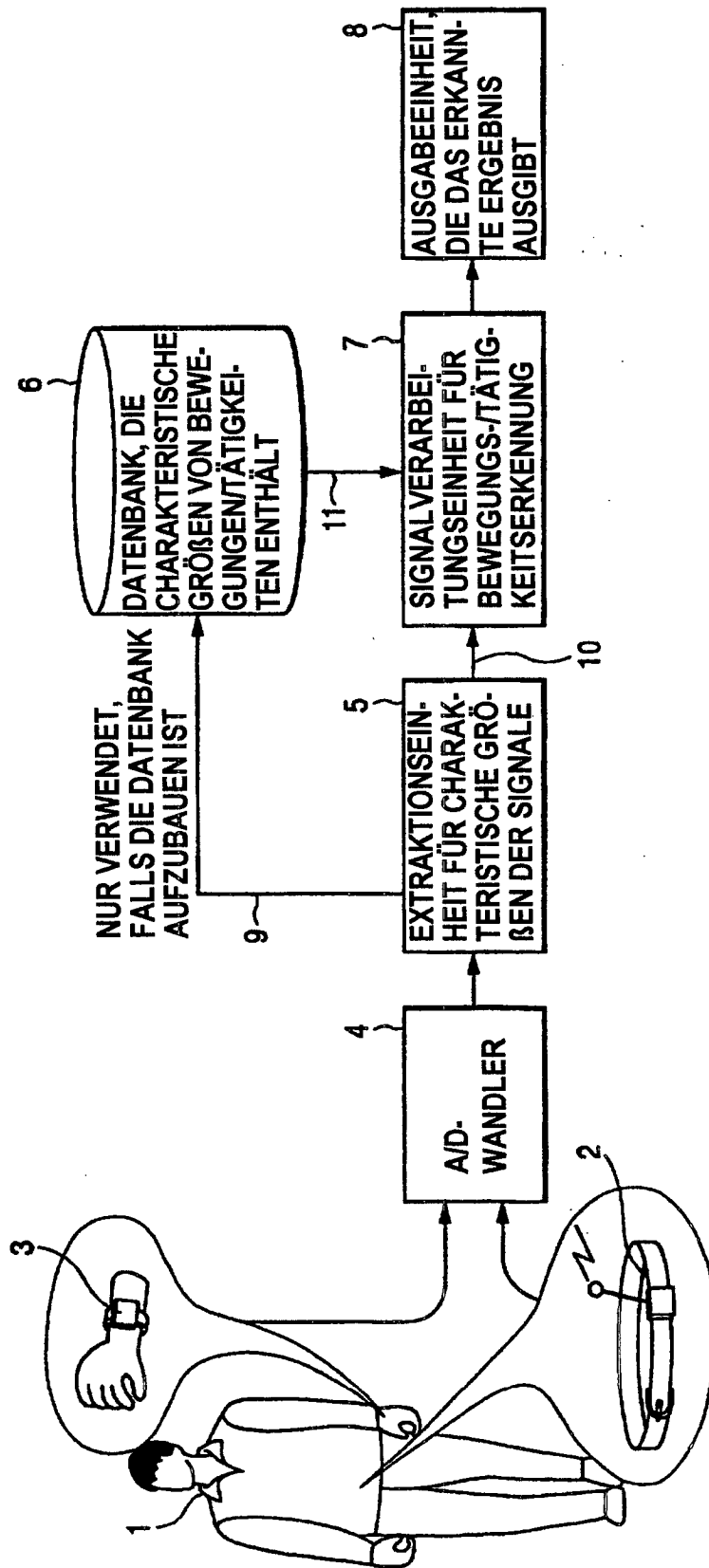


FIG. 2

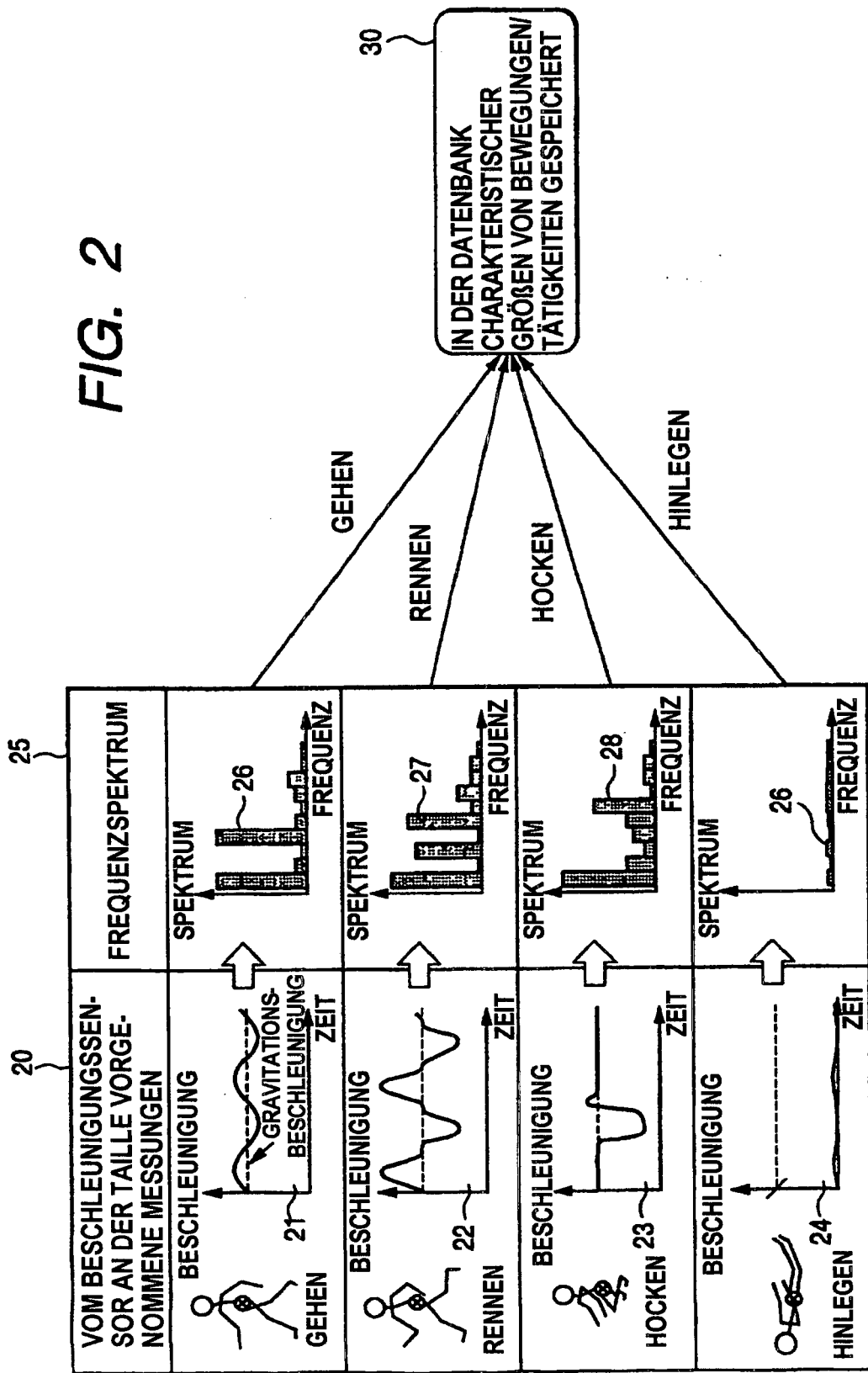


FIG. 3

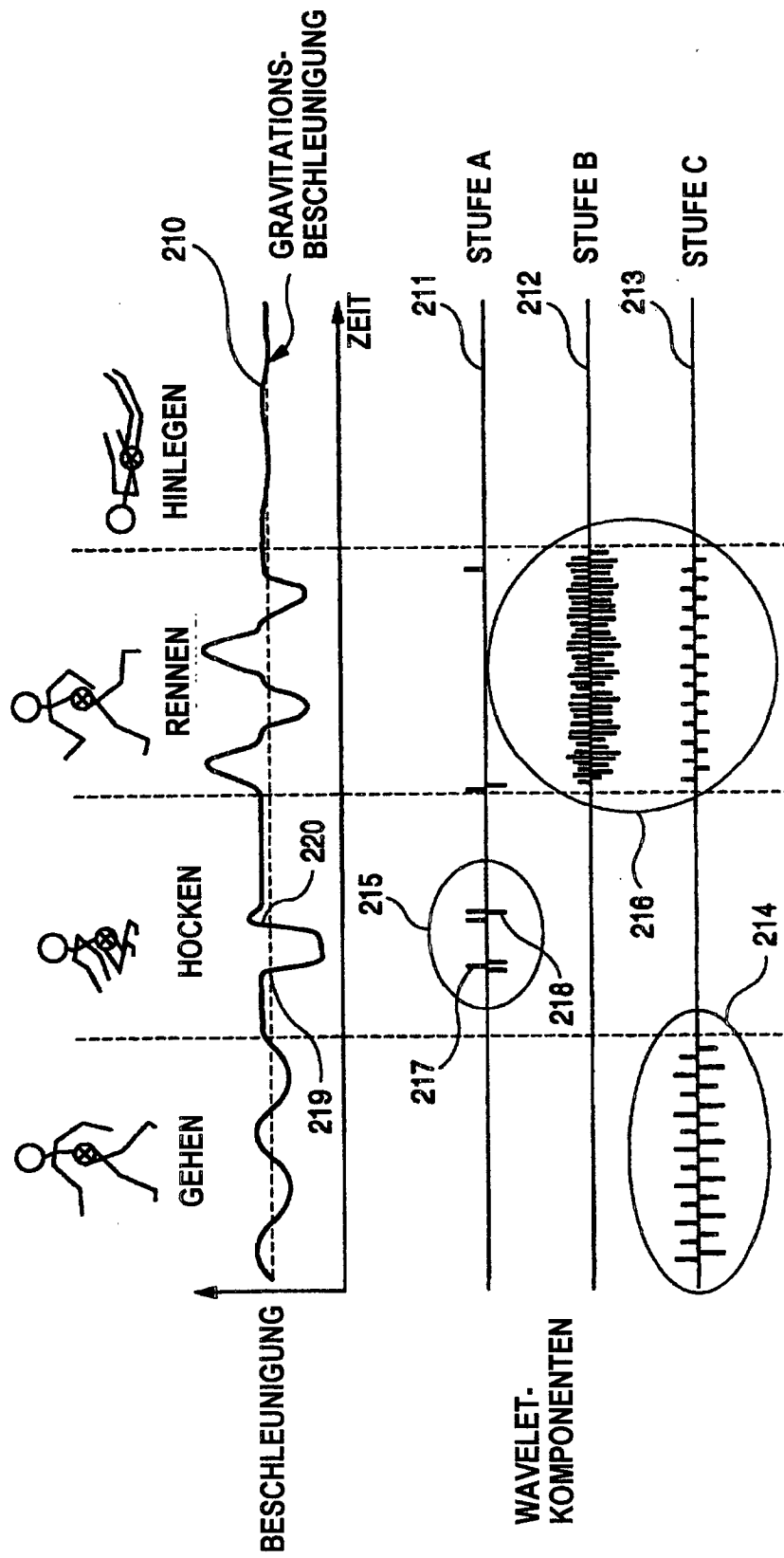


FIG. 4

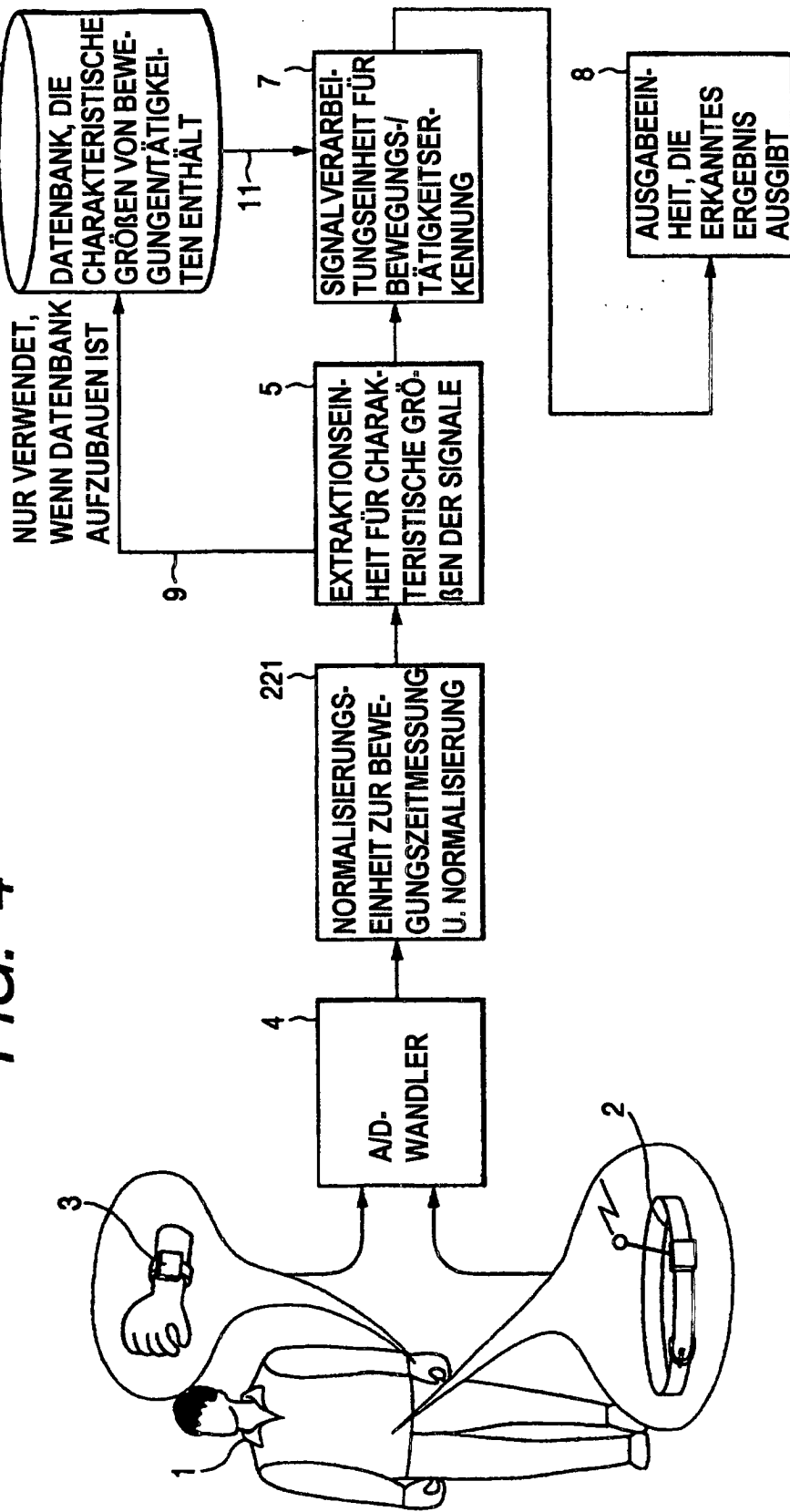
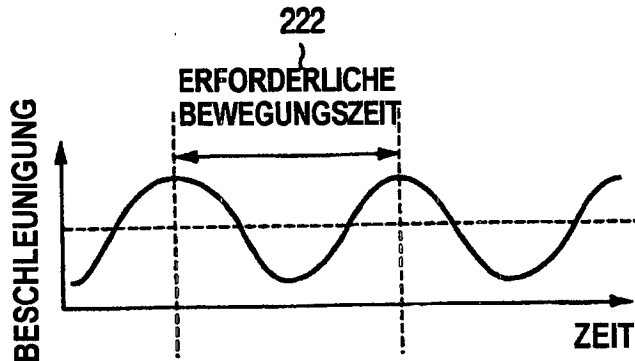
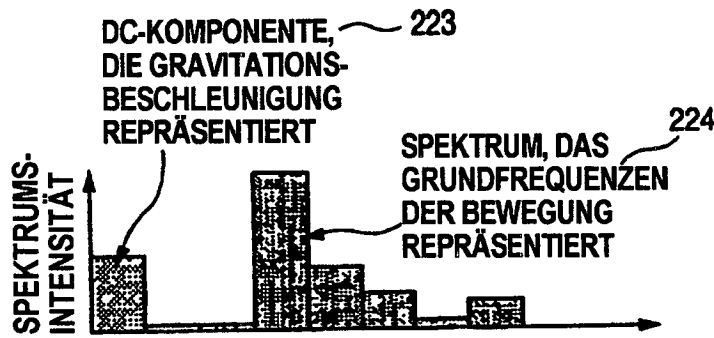


FIG. 5



(a) BEOBACHTETE WELLENFORM



(b) TYPISCHES ERGEBNIS DER BEOBACHTUNG EINER WELLENFORM, DIE DURCH FENSTERFUNKTION PARTITIONIERT UND DER SPEKTRALANALYSE UNTERZOGEN WIRD



(c) MITTELS BEWEGUNGSZEIT NORMALISIERTE CHARAKTERISTISCHE GRÖßEN



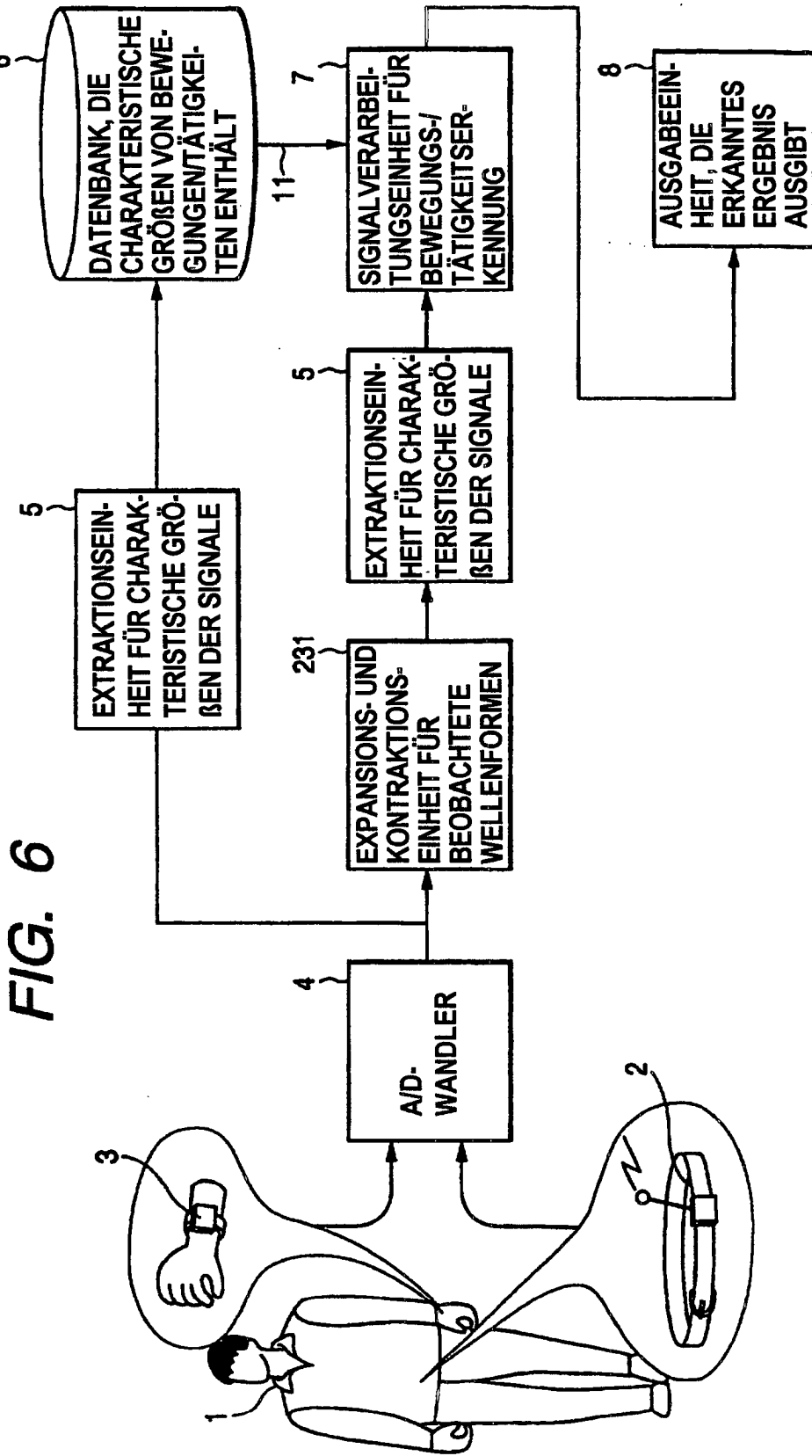


FIG. 6



FIG. 7

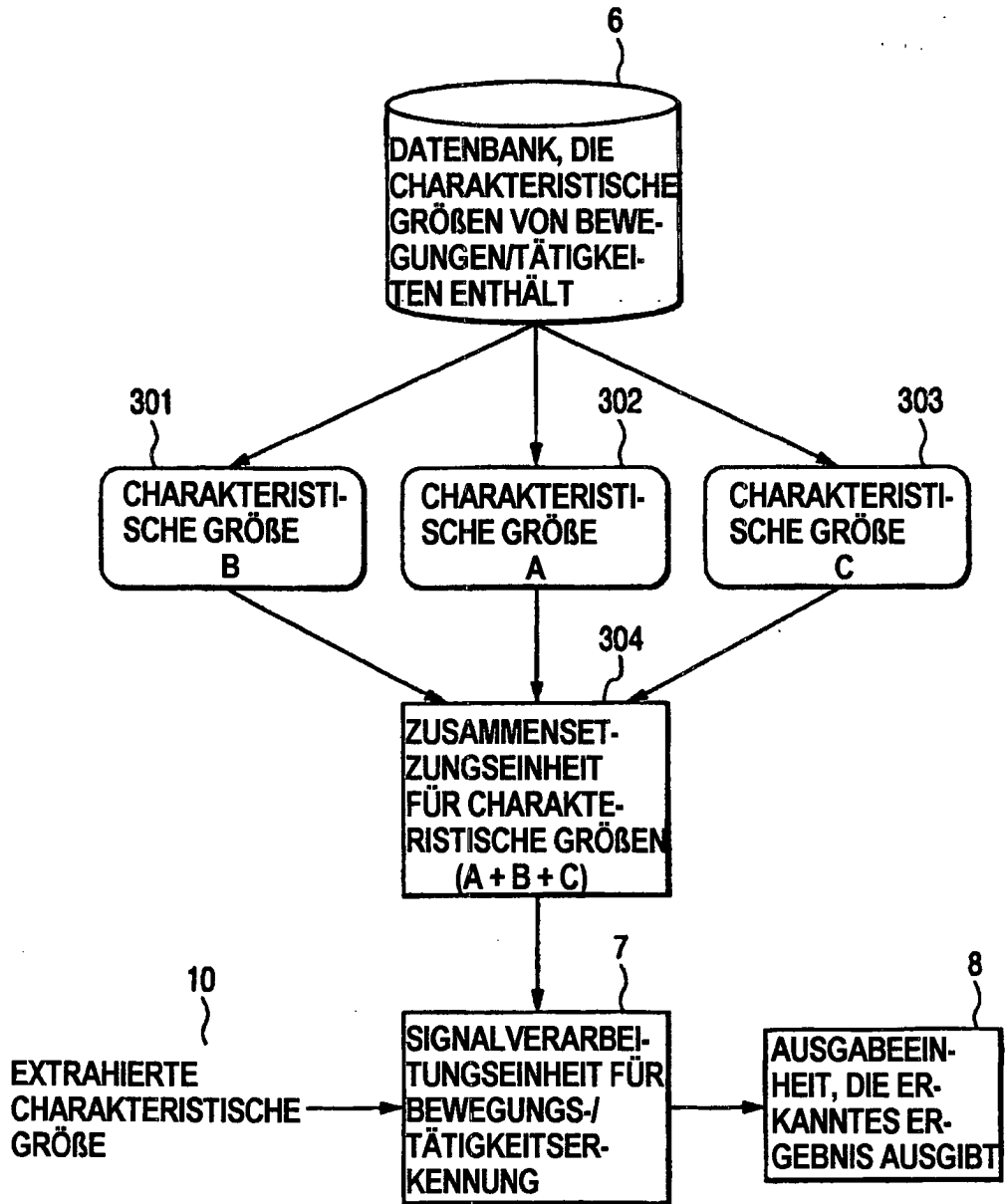


FIG. 8

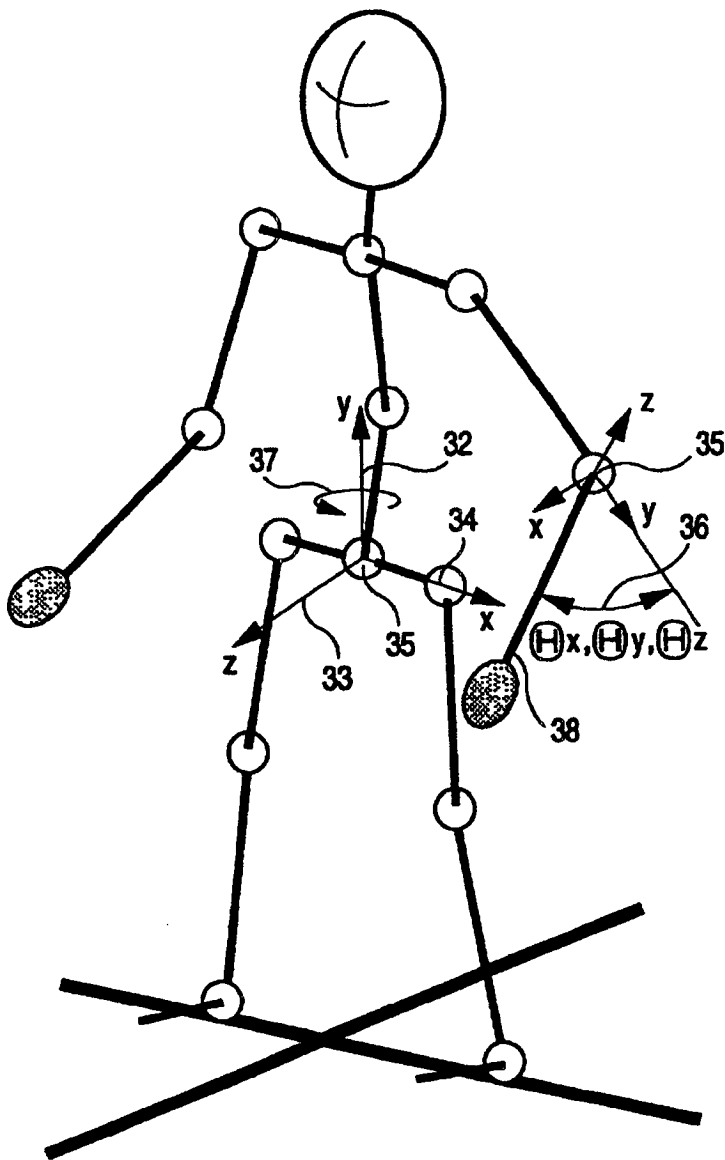


FIG. 9

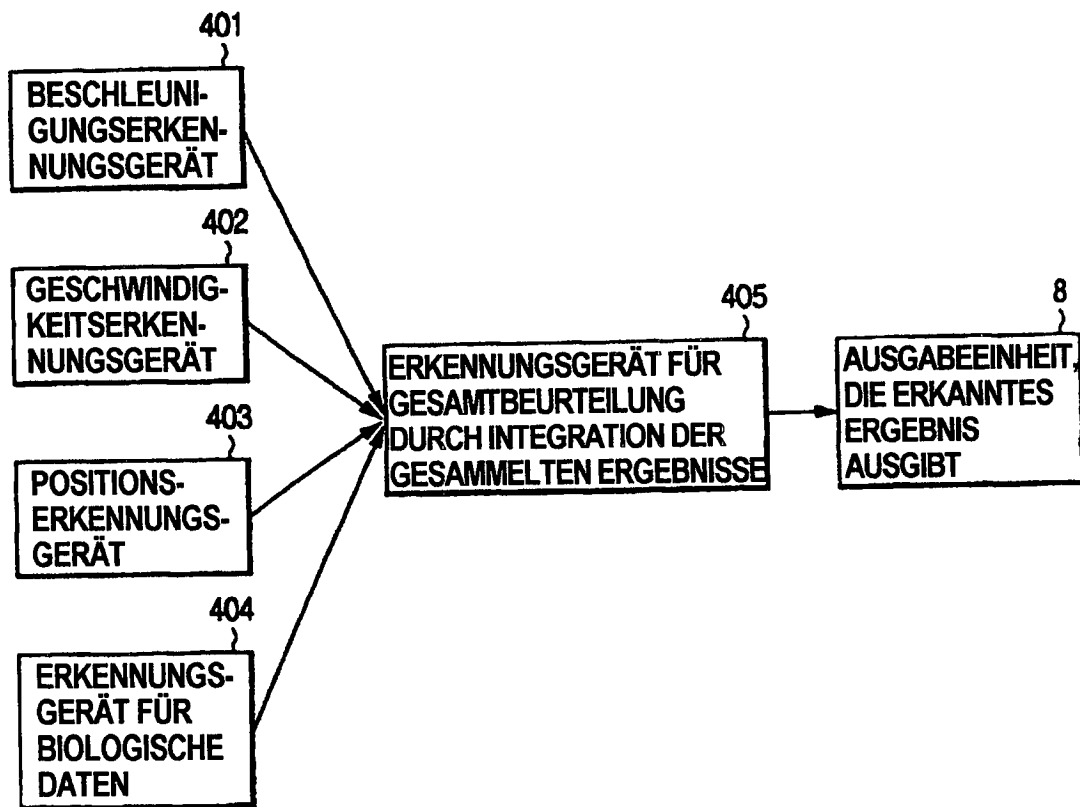


FIG. 10

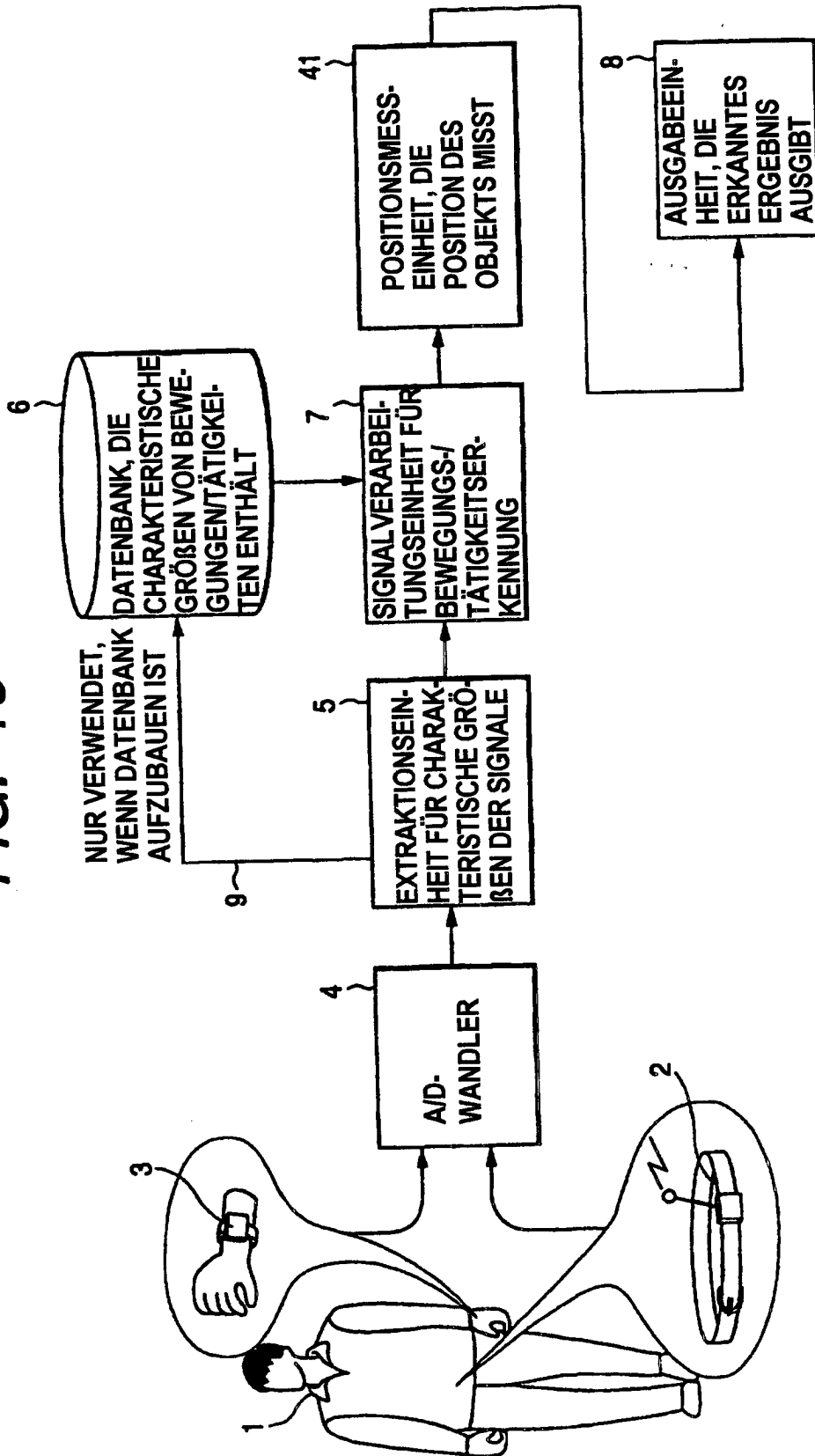


FIG. 11

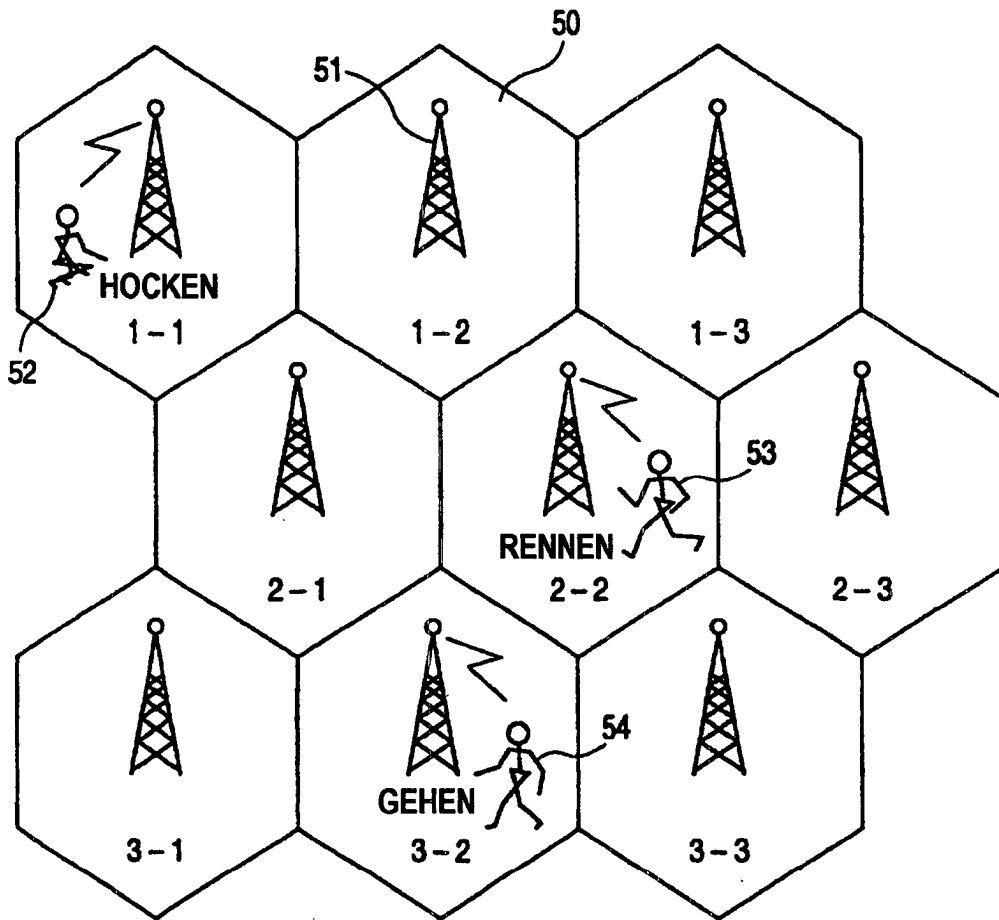


FIG. 12

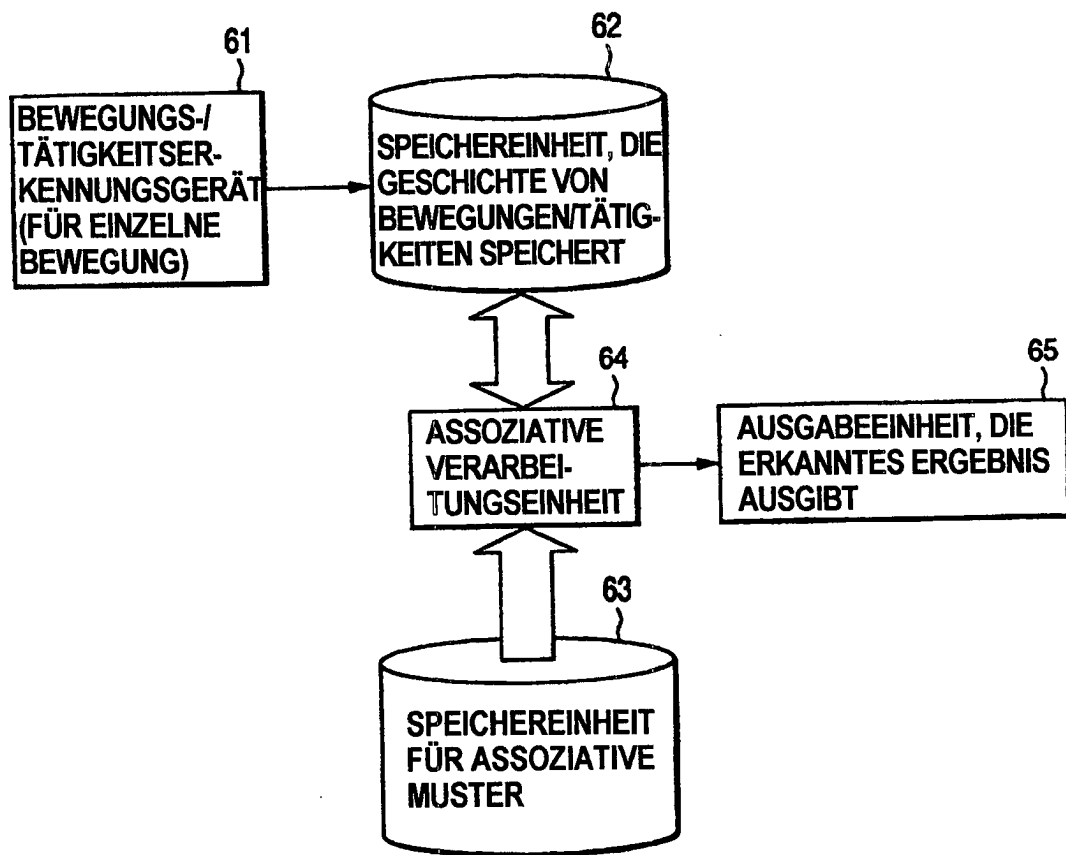


FIG. 13

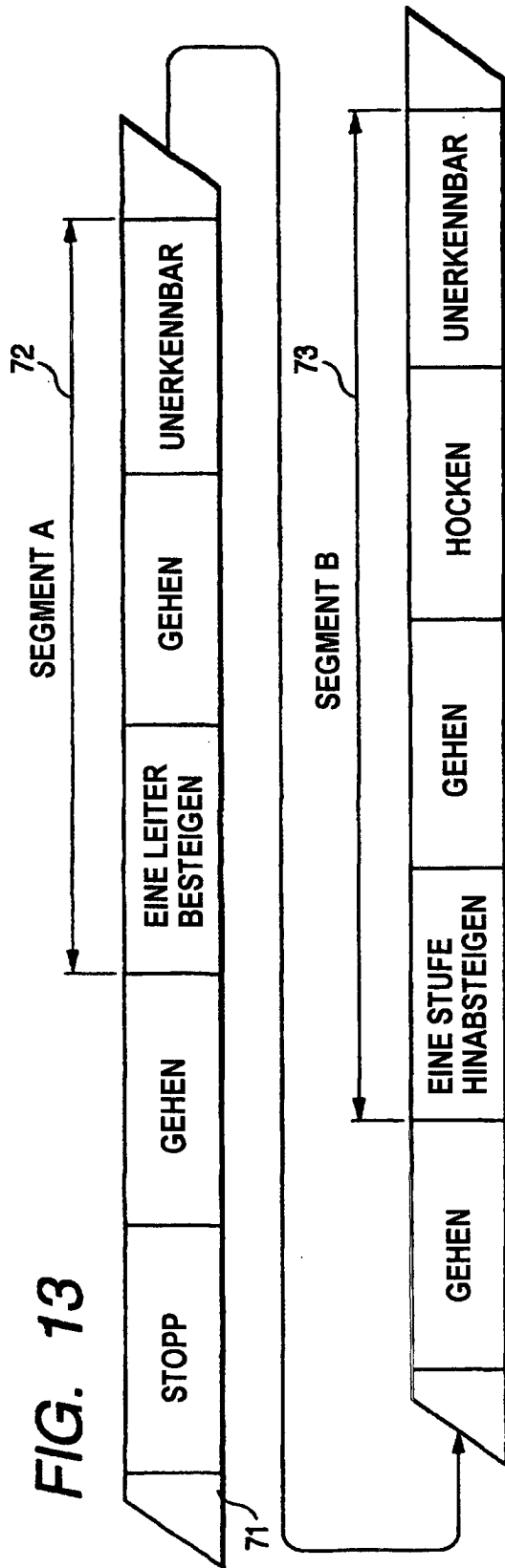


FIG. 14

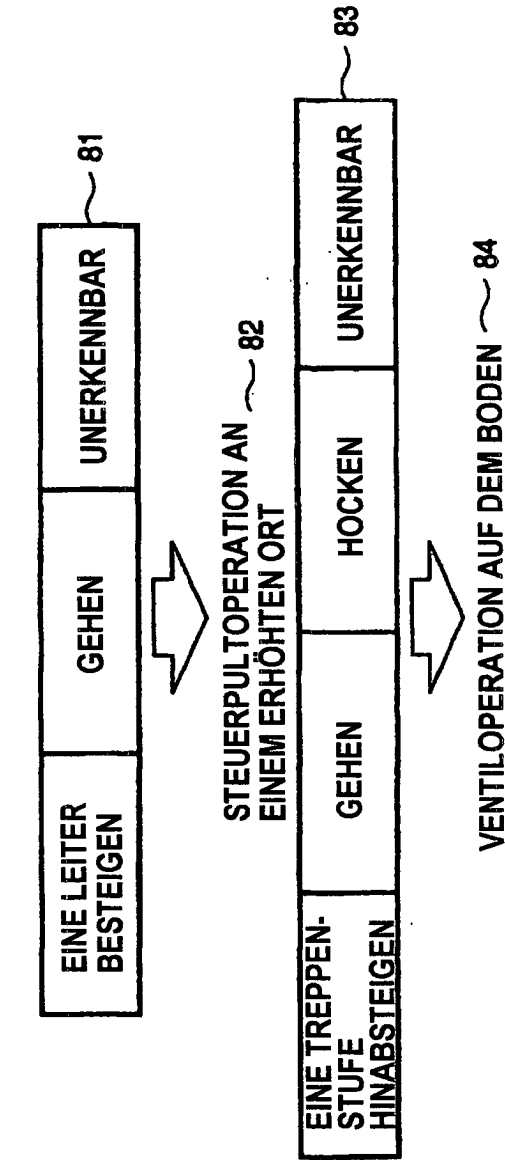


FIG. 15

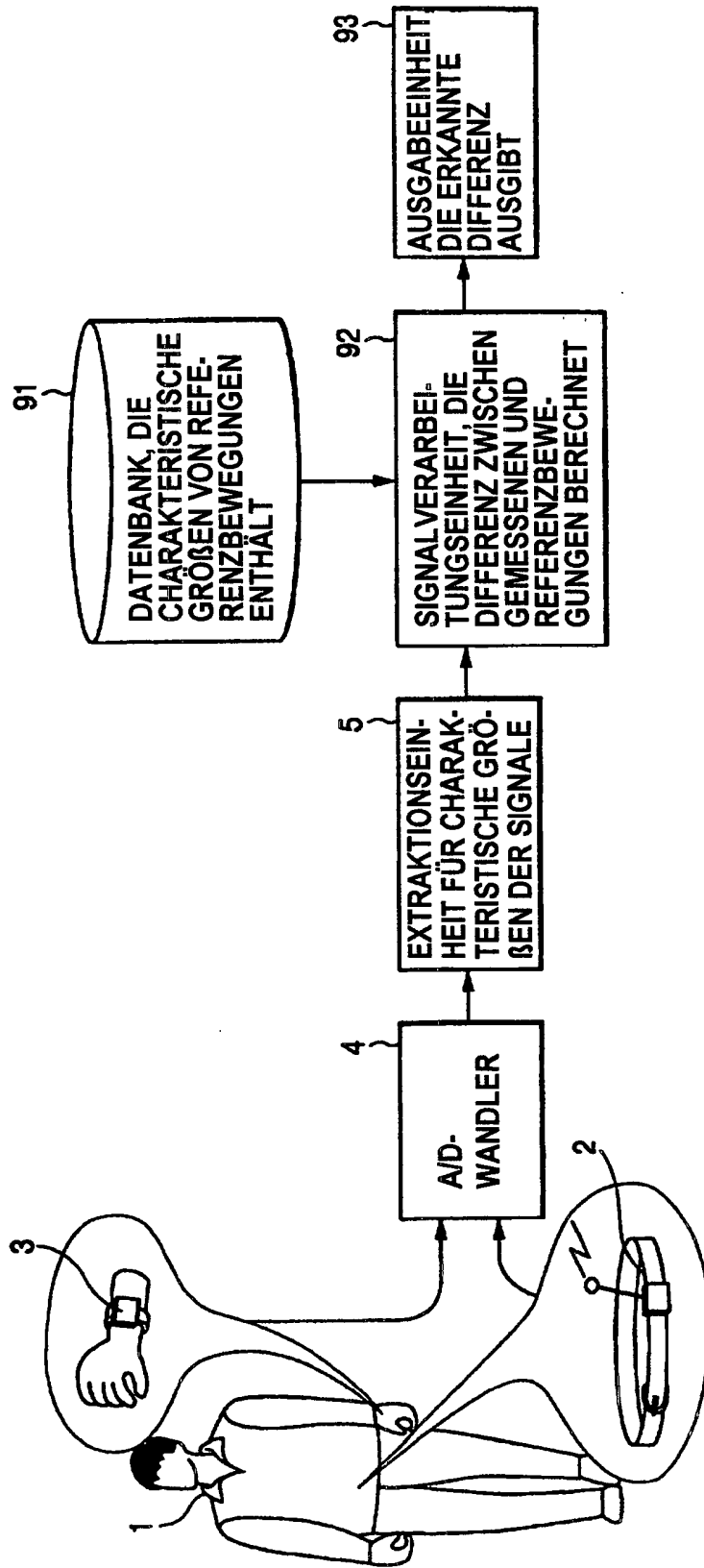


FIG. 16 (A) BERECHNEN EINER GROßEN DIFFERENZ ZWISCHEN GEMESSENEN UND REFERENZ-BEWEGUNGEN

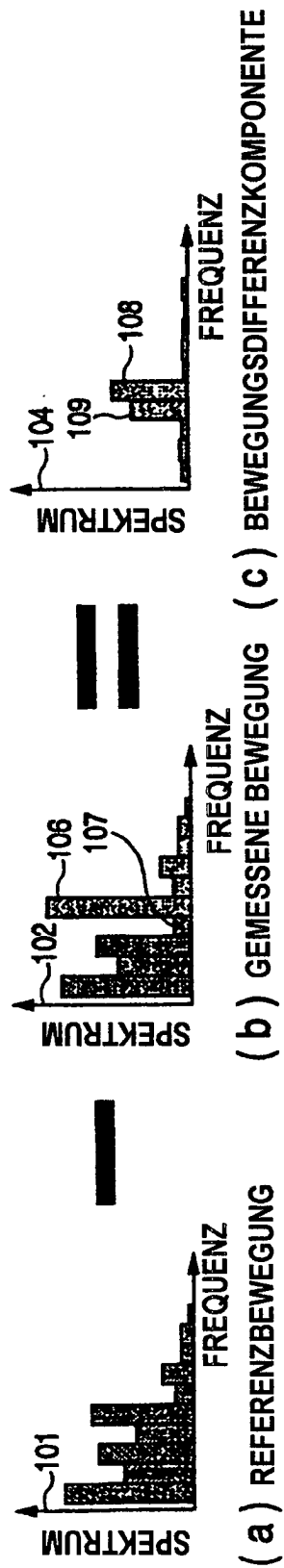


FIG. 16 (B) BERECHNEN EINER KLEINEN DIFFERENZ ZWISCHEN GEMESSENEN UND REFERENZ-BEWEGUNGEN

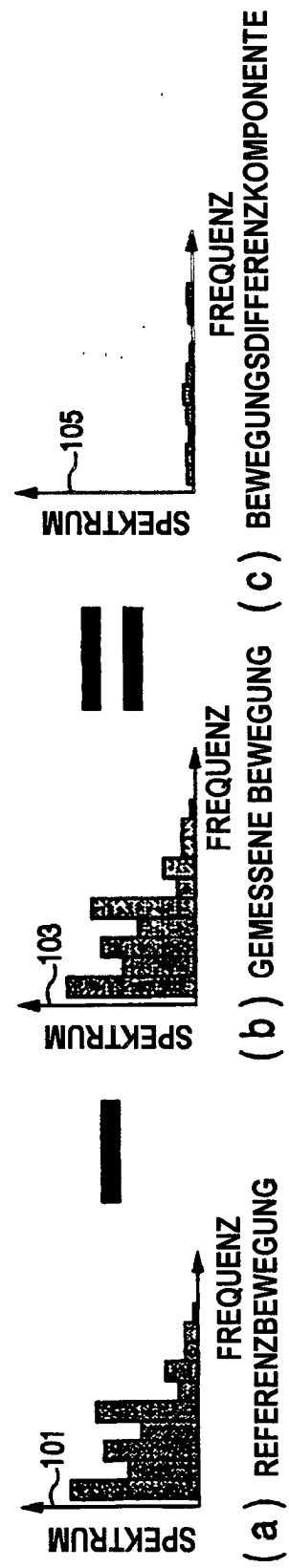


FIG. 17

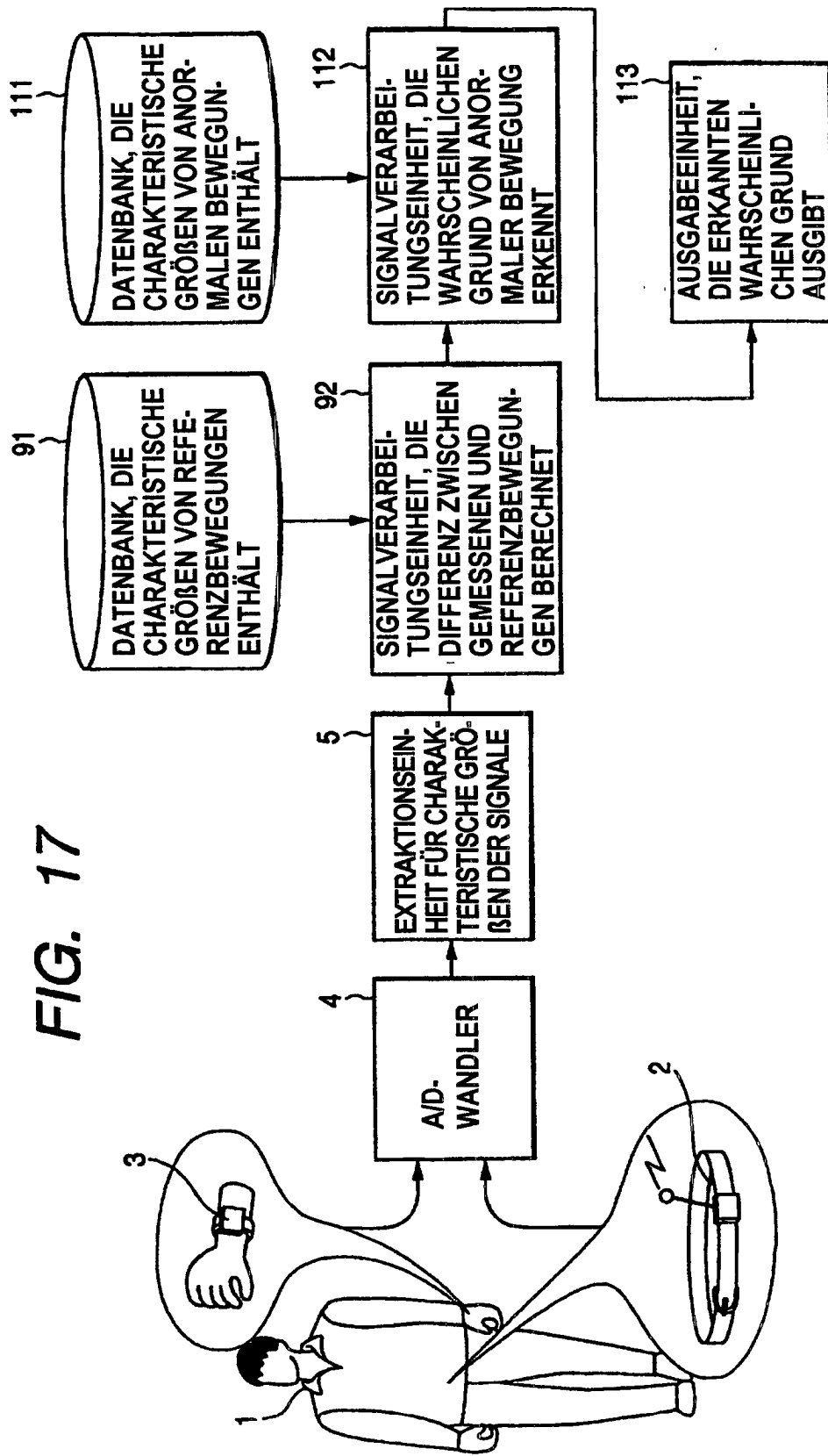


FIG. 18

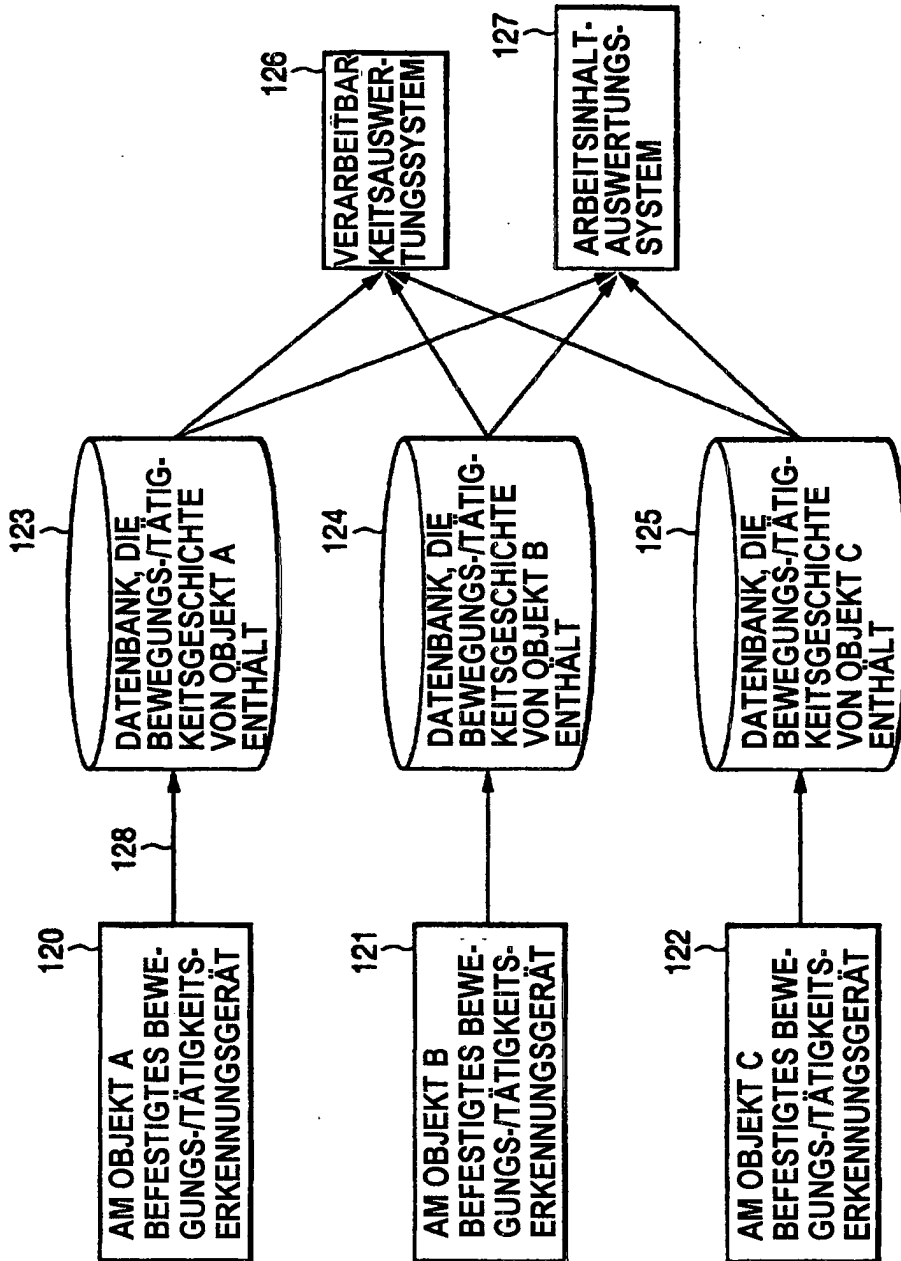


FIG. 19

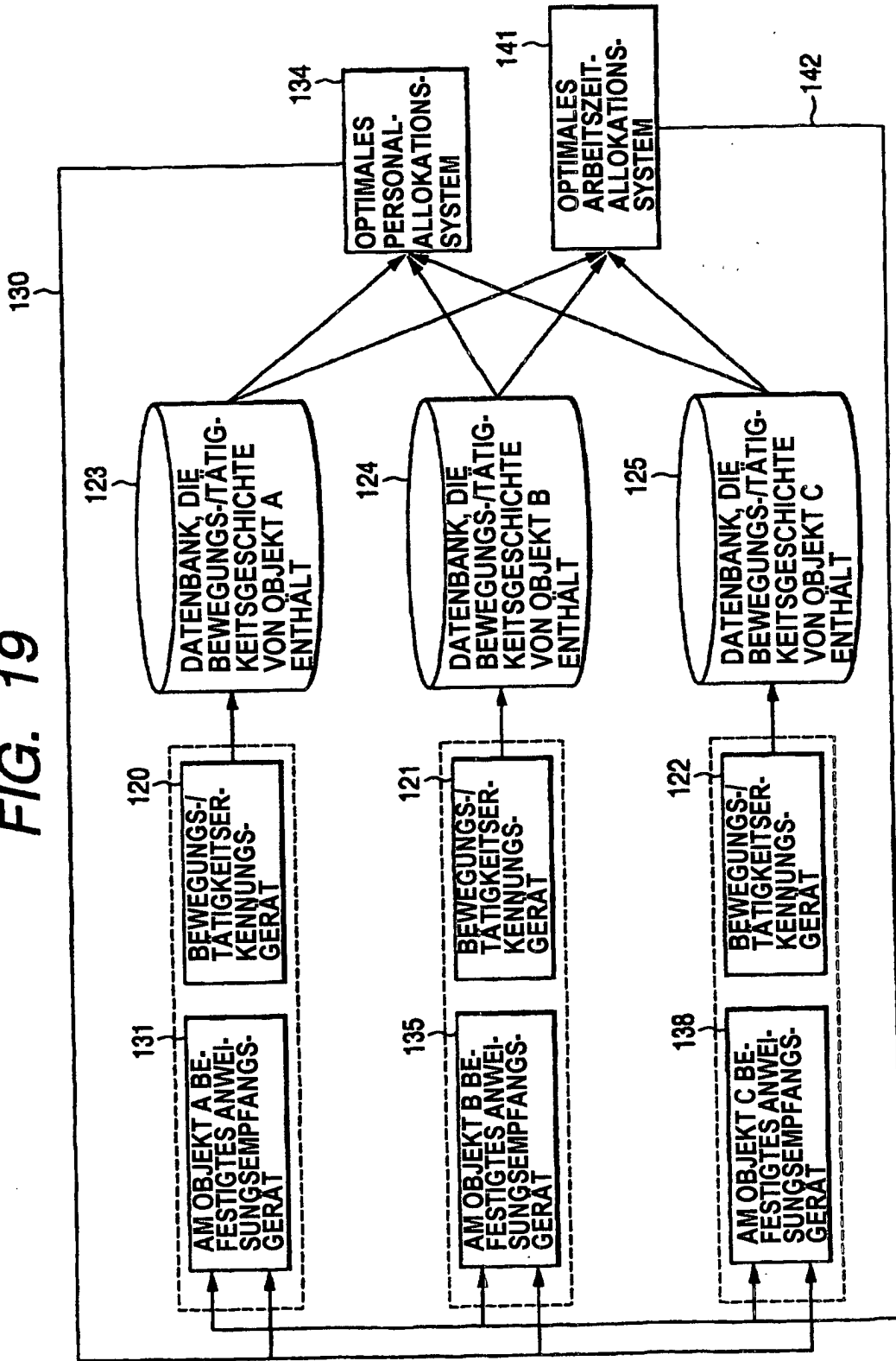


FIG. 20

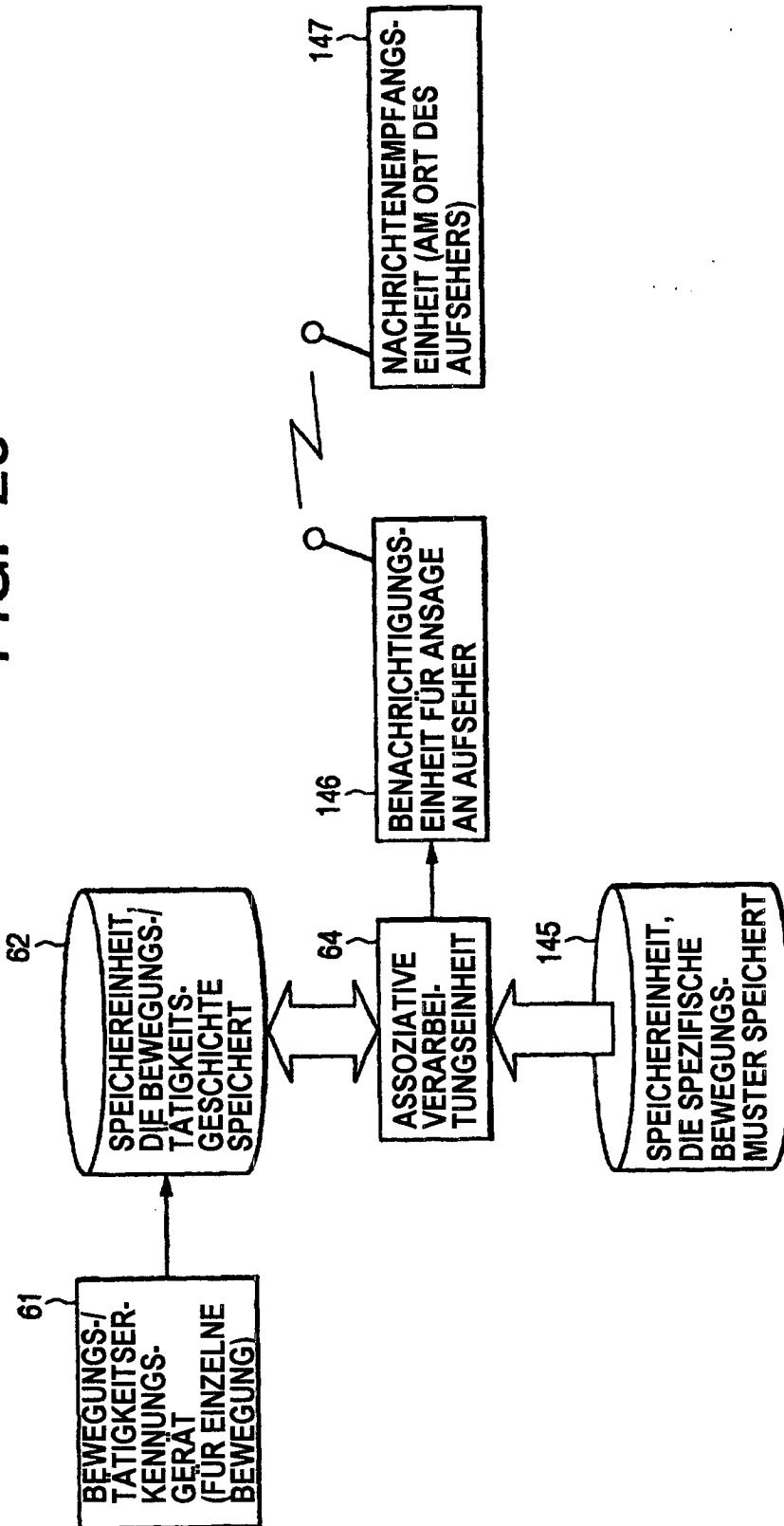


FIG. 21

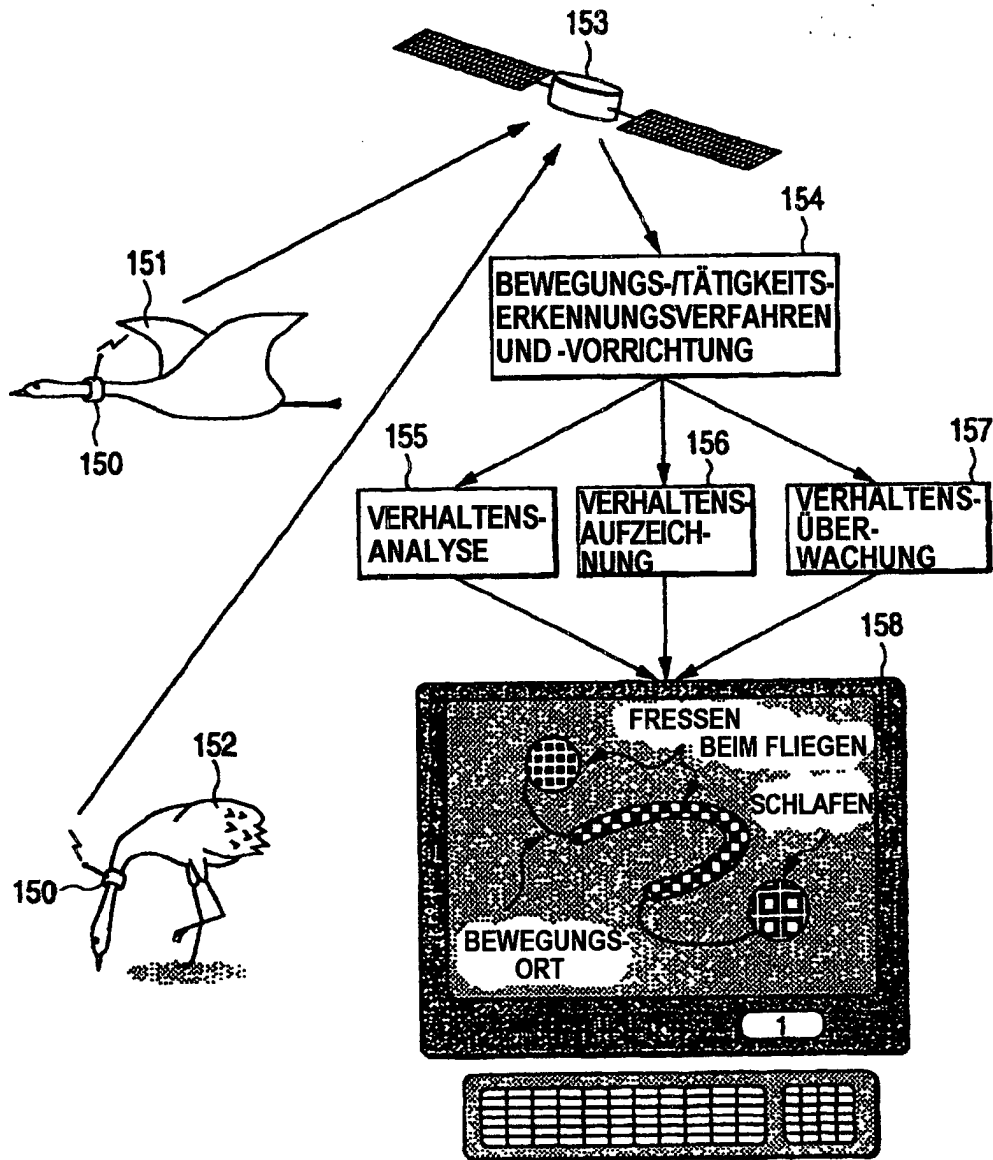


FIG. 22

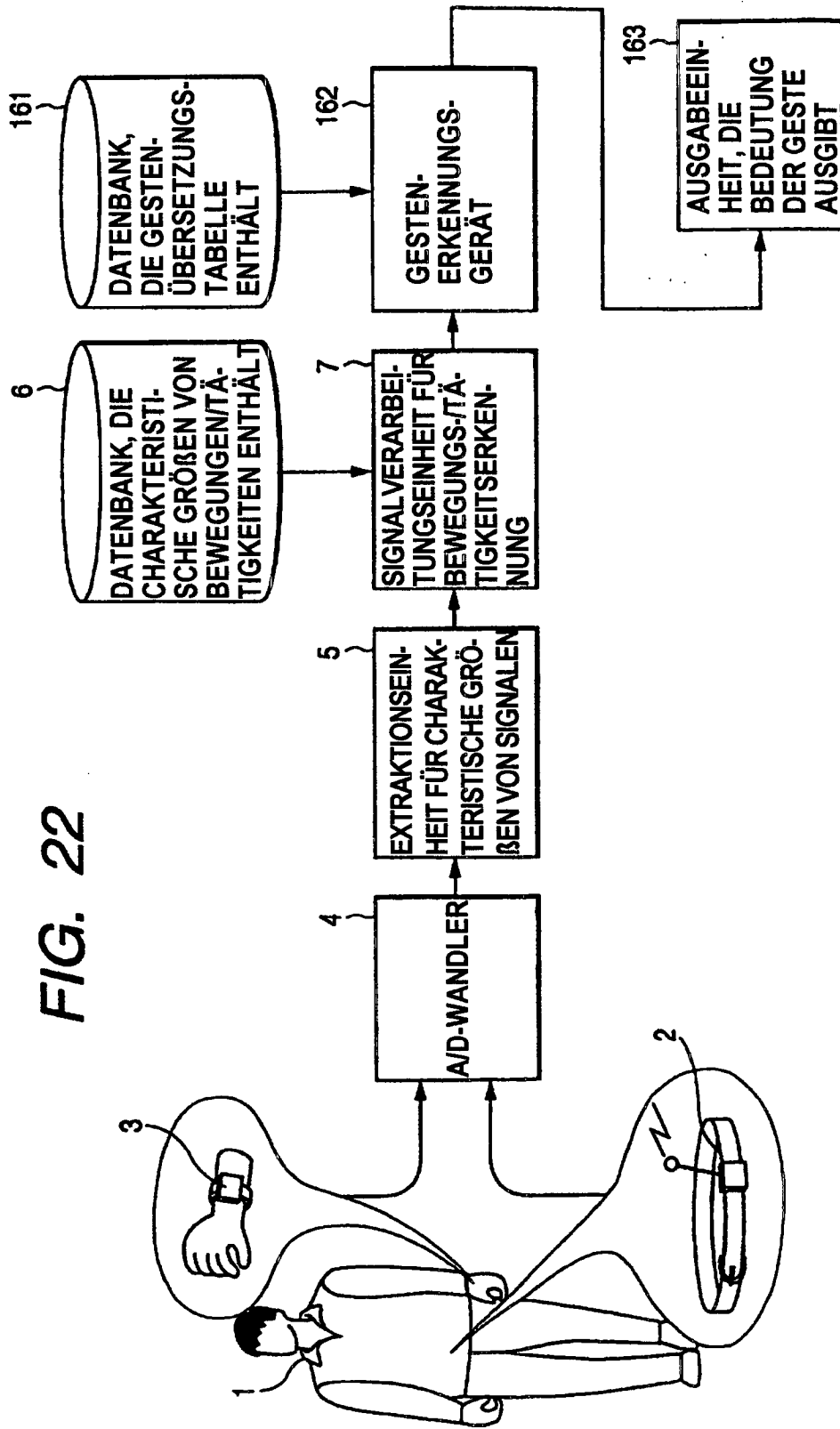


FIG. 23

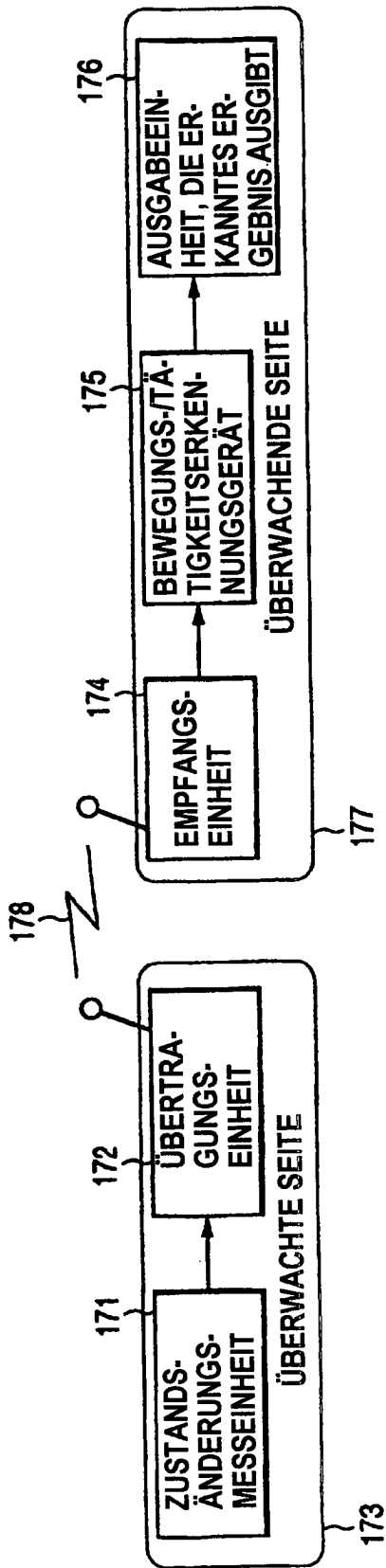


FIG. 24

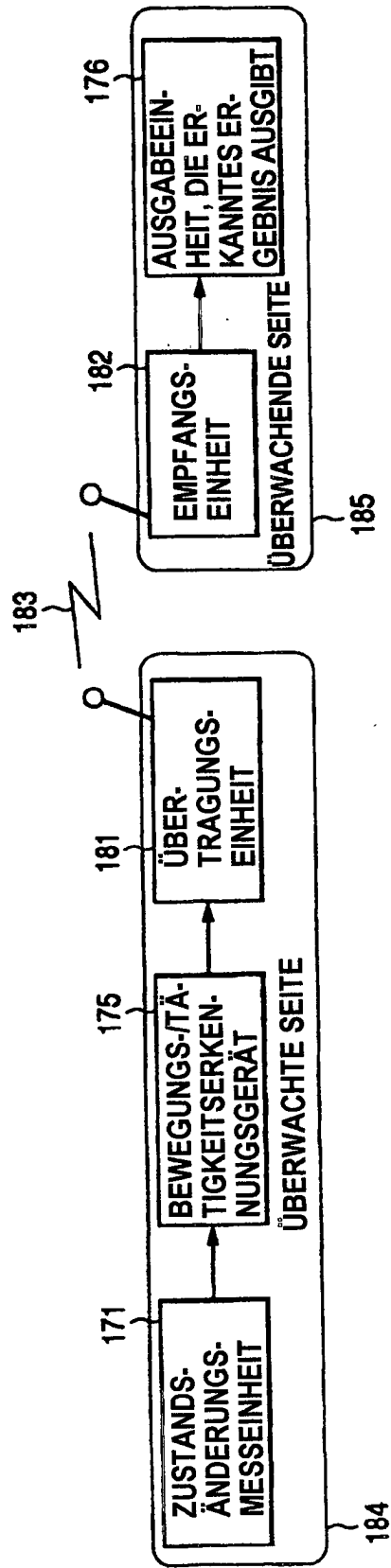


FIG. 25

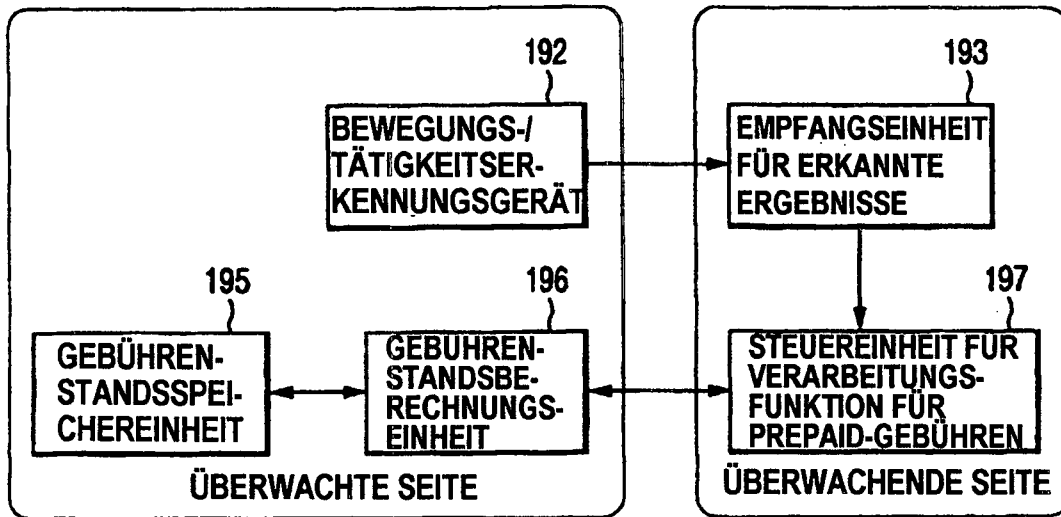


FIG. 26

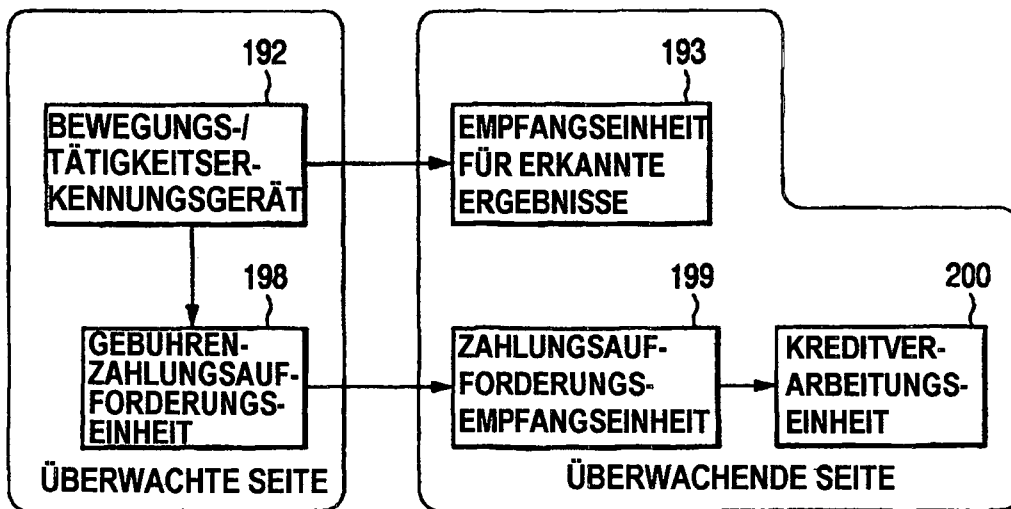


FIG. 27

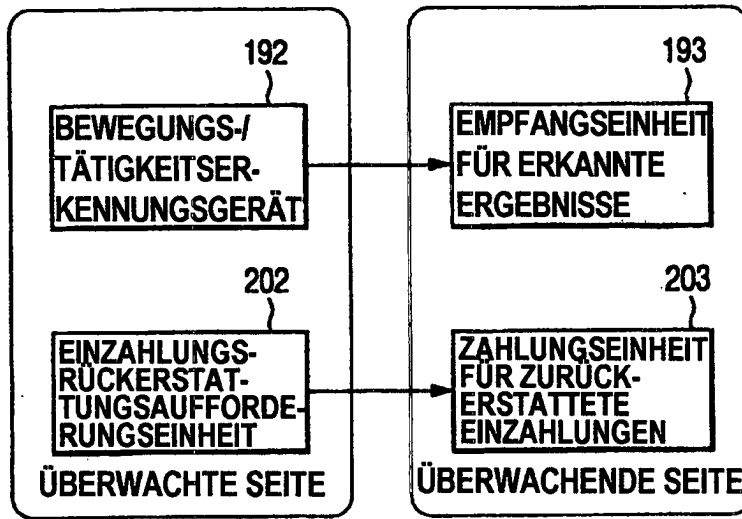


FIG. 28

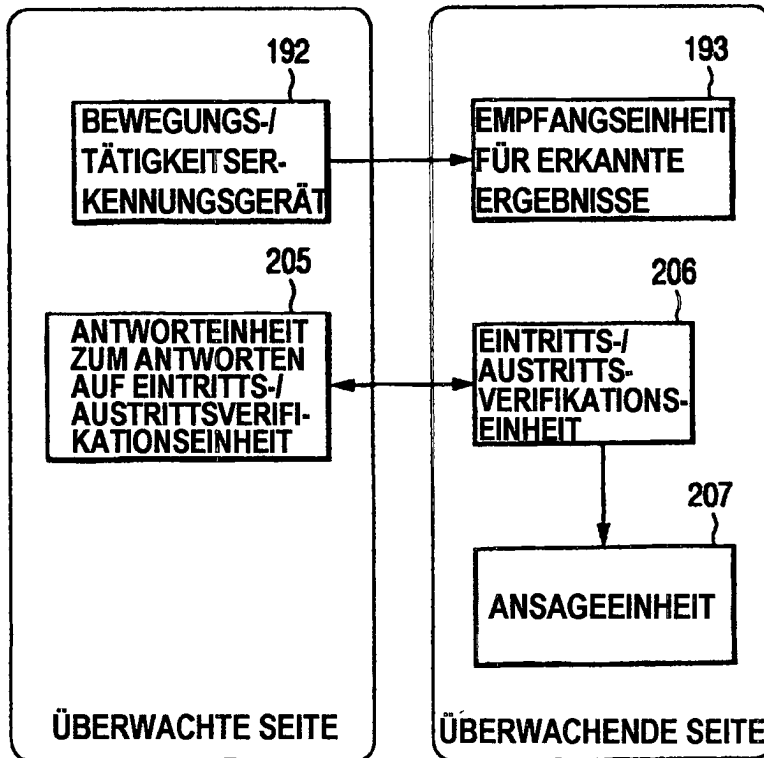


FIG. 29

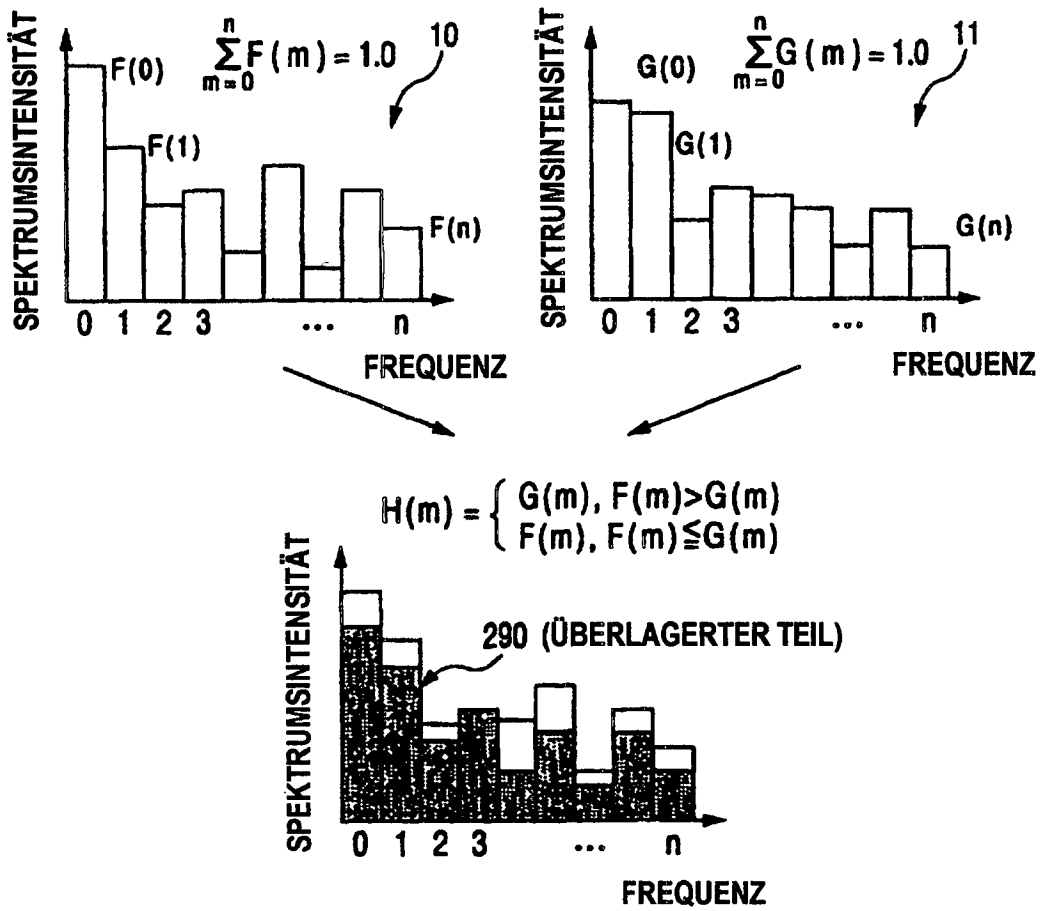


FIG. 30

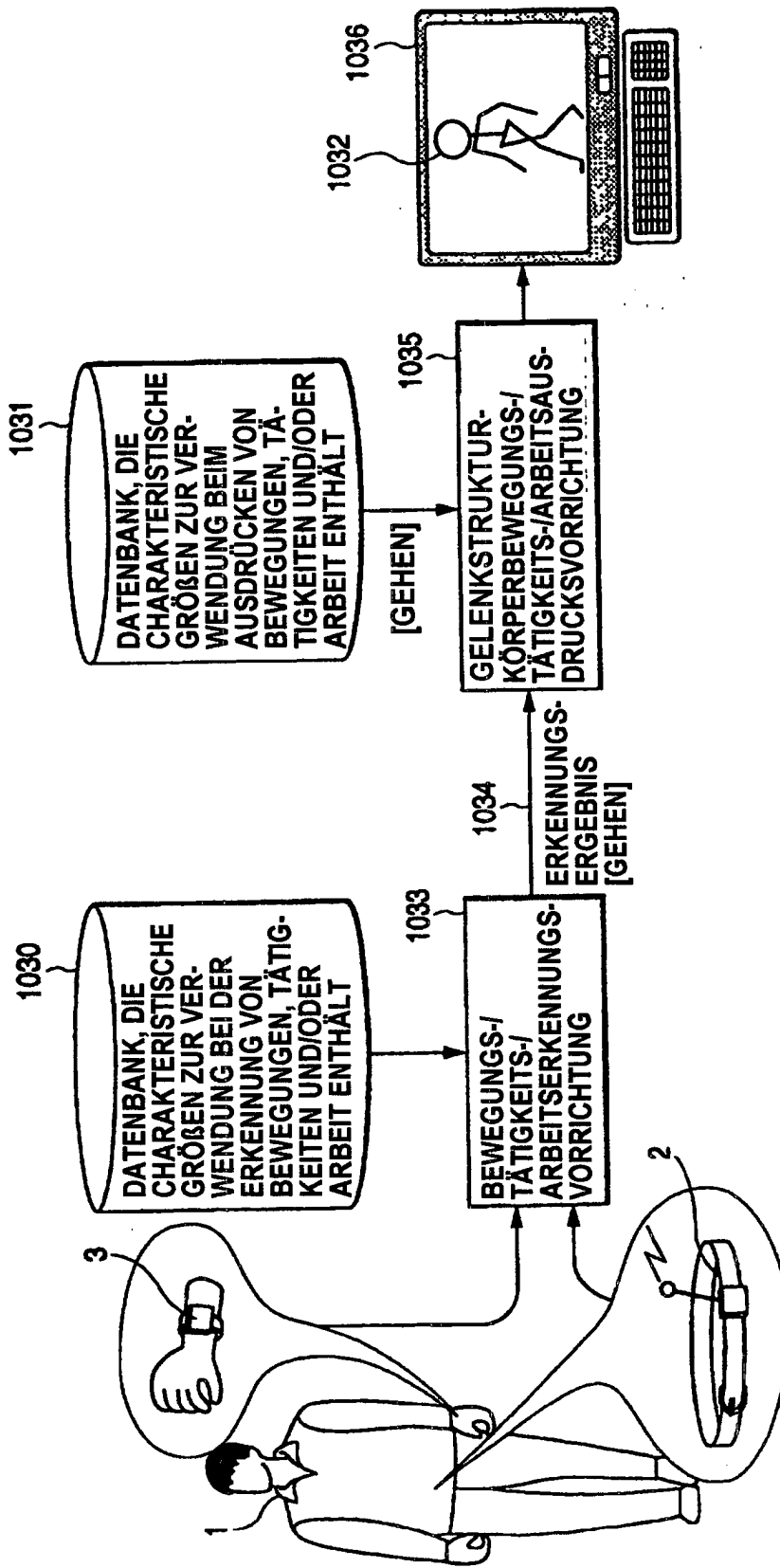


FIG. 31

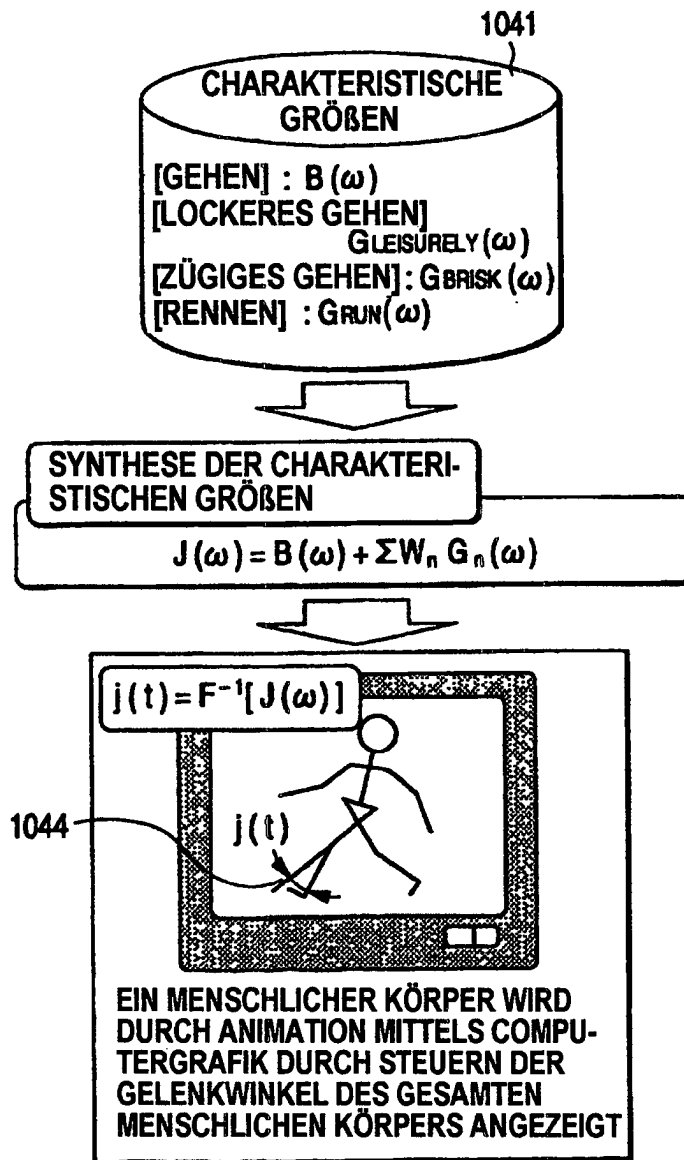


FIG. 32

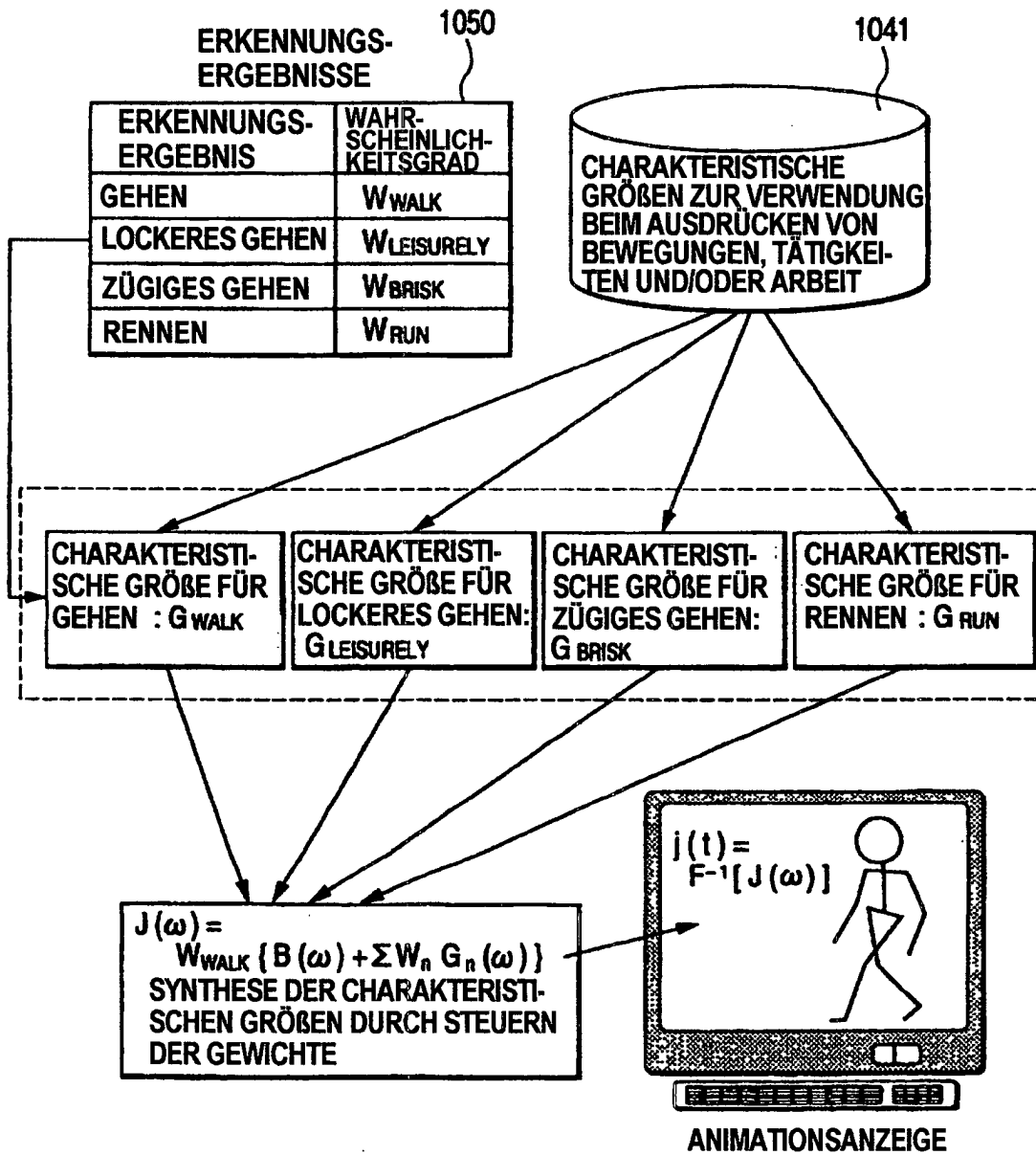


FIG. 33

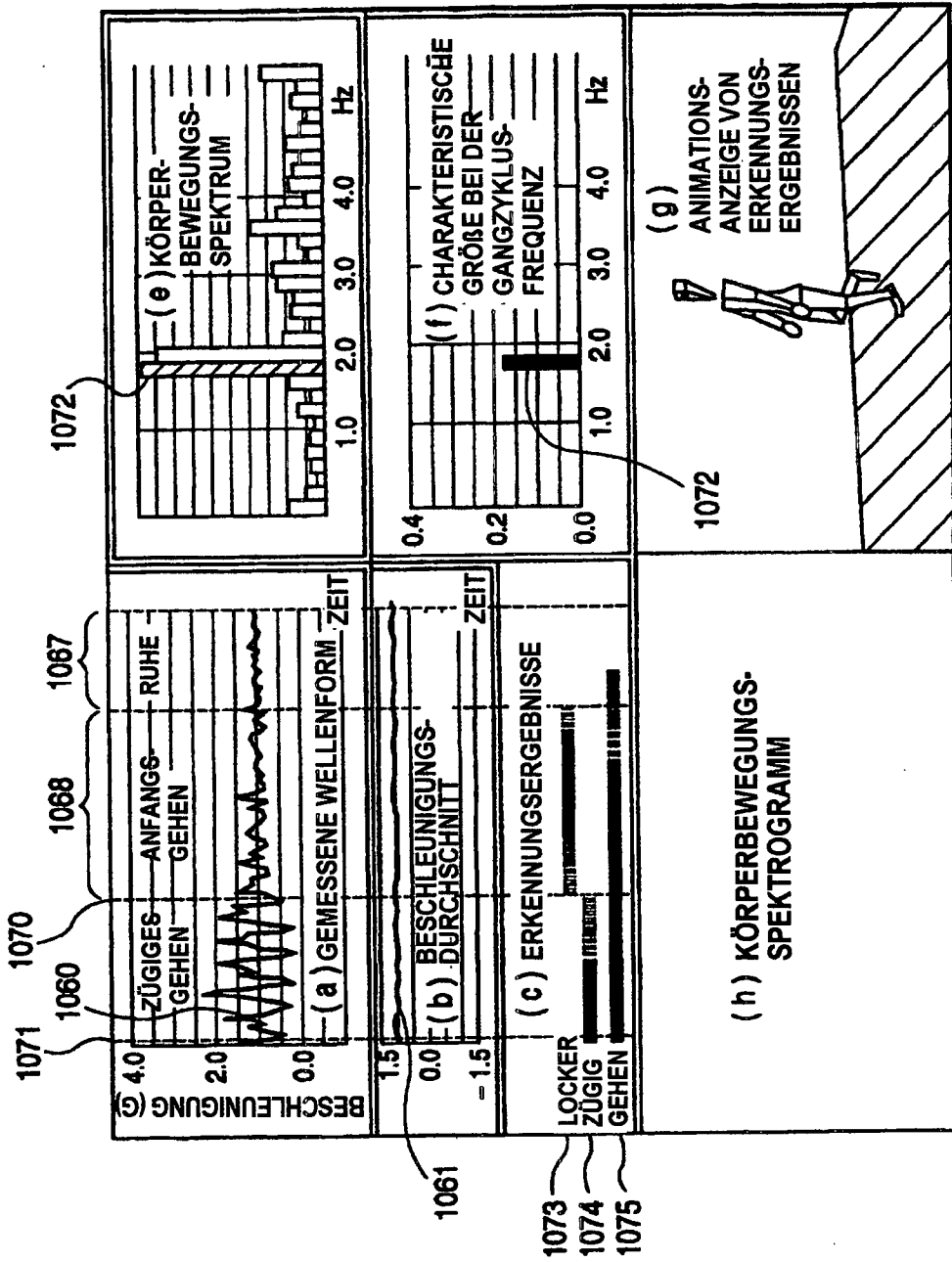


FIG. 34

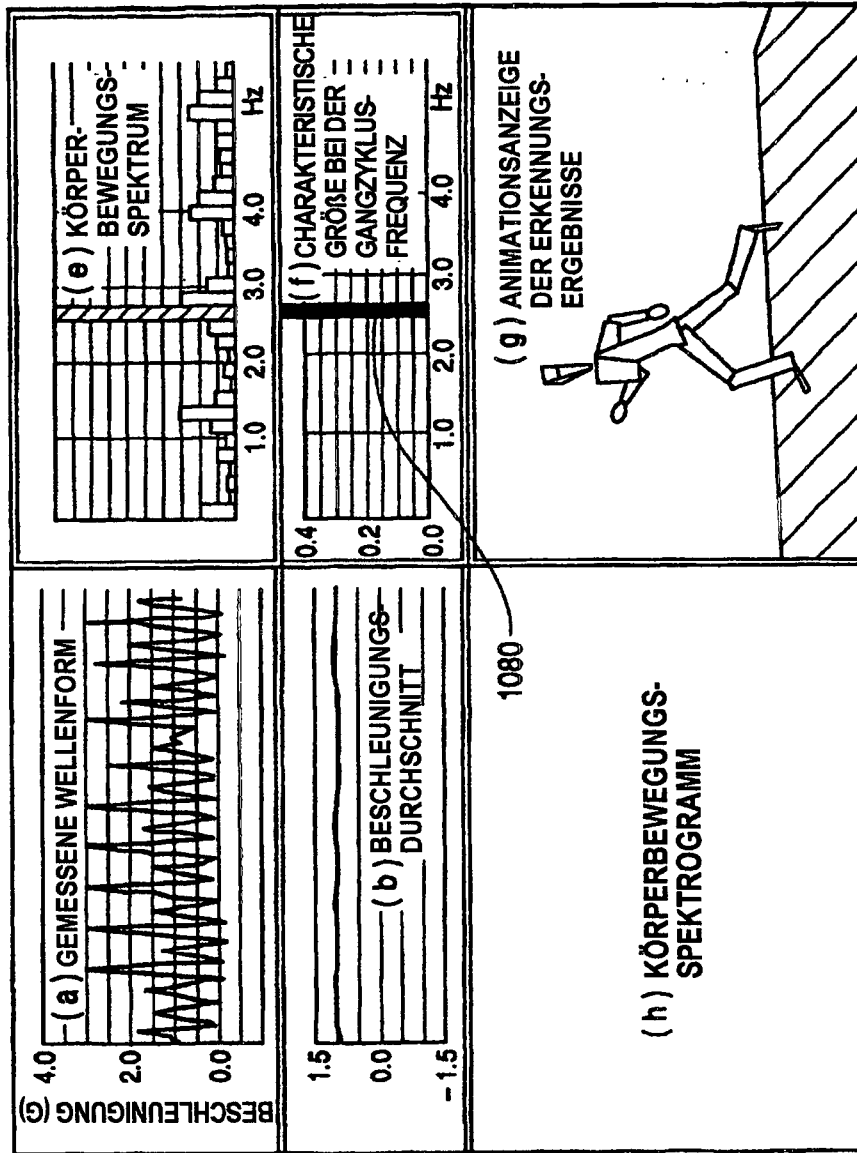


FIG. 35

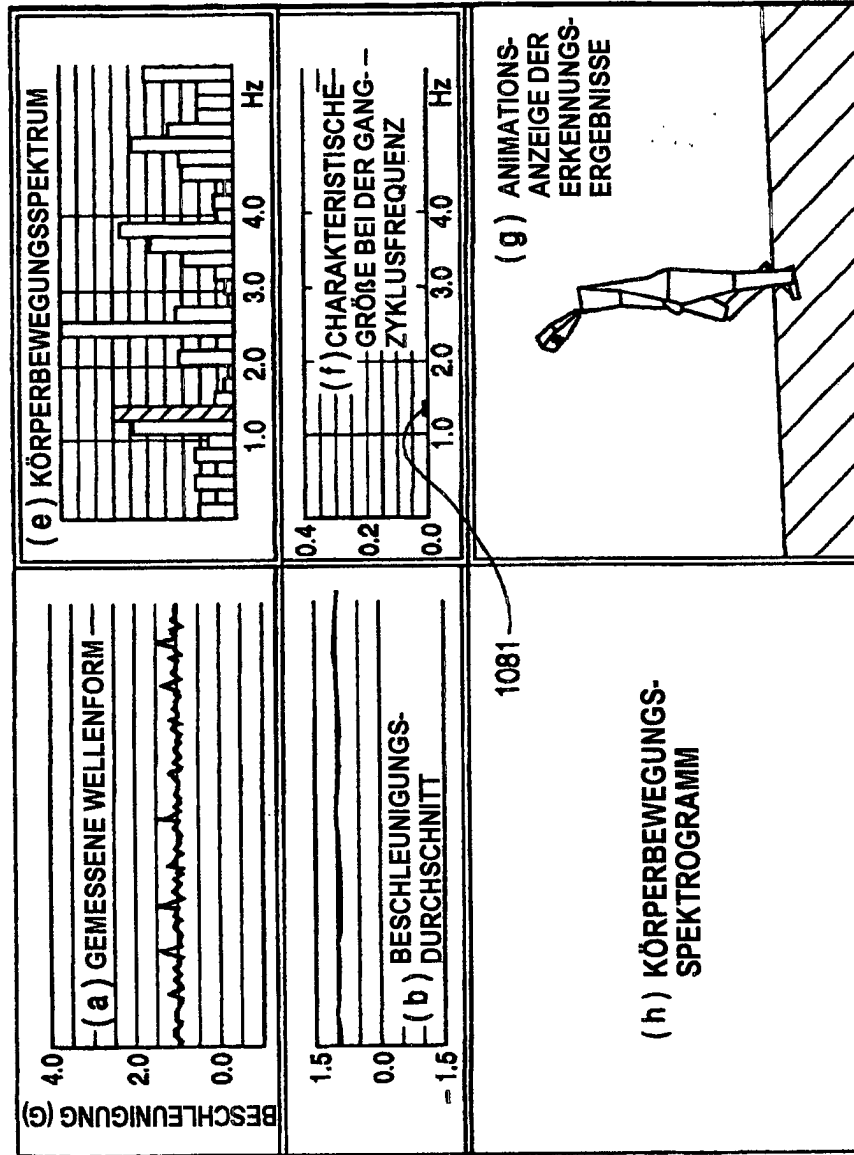


FIG. 36

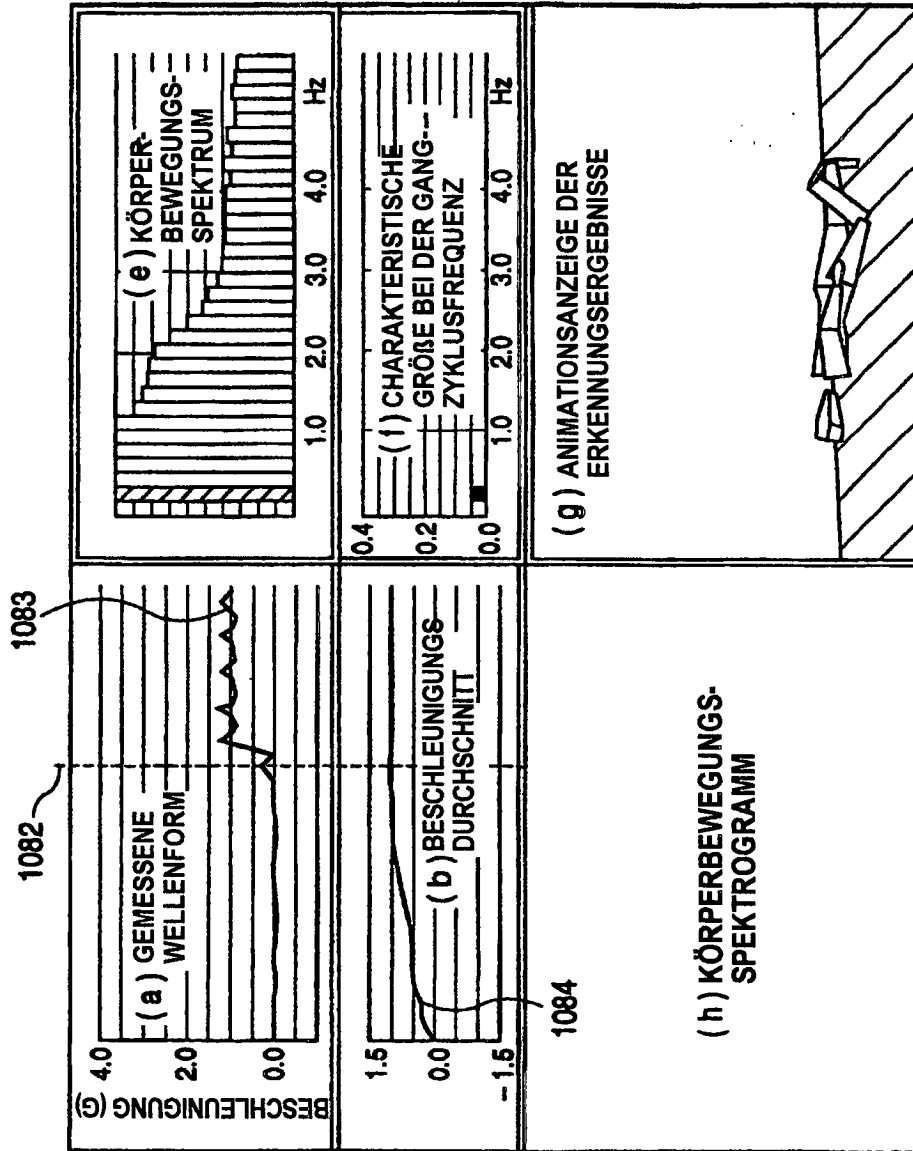


FIG. 37

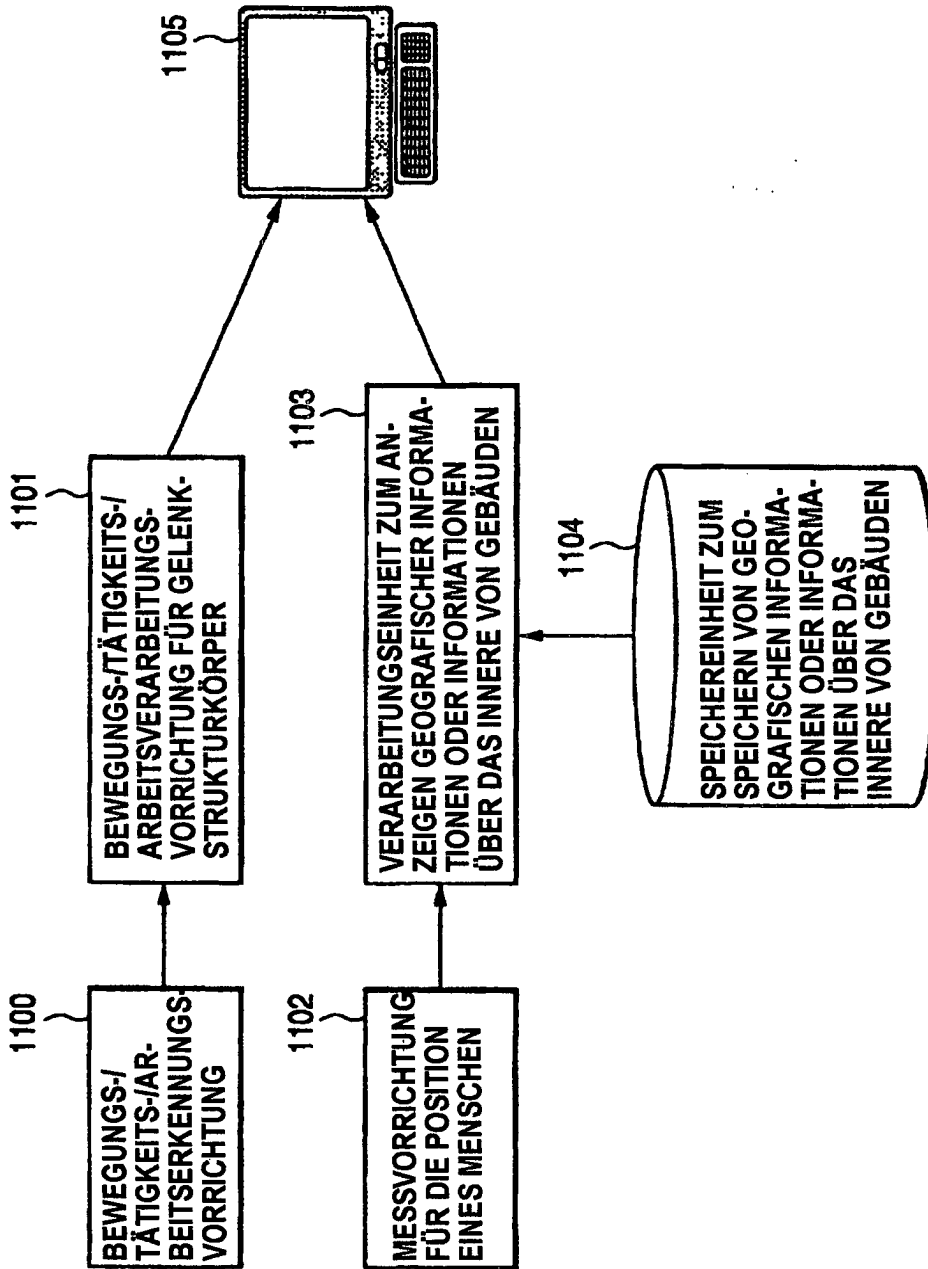


FIG. 39

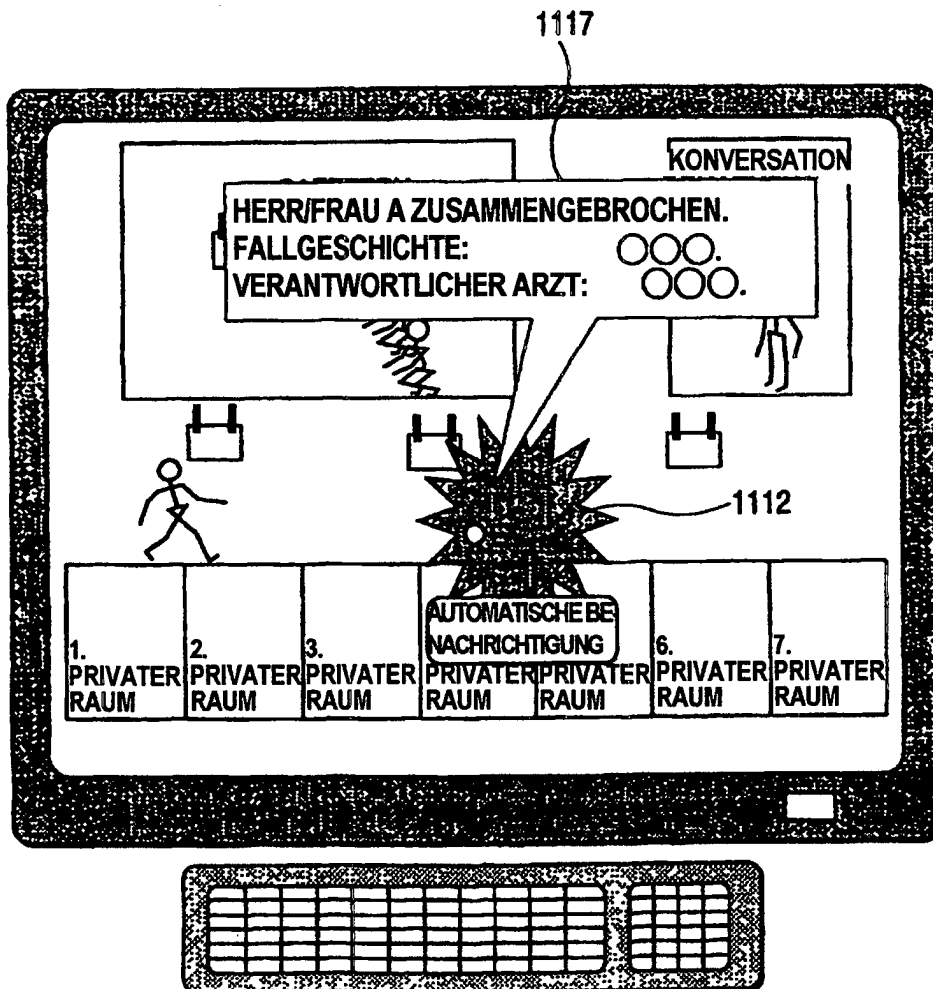


FIG. 40

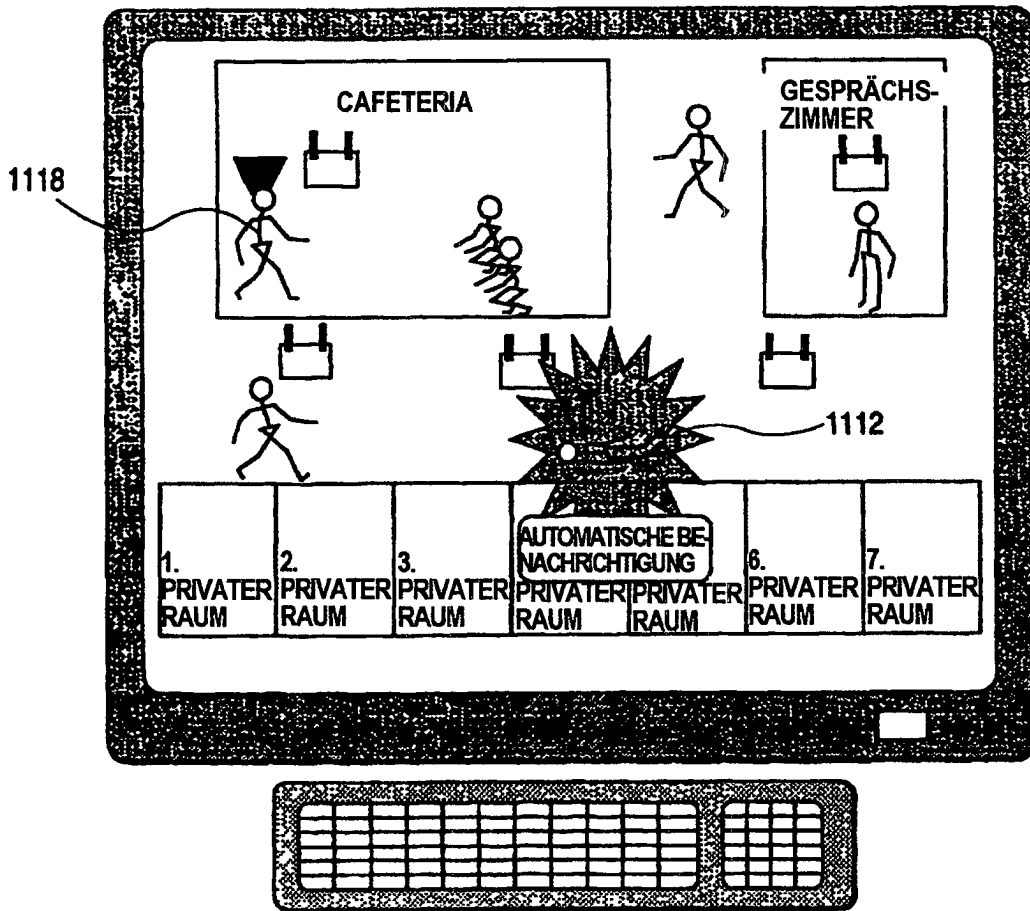


FIG. 41

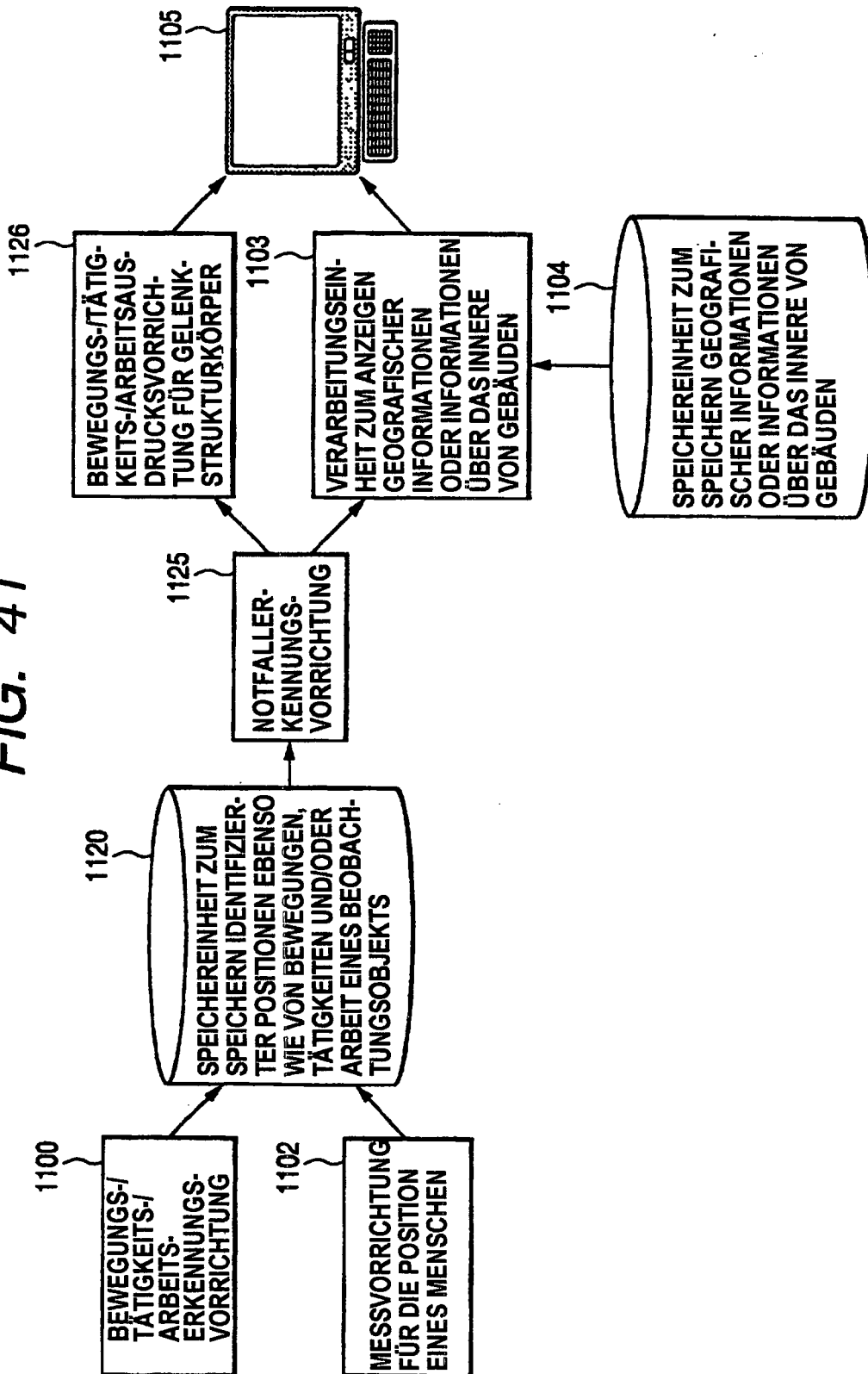


FIG. 42

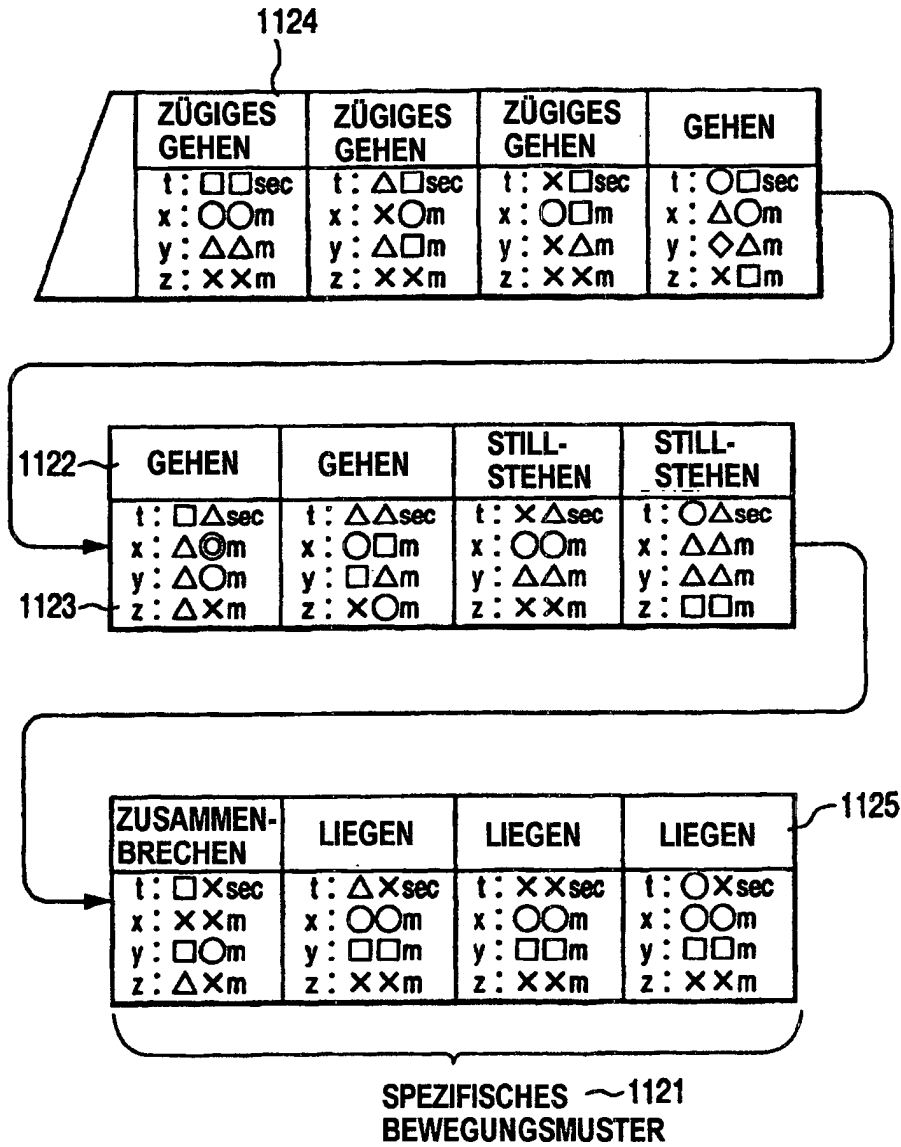


FIG. 43

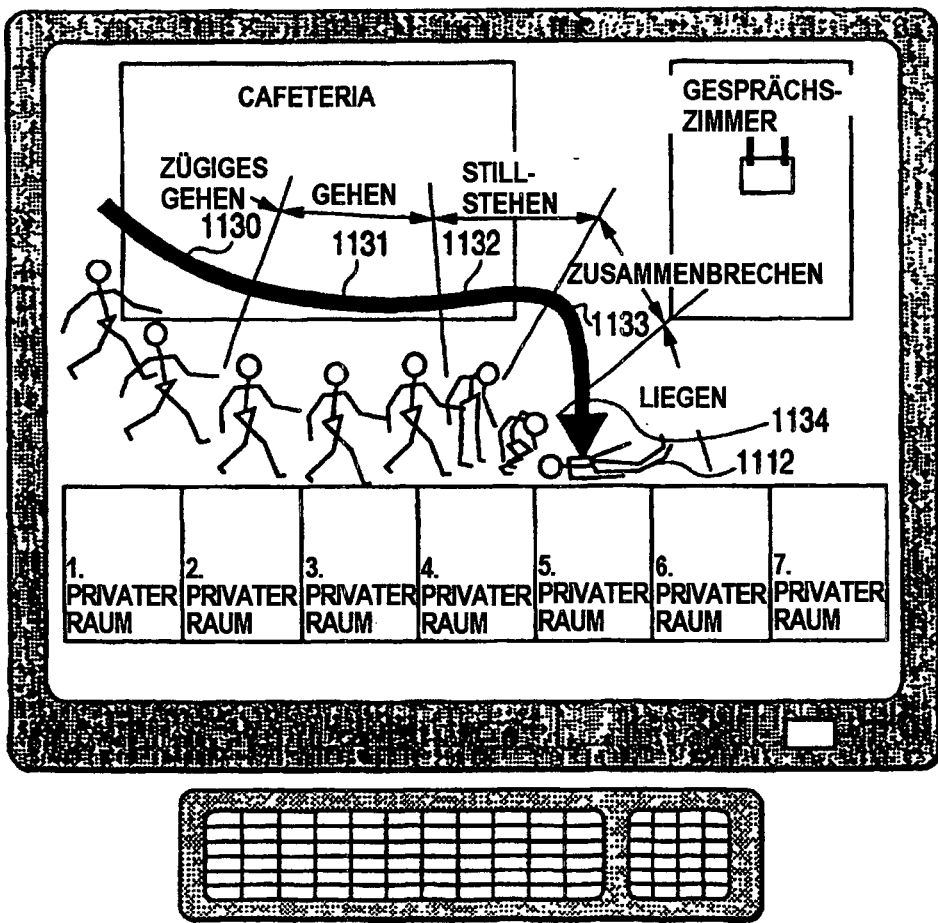


FIG. 44

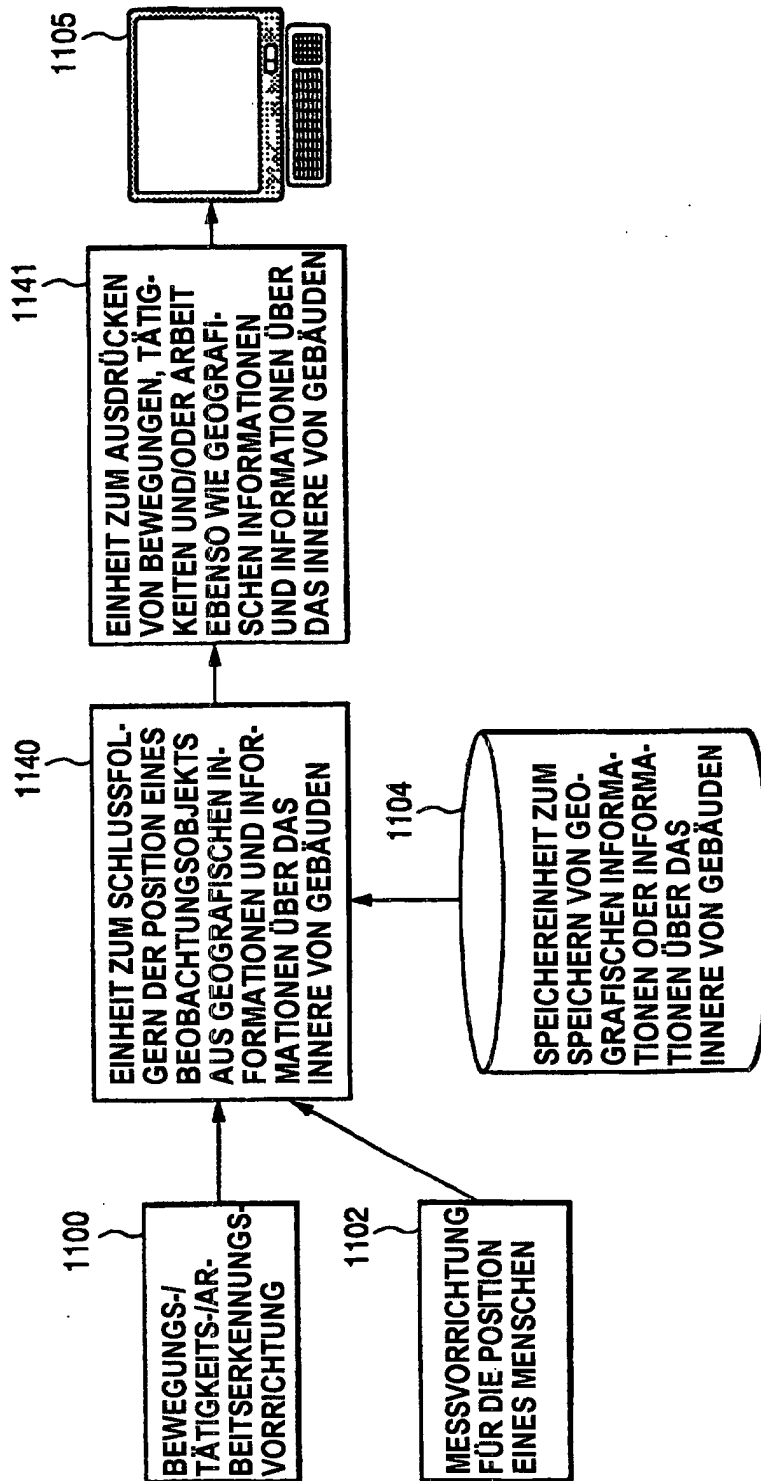


FIG. 45

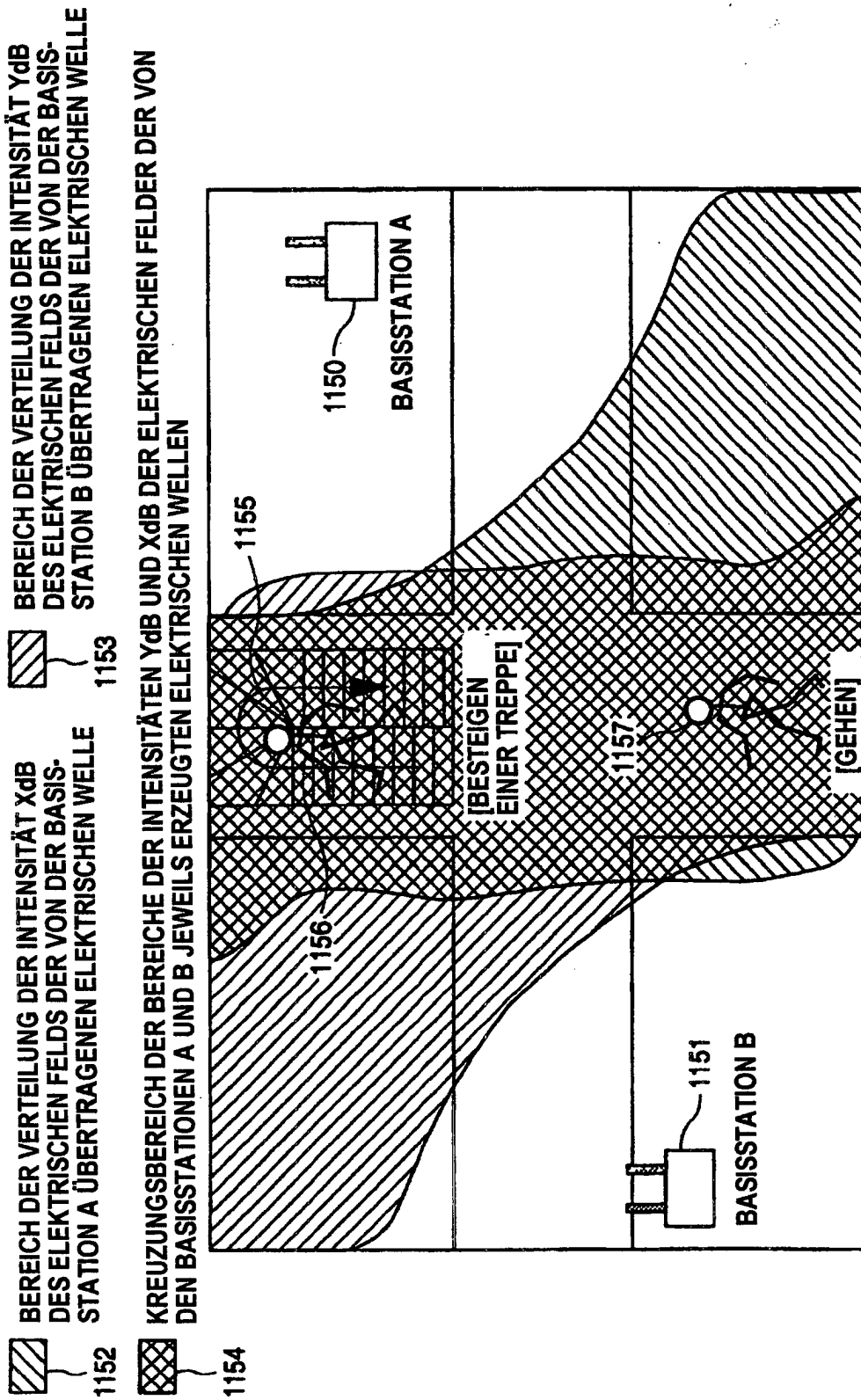


FIG. 46

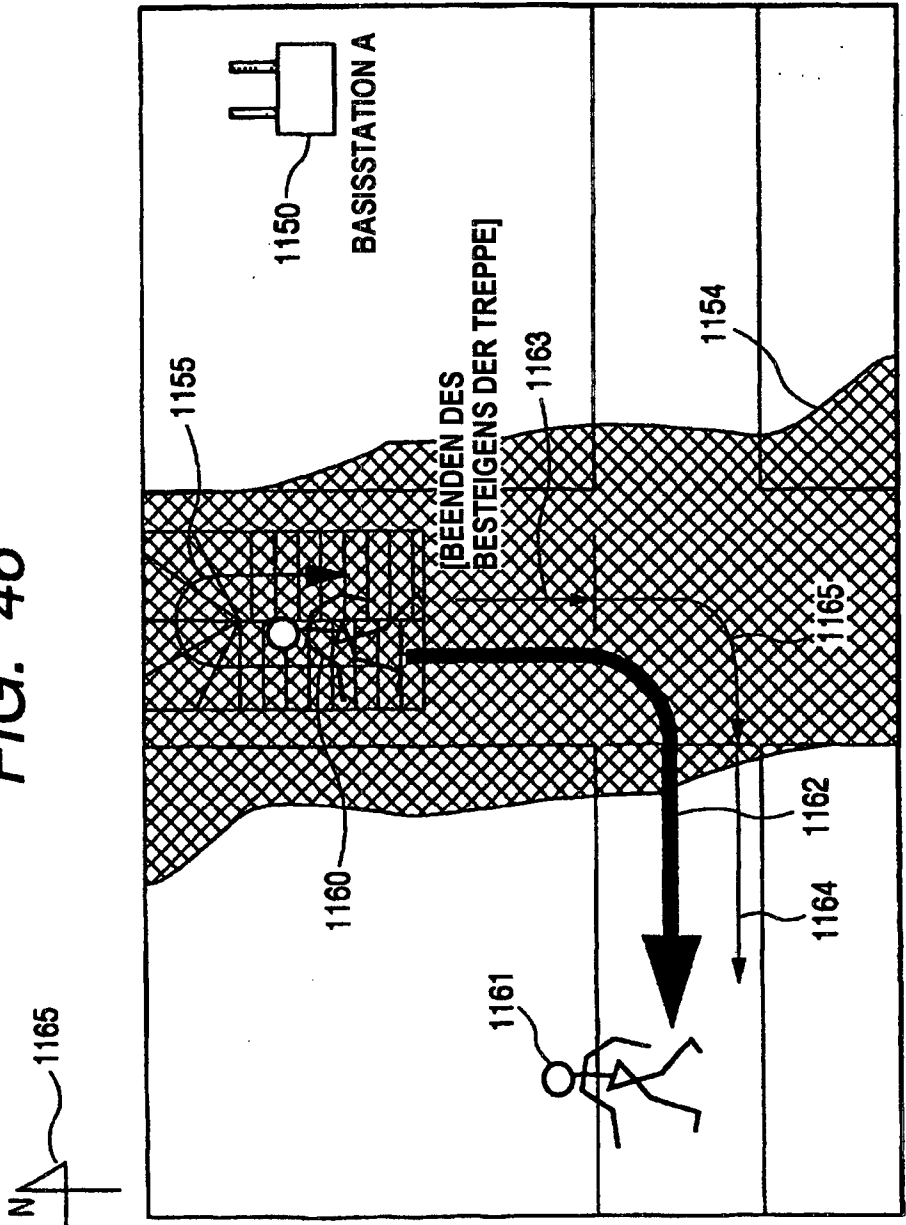
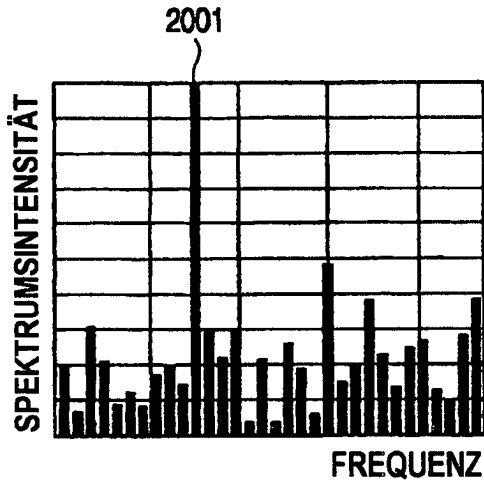
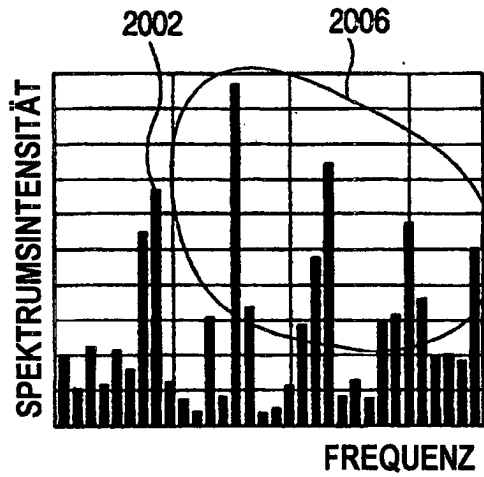


FIG. 47A



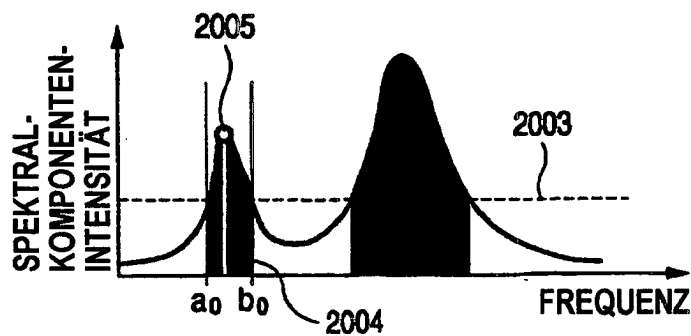
STANDARDGEHEN
 (MIT EINEM GANGZYKLUS VON
 UMGEFÄHR 1,0 SEKUNDEN)

FIG. 47B



LOCKERES GEHEN
 (MIT EINEM GANGZYKLUS VON
 UMGEFÄHR 1,5 SEKUNDEN)

FIG. 47C



PRINZIP DES EXTRAKTIONSVERFAHRENS

FIG. 48A

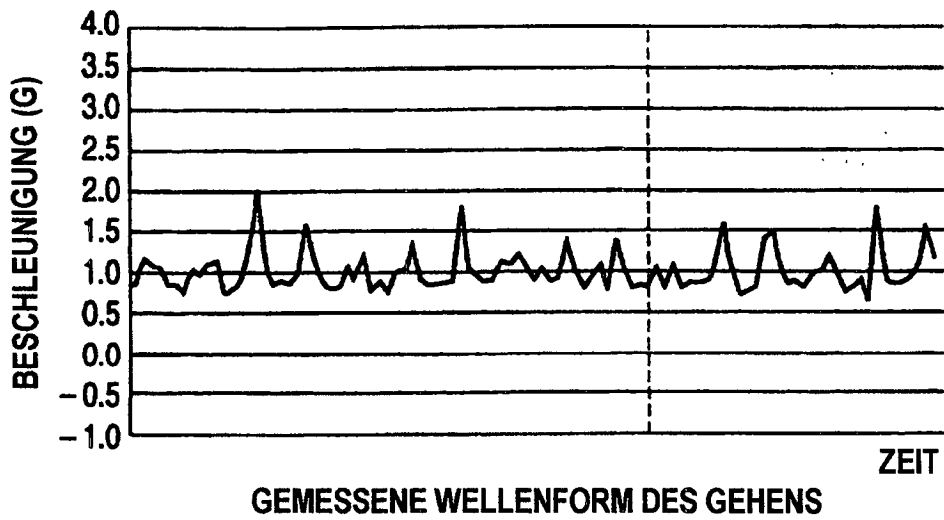


FIG. 48B

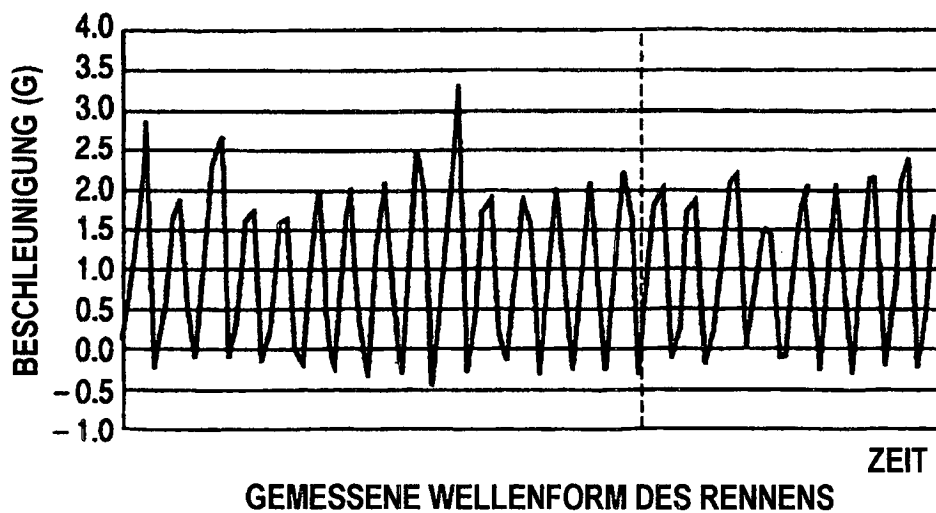


FIG. 49

