



(10) **DE 10 2014 204 671 A1** 2014.09.18

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2014 204 671.8**
(22) Anmeldetag: **13.03.2014**
(43) Offenlegungstag: **18.09.2014**

(51) Int Cl.: **A61B 5/0408** (2006.01)
A61B 5/0456 (2006.01)
A61B 5/0432 (2006.01)
A61B 5/024 (2006.01)
A61B 5/18 (2006.01)
G06F 19/00 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
13/843,077 **15.03.2013** **US**

(72) Erfinder:
Fung, Kin C., Raymond, Ohio, US; Dick, Timothy J., Raymond, Ohio, US; Hall Jr., Charles William, Raymond, Ohio, US

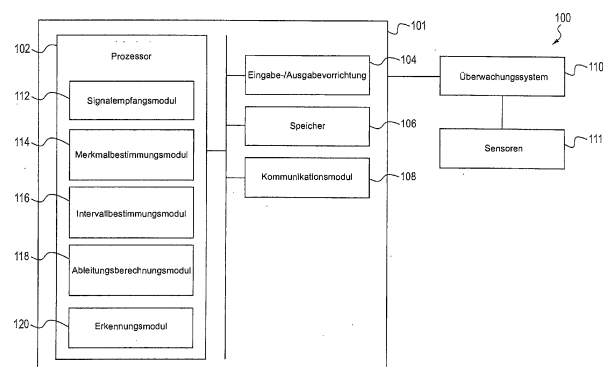
(71) Anmelder:
Honda Motor Co., Ltd., Tokyo, JP

(74) Vertreter:
Patentanwälte Weickmann & Weickmann, 81679 München, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **SYSTEM UND VERFAHREN ZUR BESTIMMUNG VON VERÄNDERUNGEN EINES KÖRPERZUSTANDS**

(57) Zusammenfassung: Verfahren und System zum Bestimmen von Veränderungen eines Körperzustands einer Person, umfassend ein Empfangen eines Signals von einem Überwachungssystem, wobei das Signal eine Messung einer Herzaktivität der Person über einen Zeitraum anzeigt und Bestimmen wenigstens eines Signalmerkmals, wobei das Signalmerkmal ein sich wiederholendes Ereignis des Signals über den Zeitraum ist. Das Verfahren umfasst ferner ein Bestimmen eines ersten Intervalls zwischen zwei aufeinanderfolgenden Signalmerkmalen und ein Bestimmen eines zweiten Intervalls zwischen zwei aufeinanderfolgenden ersten Intervallen. Eine Ableitung wird basierend auf dem zweiten Intervall berechnet. Veränderungen des Körperzustands werden basierend auf der Ableitung erkannt.



Beschreibung

HINTERGRUND

[0001] Daten zu den biologischen Systemen einer Person können einen Körperzustand einer Person oder einen Übergang von einem Körperzustand zu einem anderen Körperzustand anzeigen. Biologische Systeme sind beispielsweise das Kreislaufsystem, das Atmungssystem, das Nervensystem einschließlich des autonomen Nervensystems oder andere ähnliche biologische Systeme. Genaue und quantifizierbare Messungen der biologischen Systeme sind bei verschiedenen Anwendungen nützlich, um einer Person ein Feedback zum derzeitigen, vergangenen oder bevorstehenden Zustand ihres Körpers zu geben. Insbesondere funktionelle oder strukturelle Schwankungen der Herzaktivität können einen Hinweis auf Aktivitätsniveaus biologischer Systeme geben (zum Beispiel parasympathische und sympathische Aktivitätsniveaus des autonomen Nervensystems), welche genaue Messungen eines Körperzustands oder eines Übergangs von einem Körperzustand zu einem anderen vorsehen können.

ZUSAMMENFASSUNG

[0002] Gemäß einem Merkmal umfasst ein computerimplementiertes Verfahren zur Bestimmung von Veränderungen des Körperzustands einer Person das Empfangen eines Signals von einem Überwachungssystem, wobei das Signal eine Messung der Herzaktivität der Person über einen Zeitraum anzeigt. Das Verfahren umfasst ferner das Bestimmen wenigstens eines Signalmerkmals, wobei das Signalmerkmal ein sich wiederholendes Ereignis des Signals über den Zeitraum ist. Das Verfahren umfasst auch das Bestimmen eines ersten Intervalls zwischen zwei aufeinanderfolgenden Signalmerkmalen und das Bestimmen eines zweiten Intervalls zwischen zwei aufeinanderfolgenden ersten Intervallen. Eine Ableitung wird basierend auf dem zweiten Intervall berechnet und Veränderungen des Körperzustands werden basierend auf der Ableitung erkannt.

[0003] Gemäß einem weiteren Merkmal umfasst ein computerimplementiertes Verfahren zur Analyse von Übergängen in einem Körperzustand das Empfangen eines Signals von einer Person, das eine Messung der Herzaktivität über einen Zeitraum anzeigt, und das Berechnen einer Ableitung einer Herzfrequenz basierend auf einem sich wiederholenden Merkmal des Signals. Das Verfahren umfasst ferner das Extrahieren einer Mehrzahl von Beschleunigungen oder Verlangsamungen der Herzfrequenz basierend auf der Ableitung und das Erkennen eines Übergangs des Körperzustands basierend auf der Mehrzahl der Beschleunigungen oder Verlangsamungen der Herzfrequenz.

[0004] Gemäß einem weiteren Aspekt umfasst ein Computersystem zur Bestimmung von Veränderungen eines Körperzustands einer Person ein Überwachungssystem, das dazu ausgebildet ist, die Herzaktivität zu überwachen, und ein Signalempfangsmodul, das dazu ausgebildet ist, ein Signal von dem Überwachungssystem zu empfangen, wobei das Signal eine Messung der Herzaktivität über einen Zeitraum repräsentiert. Das System umfasst ferner ein Merkmalbestimmungsmodul, das dazu ausgebildet ist, ein Signalmerkmal zu bestimmen, wobei das Signalmerkmal ein sich wiederholendes Ereignis des Signals über den Zeitraum ist. Das System umfasst ferner ein Intervallbestimmungsmodul, das dazu ausgebildet ist, ein erstes Intervall zwischen zwei aufeinanderfolgenden Signalmerkmalen und ein zweites Intervall zwischen zwei aufeinanderfolgenden ersten Intervallen zu bestimmen. Das System umfasst ferner ein Ableitungsberechnungsmodul, das dazu ausgebildet ist, eine Ableitung einer Herzfrequenz basierend auf dem zweiten Intervall zu berechnen und ein Erkennungsmodul, das dazu ausgebildet ist, Veränderungen des Körperzustands basierend auf der Ableitung zu erkennen.

[0005] Gemäß einem weiteren Merkmal ist ein nicht vergängliches computerlesbares Medium vorgesehen, welches computerausführbare Anweisungen speichert, welche, wenn sie von einem Computer ausgeführt werden, der wenigstens einen Prozessor umfasst, bewirken, dass der Computer ein Verfahren ausführt, wobei das Verfahren das Empfangen eines Signals unter Verwendung wenigstens des Prozessors umfasst, das eine Messung der Herzaktivität über einen Zeitraum anzeigt. Das Verfahren umfasst ferner das Erkennen eines Signalmerkmals unter Verwendung wenigstens des Prozessors, wobei das Signalmerkmal ein sich wiederholendes Ereignis des Signals über den Zeitraum ist, und das Berechnen eines ersten Intervalls zwischen zwei aufeinanderfolgenden Signalmerkmalen unter Verwendung wenigstens des Prozessors. Das Verfahren umfasst ferner das Berechnen eines zweiten Intervalls zwischen zwei aufeinanderfolgenden ersten Intervallen unter Verwendung wenigstens des Prozessors und das Berechnen einer Ableitung basierend auf dem zweiten Intervall unter Verwendung wenigstens des Prozessors. Schließlich umfasst das Verfahren das Erkennen von Veränderungen eines Körperzustands basierend auf der Ableitung unter Verwendung wenigstens des Prozessors.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0006] Fig. 1 ist eine schematische Ansicht eines veranschaulichenden Computersystems zur Bestimmung von Veränderungen eines Körperzustands gemäß einer beispielhaften Ausführungsform;

[0007] Fig. 2 ist eine schematische Ansicht eines Kraftfahrzeugs zur Bestimmung von Veränderungen eines Körperzustands gemäß der beispielhaften Ausführungsform in Fig. 1;

[0008] Fig. 3 ist ein Prozessablaufdiagramm eines Verfahrens zur Bestimmung von Veränderungen eines Körperzustands;

[0009] Fig. 4(a) ist eine schematische Darstellung einer kardialen Wellenform eines elektrischen Signals, das die Herzrhythmickeit repräsentiert;

[0010] Fig. 4(b) ist eine schematische Darstellung einer Reihe von kardialen Wellenformen aus Fig. 4(a);

[0011] Fig. 5(a) ist eine schematische Darstellung einer kardialen Wellenform eines die Herzrhythmickeit repräsentierenden akustischen Signals;

[0012] Fig. 5(b) ist eine schematische Darstellung einer Reihe von kardialen Wellenformen aus Fig. 5(a);

[0013] Fig. 5(c) ist eine schematische Darstellung einer kardialen Wellenform eines optischen Signals, das die Herzrhythmickeit repräsentiert;

[0014] Fig. 5(d) ist eine schematische Darstellung einer Reihe von kardialen Wellenformen aus Fig. 5(c);

[0015] Fig. 6 ist eine schematische Darstellung von Stellen an einer Person, an denen die Herzrhythmickeit gemessen wird;

[0016] Fig. 7 ist eine beispielhafte Ausgabe eines I-Kanal-Elektrokardiogramms (EKG);

[0017] Fig. 8 ist ein beispielhafter Linienvverlauf einer Ableitung einer Herzfrequenz bei niedrigen Schwellenwerten (d. h. 2);

[0018] Fig. 9 ist ein beispielhafter Linienvverlauf einer Ableitung einer Herzfrequenz bei hohen Schwellenwerten (d. h. 10); und

[0019] Fig. 10 ist eine beispielhafte Cluster-Darstellung einer Ableitung einer Herzfrequenz.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

[0020] Mit Bezug zu den Zeichnungen, die zum Zwecke der Erläuterung einer oder mehrerer beispielhafter Ausführungsformen dienen und nicht einschränkend wirken sollen, zeigt Fig. 1 ein Computersystem **100**, in welchem eine oder mehrere der hierin beschriebenen Ausführungsformen in Betrieb sein können. Das Computersystem **100** umfasst ein Computergerät **101**, einen Prozessor **102**, eine Eingabe-/Ausgabevorrichtung **104**, einen Speicher **106**, ein Kommunikationsmodul **108** und ein Überwachungssystem **110**. Das Überwachungssystem **110** kann eine Mehrzahl von Sensoren **111** umfassen und/oder mit ihnen kommunizieren. Bei manchen Ausführungsformen können eine oder mehrere der Komponenten des Computersystems **100** kombiniert, ausgelassen oder mit einer anderen Struktur ausgebildet sein. Beispielsweise kann die Eingabe-/Ausgabevorrichtung **104** mit separaten Eingabe- und Ausgabevorrichtungen ausgebildet sein, der Speicher **106** kann mit dem Prozessor **102** vorgesehen sein usw.

[0021] Es wird darauf hingewiesen, dass auch andere, in Fig. 1 nicht gezeigte Komponenten vorhanden sein können (z. B. Kommunikationseinheiten/Gateways, Netzwerkbusse, Fahrzeugsysteme (siehe Fig. 2)). Obgleich auf die zuvor genannten Komponenten, Systeme und Verfahren mit Bezug zu dem System **100** und Fig. 1 Bezug genommen wird, wird darauf hingewiesen, dass die Komponenten anderen Geräten zugeordnet oder in sie integriert sein können. Andere beispielhafte Geräte können unter anderem Kleidung, Schmuck oder andere tragbare Elemente, Sitze, Stühle, Betten, Bänke, Sofas oder andere Sitzvorrichtungen, Automobile, Lastkraftwagen, Motorräder, Sattelzugmaschinen, Traktoren, Rasenmäher, Flugzeuge, Boote und andere Fahrzeuge umfassen.

[0022] Eine beispielhafte Ausführungsform ist in **Fig. 2** gezeigt – ein Motorfahrzeug **200** zur Bestimmung von Veränderungen eines Körperzustands eines Fahrzeuginsassen **202**. Das Fahrzeug **200** kann jedes sich bewegende Fahrzeug sein, welches in der Lage ist, einen oder mehrere menschliche Insassen zu befördern, und welches durch eine Energieform versorgt wird. Das Fahrzeug **200** umfasst einen Motor **204**, eine elektronische Steuereinheit (ECU) **206**, eine Mehrzahl von Fahrzeugsystemen **210** und ein Überwachungssystem **212**. Das Überwachungssystem **212** kann dasselbe oder ähnlich sein wie das Überwachungssystem **110**. Beispielsweise kann das Überwachungssystem **212** verschiedene Sensoren umfassen und/oder mit ihnen kommunizieren. Insbesondere umfassen die Sensoren in **Fig. 2** einen ersten Sensor **216** in einer Kopfstütze **214**, einen zweiten Sensor **218** in einem Sitz **220** und eine Kamera **222**. Ein Lenkrad **224** kann auch Sensoren zum Erkennen von Veränderungen des Körperzustands umfassen (nicht gezeigt). Beispielhafte Fahrzeugsysteme **210** können unter anderem ein elektronisches Stabilitätskontrollsystem, ein Antiblockiersystem, ein Bremsassistentensystem, ein automatisches Brake Prefill System, ein Folgesystem für geringe Geschwindigkeiten, ein Geschwindigkeitsregelsystem, ein Kollisionswarnsystem, ein Bremssystem zur Kollisionsminderung, ein automatisches Geschwindigkeitsregelsystem, ein Warnsystem bei Verlassen der Fahrspur, ein System zur Erkennung des toten Winkels, ein Spurhalteassistentensystem, ein Navigationssystem, ein System zur elektronischen Lenkunterstützung, ein Klimaregelungssystem, ein Infotainmentsystem einschließlich audiovisueller Geräte, Audiogeräte und taktile Geräte umfassen.

[0023] Die Komponenten des Systems **100** können insgesamt oder teilweise in das Fahrzeug **200** integriert oder mit ihm verbunden werden. Beispielsweise können Komponenten des Computergeräts **102** in die in dem Fahrzeug **200** angeordnete ECU **206** integriert werden. Ähnlich wie die Vorrichtung **101** in **Fig. 1** umfasst die ECU **206** Vorkehrungen für allgemeine Rechenfunktionen und arithmetische Funktionen sowie Vorkehrungen für das Verbinden und/oder Steuern verschiedener mit dem Fahrzeug **200**, dem Motor **204**, der Mehrzahl von Fahrzeugsystemen **210** und dem Überwachungssystem **212** verbundener Systeme.

[0024] Mit Bezug zu **Fig. 1** verarbeitet der Prozessor **102** Signale und führt allgemeine Rechenfunktionen und arithmetische Funktionen aus. Von dem Prozessor **102** verarbeitete Signale können digitale Signale, Datensignale, Computeranweisungen, Prozessoranweisungen, Nachrichten, ein Bit, einen Bitstrom oder andere Mittel umfassen, die empfangen, übertragen und/oder erkannt werden können. Insbesondere ist der Prozessor **102** dazu ausgebildet, Signale von der Eingangs-/Ausgangsvorrichtung **104**, dem Speicher **106**, dem Kommunikationsmodul **108** und dem Überwachungssystem **110** zu übertragen, zu empfangen und zu verarbeiten. Allgemein kann der Prozessor **102** eine Vielzahl von verschiedenen Prozessoren umfassen, einschließlich Einzelkern- und Multikernprozessoren sowie Coprozessoren sowie andere zahlreiche Einzelkernprozessor-, Multikernprozessor- und Coprozessorstrukturen.

[0025] Ferner umfasst der Prozessor **102** ein Signalempfangsmodul **112**, ein Merkmalbestimmungsmodul **114**, ein Intervallbestimmungsmodul **116**, ein Ableitungsberechnungsmodul **118** und ein Erkennungsmodul **120**, welche Datensignale verarbeiten und Funktionen ausführen, wie nachfolgend detailliert beschrieben. Ein hier verwendetes Modul umfasst unter anderem Hardware, Firmware, Software in Ausführung auf einer Maschine und/oder Kombinationen derselben zur Ausführung einer Funktion/von Funktionen oder einer Aktion/von Aktionen und/oder zur Auslösung einer Funktion oder Aktion eines anderen Moduls, Verfahrens und/oder Systems. Ein Modul kann einen softwaregesteuerten Mikroprozessor umfassen, einen diskreten Logikschaltkreis, einen analogen Schaltkreis, einen digitalen Schaltkreis, einen programmierten Logikbaustein, eine Speichervorrichtung mit Ausführungsanweisungen usw. Ein Modul kann einen oder mehrere Schaltelemente, Kombinationen von Schaltelementen oder andere Schaltkreiskomponenten umfassen.

[0026] Die Eingangs-/Ausgangsvorrichtung **104** umfasst Vorrichtungen zum Vorsehen einer Eingabe (z. B. Nutzereingabe) in das Computersystem **100** und zum Vorsehen einer Ausgabe aus dem Computersystem **100** (z. B. Bilder, Daten und anderes Feedback, wie hierin beschrieben). Beispielsweise kann die Eingabe durch eine Cursorsteuerung, eine Maus, eine Tastatur, einen Berührungsbildschirm und andere Mechanismen erfolgen, die dazu ausgelegt sind, dem Prozessor **102** oder Speicher **106** durch das Computersystem **100** Informationen oder Befehle mitzuteilen. Zu den Ausgabegeräten können ein Bildschirm, ein Monitor, ein Berührungsbildschirm, ein Navigationsdisplay, der Bildschirm einer tragbaren Vorrichtung (z. B. Mobiltelefon, Laptop) oder andere ähnlich ausgestattete Bildschirmvorrichtungen, etc. zählen. Der Speicher **106** speichert Anweisungen und/oder Daten die von dem Prozessor **102** ausgeführt und/oder verarbeitet wurden. Der Speicher kann einen oder mehrere unterschiedliche Speichertypen zum vorübergehenden, halbpermanenten oder permanenten Speichern von Daten umfassen. Beispielsweise einen Pufferspeicher, Arbeitsspeicher (RAM), Festspeicher (ROM), Festplatte, Solid-State-Festplatte, Flash-Speicher oder eine Kombination daraus.

[0027] Das Kommunikationsmodul **108** erleichtert die Kommunikation zwischen dem Prozessor **102** und anderen Komponenten des Computersystems **100**, anderen Netzwerken (z. B. dem Internet, WLAN) und anderen Systemen, beispielsweise dem Überwachungssystem **110**. Die Kommunikation kann auf bekannte Weise über Kabel, kabellos oder bekannte Telekommunikationsdienste erfolgen. Beispielsweise kann die Kommunikation als eine Netzwerkübertragung, eine Dateiübertragung, eine Applet-Übertragung, Email, eine http-Übertragung usw. erfolgen. Die Kommunikation kann beispielsweise unter anderem über ein kabelloses System (z. B. IEEE 802.11), ein Ethernet-System (z. B. IEEE 802.3), ein Token-Ring-Netzwerk (z. B. IEEE 802.5), ein LAN, ein WAN, ein Punkt-zu-Punkt-System, ein leitungsvermittelltes System oder ein Paketvermittlungssystem erfolgen.

[0028] Das Überwachungssystem **110** ist dazu ausgebildet, Überwachungsinformationen im Zusammenhang mit einer Person zu überwachen und zu messen, um Veränderungen des Körperzustands der Person zu bestimmen und die Informationen zu der Vorrichtung **101** zu übertragen. Die hierbei verwendeten Überwachungsinformationen können physiologische und Umgebungsinformationen im Zusammenhang mit der betreffenden Person umfassen. Zu physiologischen Informationen zählen unter anderem physikalische Merkmale der Person (z. B. Körperhaltung, Position, Bewegung) und biologische Merkmale der Person (z. B. Herzrhythmickeit wie beispielsweise die Herzfrequenz, Elektrokardiogramm (EKG), Blutdruck, Blutfluss, Sauerstoffgehalt im Blut) und andere biologische Systeme der Person (z. B. Kreislaufsystem, Atmungssystem, Nervensystem einschließlich dem autonomen Nervensystem oder andere biologische Systeme). Zu Umgebungsinformationen zählen unter anderem physikalische Merkmale der Umgebung in der Nähe der Person (z. B. Licht, Temperatur, Wetter, Druck, Töne). Das Überwachungssystem **110** kann jedes System umfassen, das dazu ausgebildet ist, die Überwachungsinformationen zu überwachen und zu messen, wie beispielsweise optische Vorrichtungen, wärmetechnische Vorrichtungen, autonome Überwachungsvorrichtungen (z. B. Überwachungsvorrichtungen der Herzfrequenz) sowie jede andere Art von Vorrichtungen, Sensoren oder Systemen.

[0029] In der dargestellten Ausführungsform umfasst das Überwachungssystem **110** eine Mehrzahl von Sensoren **111** zum Überwachen und Messen der Überwachungsinformationen. Gemäß dem Stand der Technik erfassen die Sensoren **111** unter Verwendung verschiedener Sensortechnologien einen Reiz (z. B. ein Signal, eine Eigenschaft, eine Messung oder Menge) und erzeugen einen Datenstrom oder ein Signal, das den Reiz repräsentiert. Die Vorrichtung **101** ist in der Lage, den Datenstrom oder das Signal, die den Reiz repräsentieren, direkt von den Sensoren **111** oder über das Überwachungssystem **110** zu empfangen. Obgleich hier spezielle Sensoren beschrieben sind, können Fachleute erkennen, dass jede Art von geeigneten Sensoren verwendet werden kann.

[0030] Die Sensoren **111** können Berührungssensoren und/oder berührungslose Sensoren sein und können unter anderem Sensoren mit elektrischem Strom/elektrischer Spannung (z. B. durch Nähe, induktiv, kapazitiv, elektrostatisch), Unterschall-, Schall- und Überschallsensoren, Vibrationssensoren (z. B. piezoelektrisch), visuelle, photoelektrische oder Sauerstoffsensoren sein. In der Regel können die Sensoren **111** an jeder Position in der Nähe der Person oder an der Person, in einer Überwachungsvorrichtung, wie beispielsweise einem Herzfrequenzmonitor, in einer tragbaren Vorrichtung, wie beispielsweise einem mobilen Endgerät, einem Laptop oder ähnlichen Vorrichtungen angeordnet sein. Die Sensoren sowie die Verarbeitung der von den Sensoren erzeugten Signale werden nachfolgend mit Bezug zu **Fig. 3** genauer beschrieben.

[0031] Ferner können das Überwachungssystem **110** und/oder die Vorrichtung **101** die Überwachungsinformationen von der tragbaren Vorrichtung oder jeder anderen Vorrichtung (z. B. einer Armbanduhr, einem Schmuckstück, Bekleidungsartikel) mit Computereigenschaften erhalten (die z. B. einen dem Prozessor **102** ähnlichen Prozessor enthalten). Die tragbare Vorrichtung kann auch gespeicherte Überwachungsinformationen beinhalten oder Zugang zu gespeicherten Überwachungsinformationen über das Internet, andere Netzwerke und/oder externe Datenbanken vorsehen.

[0032] Bei einer, in **Fig. 2** gezeigten Ausführungsform kann das Überwachungssystem **212** Überwachungsinformationen im Zusammenhang mit dem Insassen **202** überwachen und messen, um Veränderungen eines Körperzustands des Insassen **202** zu bestimmen und die Überwachungsinformationen zu der ECU **206** zu übermitteln. Das Überwachungssystem **212** empfängt die Überwachungsinformationen von verschiedenen Sensoren. Die Sensoren können die Sensoren **216**, **218** und die Kamera **222** umfassen. In der Regel können die Sensoren in jedem Teil des Kraftfahrzeugs **200** angeordnet sein, beispielsweise an einer Stelle in der Nähe des Insassen **202**. Beispielsweise ist der Sensor **216** in der Kopfstütze **214** angeordnet. Bei einer anderen Ausführungsform ist der Sensor **218** in dem Sitz **220** angeordnet. Bei einer weiteren Ausführungsform könnte ein Sensor (nicht gezeigt) an oder in dem Lenkrad **224** angeordnet sein. Bei anderen Ausführungsformen könnten die Sensoren jedoch in jedem anderen Teil des Kraftfahrzeugs **200** angeordnet sein, einschließlich unter anderem: an der Armlehne, dem Armaturenbrett, dem Rückspiegel sowie an jeder anderen Stelle. Dar-

über hinaus kann der Sensor in manchen Fällen ein tragbarer Sensor sein, der von dem Insassen **202** getragen wird, verbunden mit einer tragbaren Vorrichtung, die in der Nähe des Insassen **202** angeordnet ist, wie beispielsweise einem Smartphone oder einer ähnlichen Vorrichtung, oder kann mit einem von dem Insassen **202** getragenen Bekleidungsartikel verbunden sein.

[0033] In manchen Ausführungsformen kann das Überwachungssystem **212** auch Fahrzeugbetriebsdaten der Fahrzeugsysteme **210**, der mit den Fahrzeugsystemen **210** verbundenen Sensoren oder eines Fahrzeugbus-systems (nicht gezeigt) messen und überwachen. Fahrzeugbetriebsdaten sind Daten, die mit den Fahrzeugsystemen und Komponenten zusammenhängen sowie andere Arten von Daten, die mit dem Betrieb und Status der Fahrzeugsysteme und Komponenten zusammenhängen. Zu beispielhaften Fahrzeugbetriebsdaten zählen unter anderem die Fahrzeuggeschwindigkeit, Bremsdaten, Lenkwinkel, Lenkdrehmoment, Drehzahl, Motorgeschwindigkeit, Raddrehzahl, Fahrzeuglokalisierung (z. B. GPS-Daten, Daten des Navigationssystems) oder Diagnosedaten des Fahrzeugs.

[0034] Mit Bezug zu **Fig. 3** ist ein computerimplementiertes Verfahren zur Bestimmung von Veränderungen eines Körperzustands einer Person gezeigt. Insbesondere wird das Verfahren im Zusammenhang mit dem Computersystem **100** beschrieben; es wird jedoch darauf hingewiesen, dass das Verfahren auch mit anderen Computersystemen angewendet werden kann. Ferner kann das Verfahren für hier beschriebene alternative Ausführungsformen modifiziert werden (z. B. das Fahrzeug **200**, **Fig. 2**). Es wird darauf hingewiesen dass sich ein Körperzustand hier auf den biologischen oder physiologischen Zustand einer Person oder einen Übergang zu einem anderen Zustand bezieht. Beispielsweise kann ein Körperzustand einer oder mehrere der folgenden sein: alarmiert, schläfrig, abgelenkt, angespannt, berauscht, andere allgemein beeinträchtigte Zustände, andere emotionale Zustände und/oder allgemeine Gesundheitszustände. Ferner bezieht sich die Herz tätigkeit oder eine Messung der Herz tätigkeit hier auf Ereignisse, die mit dem Blutstrom, dem Blutdruck, den Geräuschen und/oder taktilem Herzklopfen ab dem Beginn eines Herzschlags bis zum Beginn des nächsten Herzschlags oder der elektrischen Aktivität des Herzens (z. B. EKG) in Zusammenhang stehen. So kann die Messung der Herz tätigkeit eine Mehrzahl von Herzzyklen oder eine Mehrzahl von Herzschlägen über einen Zeitraum anzeigen.

[0035] In Schritt **302** umfasst das Verfahren das Empfangen eines Signals von einem Überwachungssystem. Das Signal zeigt eine Messung der Herz tätigkeit der Person über einen Zeitraum an. Bei einer Ausführungsform ist das Überwachungssystem **110** dazu ausgebildet, die Herz tätigkeit einer Person mittels der Mehrzahl von Sensoren **111** zu überwachen. Wie oben beschrieben, erfassen die Sensoren **111** nach dem Stand der Technik einen Reiz (z. B. ein Signal, eine Eigenschaft, eine Messung oder Quantität) unter Anwendung verschiedener Sensortechnologien und erzeugen einen Datenstrom oder ein Signal, das den Reiz repräsentiert. Insbesondere wird der Datenstrom oder das Signal, das den Reiz repräsentiert, von den Sensoren zu dem Signalempfangsmodul **112** direkt oder über das Überwachungssystem **110** übertragen. In der dargestellten Ausführungsform kann das Signalempfangsmodul **112** ferner dazu ausgebildet sein, das Signal zu verarbeiten und dadurch ein Proxy des Signals in einer besonderen Form zu erzeugen. Es wird darauf hingewiesen, dass die Sensoren **111** oder das Überwachungssystem **110** auch Verarbeitungsfunktionen ausführen können. Die Verarbeitung kann eine Verstärkung, das Mischen und Filter des Signals sowie andere bekannte Prozessverarbeitungstechniken umfassen. Bei einer Ausführungsform wird das Signal nach dem Empfang in eine Mehrzahl von Wellenformen verarbeitet, wobei jede der Wellenformen einen Herzschlag anzeigt.

[0036] Nun werden besondere Sensoren im Betrieb zur Erfassung von Überwachungsinformationen, beschrieben, insbesondere von physiologischen Merkmalen (z. B. Herz tätigkeit). Hier werden spezielle Sensoren und Verfahren zur Erfassung beschrieben; es wird jedoch darauf hingewiesen, dass andere Sensoren und Verfahren zur Erfassung der Herz tätigkeit gewählt werden können. Die Sensoren **111** können Berührungssensoren und/oder berührungslose Sensoren sein und können unter anderem Sensoren mit elektrischem Strom/elektrischer Spannung (z. B. durch Nähe, induktiv, kapazitiv, elektrostatisch), Unterschall-, Schall- und Überschallsensoren, Vibrationssensoren (z. B. piezoelektrisch), visuelle, photoelektrische oder Sauerstoffsensoren sein.

[0037] Elektrische Strom-/Spannungssensoren sind dazu ausgebildet, eine Menge oder Veränderung eines elektrischen Stroms, einer elektrischen Ladung oder eines elektrischen Felds zu messen. Bei einer Ausführungsform können die elektrischen Spannungssensoren die elektrische Aktivität des Herzens einer Person über einen Zeitraum (z. B. ein EKG) messen. Die elektrischen Spannungssensoren können Berührungssensoren oder berührungslose Sensoren sein, die an oder in der Nähe der Person angeordnet sind. Beispielsweise kann in der in **Fig. 2** gezeigten Ausführungsform der an dem Lenkrad **224** angeordnete erste Sensor **216** und/oder der zweite Sensor **218** und/oder der dritte Sensor (nicht gezeigt) ein elektrischer Spannungssensor sein.

[0038] Schallsensoren sind dazu ausgebildet, Schallwellen oder Vibrationen mit Frequenzen unterhalb des menschlichen Hörbereichs (Unterschall), mit Frequenzen innerhalb des menschlichen Hörbereichs (Schall) oder mit Frequenzen oberhalb des menschlichen Hörbereichs (Ultraschall) zu messen. Bei einer Ausführungsform können Schallsensoren Wellen oder Vibrationen messen, die von der Herztätigkeit erzeugt werden. Bei einer anderen Ausführungsform erzeugen Ultraschallsensoren Schallwellen mit hoher Frequenz und werten das von dem Sensor zurückerhaltene Echo aus. Insbesondere Ultraschallsensoren können vom Herzen erzeugte Töne oder Vibrationen messen. Beispielsweise können die Ultraschallsensoren Schallwellen in Richtung des Thoraxbereichs (z. B. vor oder hinter dem Brustbereich) einer Person erzeugen und ein von dem Sensor zurückerhaltenes Echo messen, das die Herztätigkeit anzeigt.

[0039] Visuelle Sensoren geben ein bildbasiertes Feedback und umfassen Bildverarbeitungssysteme, Kameras und andere optische Sensoren. Von den visuellen Sensoren erzeugte digitale Signale umfassen eine Sequenz zu analysierender Bilder. Bei einer Ausführungsform kann beispielsweise eine Kamera (z. B. die Kamera **222**, Fig. 2) Bilder der Augenbewegung, des Gesichtsausdrucks, der Positionierung oder Körperhaltung der Person erzeugen.

[0040] Fotoelektrische Sensoren verwenden Optik und Licht (z. B. Infrarot) für die Erfassung des Vorhandenseins, der Größe oder des Abstands eines Objekts. Bei einer Ausführungsform können die fotoelektrischen Sensoren optisch ein Fotoplethysmogramm (PPG) der Herztätigkeit erhalten; hierbei handelt es sich um eine volumetrische Messung des pulsierenden Blutstroms. PPG-Messungen können an unterschiedlichen Stellen an oder nahe dem Körper einer Person erfolgen, beispielsweise unter Verwendung eines Pulsoximeters. Fig. 6 ist eine schematische Darstellung einer Person **600** und eines PPG-Analysecomputers **601**. PPG-Messungen können an unterschiedlichen Stellen der Person **600** erfolgen, beispielsweise am linken Ohr **602**, am rechten Ohr **604**, an der linken Hand/Finger **606**, an der rechten Hand/Finger **608**, am linken Fuß/Zeh **610** und am rechten Fuß/Zeh **612**. Die Messungen können durch fotoelektrische Sensoren in der Nähe von oder an den oben genannten Stellen erhalten und zu dem PPG-Analysecomputer **601** übertragen werden. Der PPG-Analysecomputer **601** umfasst Bestimmungen für die Analyse der PPG-Messungen und den Vergleich der von verschiedenen Stellen der Person **600** erhaltenen PPG-Messungen. Bei manchen Ausführungsformen kann das Überwachungssystem **111** oder der Prozessor **102** aus Fig. 1 die Funktionen des PPG-Analysecomputers **601** ausführen.

[0041] Wiederum mit Bezug zu Fig. 3 umfasst das Verfahren in Schritt **304** die Bestimmung von wenigstens einem Signalmerkmal, wobei das Signalmerkmal ein sich wiederholendes Ereignis über einen Zeitraum ist. Bei einer Ausführungsform empfängt das Merkmalbestimmungsmodul **114** das Signal von dem Signalempfangsmodul **112** und bestimmt das Signalmerkmal. Das Signalmerkmal kann ein Signal oder ein Signal-Wellenformmerkmal (d. h. ein Formmerkmal) sein. Beispielhafte Signalmerkmale umfassen unter anderem eine Ablenkung, einen Ton, eine Welle, eine Dauer, ein Intervall, eine Amplitude, eine Spitze, einen Puls, eine Wellenlänge oder eine Frequenz, die in dem Signal über den Zeitraum wiederholt auftreten.

[0042] Wie oben beschrieben, erzeugen die Sensoren **111** ein Signal, das den gemessenen Reiz repräsentiert. Das Signal und die Signalmerkmale schwanken abhängig von der erfassten Eigenschaft (d. h. der physiologischen, biologischen oder Umgebungseigenschaft), dem Sensortyp und der Sensortechnologie. Nachfolgend werden beispielhafte kardiale Wellenformen (d. h. Signale, die eine Messung der Herztätigkeit anzeigen) mit Signalmerkmalen beschrieben, die über einen Zeitraum wiederholt auftreten. Obwohl hinsichtlich der Herztätigkeit spezielle Wellenformen offenbart sind, werden Fachleute erkennen, dass die hierin offenbarten Verfahren und Systeme auf Wellenformen und Signale anwendbar sind, die mit anderen physiologischen oder Umgebungsmerkmalen einer Person zur Erkennung eines Körperzustands oder eines Übergangs zu einem Körperzustand in Zusammenhang stehen.

[0043] Mit Bezug zu Fig. 4(a) ist eine kardiale Wellenform **400** eines elektrischen Signals erläutert, dass die Herztätigkeit repräsentiert. Insbesondere repräsentiert die kardiale Wellenform **400** eine EKG-Wellenform **400**, die eine grafische Repräsentation der elektrischen Aktivität eines Herzschlags ist (d. h. ein Herzzyklus). Nach dem Stand der Technik und wie in den Fig. 4(b) (d. h. eine Reihe kardialer Wellenformen **412**) und Fig. 7 gezeigt, wird darauf hingewiesen, dass ein EKG einen Ablauf der Schwankungen der elektrischen Aktivität über einen Zeitraum umfassen kann (d. h. mehrere Herzzyklen).

[0044] Jeder Teil eines Herzschlags erzeugt eine unterschiedliche Ablenkung der EKG-Wellenform **400**. Diese Ablenkungen werden als eine Serie positiver und negativer Wellen, d. h. P-, Q-, R-, S- und T-Wellen registriert. Die Q-, R- und S-Wellen umfassen einen QRS-Komplex **402**, welcher eine rasche Depolarisierung des rechten und linken Herzventrikels anzeigt. Die P-Welle zeigt die atriale Depolarisierung und die T Welle zeigt die atriale

Repolarisierung an. Jede Welle kann bezüglich ihrer Dauer, Amplitude und Form von Mensch zu Mensch verschieden sein. In **Fig. 4(b)** sind die R-Wellen durch die Spitzen **414**, **416** und **418** angezeigt. In **Fig. 7** ist die R-Welle jedes Herzschlags durch ein Sternchen (*) angezeigt. In einem normalen EKG kann die R-Welle die Spitze des QRS-Komplexes **402** sein.

[0045] Andere Signalmerkmale umfassen Dauer oder Intervalle, insbesondere das PR-Intervall **404**, PR-Segment **406**, ST-Segment **408** und ST-Intervall **410**. Das PR-Intervall **404** wird vom Beginn der P-Welle bis zum Beginn des QRS-Komplexes **402** gemessen. Das PR-Segment **406** verbindet die P-Welle und den QRS-Komplex **402**. Das ST-Segment **408** verbindet den QRS-Komplex und die T-Welle. Das ST-Intervall **410** wird von der S-Welle bis zur T Welle gemessen. Es wird darauf hingewiesen, dass andere Intervalle (z. B. QT-Intervall) aus der EKG-Wellenform **400** erkannt werden können. Ferner können auch Schlag-zu-Schlag-Intervalle (d. h. Intervalle von einem Zyklusmerkmal zum nächsten Zyklusmerkmal) identifiziert werden, beispielsweise ein R-R-Intervall (d. h. das Intervall zwischen einer R-Welle und der nächsten R-Welle).

[0046] Mit Bezug zu dem Verfahren in **Fig. 3** umfasst bei einer Ausführungsform die Bestimmung eines Signalmerkmals die Bestimmung des Signalmerkmals als eine R-Welle eines EKG-Signals. Beispielsweise die R-Welle der EKG-Wellenform **400**. Es wird darauf hingewiesen, dass das Signalmerkmal auch eine oder mehrere Wellen P, Q, R, S und T oder eines oder mehrere der oben beschriebenen Intervalle sein kann.

[0047] **Fig. 5(a)** zeigt eine weitere Ausführungsform einer kardialen Wellenform **502** eines die kardiale Aktivität repräsentierenden akustischen Signals, das von einem Sensor erzeugt oder verarbeitet wurde, beispielsweise einem Schallsensor oder Vibrationssensor. Insbesondere repräsentiert die kardiale Wellenform **502** das Geräusch des Aortenblutflusses. Die kardiale Wellenform **502** kann Signalmerkmale umfassen, die der kardialen Wellenform **400** ähnlich sind. Beispielhafte Signalmerkmale können eine Spitze **506** oder eine andere Wellendauer, Spitze, Merkmal der Wellenform **502** umfassen. Insbesondere tritt das Signalmerkmal in dem Signal über einen Zeitraum wiederholt auf. Beispielsweise zeigt **Fig. 5(b)** ein akustisches Signal **504** mit einer Reihe kardialer Wellenformen (d. h. die kardiale Wellenform **502**) mit einer Reihe von Spitzen **508**, **510**, **512**. Die Spitzen **508**, **510**, **512** sind ein beispielhaftes Signalmerkmal, dass in dem akustischen Signal **504** über einen Zeitraum wiederholt auftritt.

[0048] Es wird darauf hingewiesen, dass andere Merkmale der Wellenform **502** und/oder des Signals **504** auch als ein Signalmerkmal erkannt werden können.

[0049] **Fig. 5(c)** zeigt eine kardiale Wellenform **514** von einem optischen Signal, dass eine Messung der kardialen Aktivität repräsentiert. Das optische Signal kann ein Fotoplethysmografisches (PPG) Signal sein, dass von einem fotoelektrischen Sensor oder einer PPG-Vorrichtung erzeugt wurde. Die kardiale Wellenform **514** ist ein PPG-Signal, dass eine Messung des pulsierenden Blutflusses repräsentiert. Die kardiale Wellenform **514** kann ähnliche Signalmerkmale umfassen, wie die kardiale Wellenform **400**. Beispielhafte Signalmerkmale können eine Spitze **518** oder eine andere Wellendauer, Spitze oder Merkmal der Wellenform **514** umfassen. Insbesondere tritt das Signalmerkmal in dem Signal über einen Zeitraum wiederholt auf. Beispielsweise zeigt **Fig. 5(d)** ein optisches Signal **516** mit einer Reihe kardialer Wellenformen (d. h. die kardiale Wellenform **514**) mit einer Reihe von Spitzen **520**, **522**, **524**. Die Spitzen **520**, **522**, **524** sind ein beispielhaftes Signalmerkmal, das in dem optischen Signal **516** über einen Zeitraum erneut auftritt. Es wird darauf hingewiesen, dass andere Merkmale der Wellenform **514** und/oder des Signals **116** auch als ein Signalmerkmal erkannt werden können.

[0050] Mit Bezug zu Schritt **304** kann die Bestimmung wenigstens eines Signalmerkmals die Bestimmung eines zeitlichen Auftretens des Signalmerkmals umfassen. Das zeitliche Auftreten jedes Signalmerkmals des Signals kann in einem Speicher **106** als Vektor gespeichert werden. Beispielsweise kann das zeitliche Auftreten jeder R-Welle des EKG-Signals in Vektorform gespeichert und ausgedrückt werden, als:

(a) $T_{0,i} = t_{0,0}, t_{0,i} \dots t_{0,i}$ wobei $t_{0,i}$ die Beobachtungszeit der R-Wellen-Komponente des QRS-Komplexes und $0 \leq i \leq N$ ist.

[0051] Der Einfachheit halber beziehen sich die hier beschriebenen Formulierungen (a)–(d) auf die R-Welle der kardialen Wellenform **400** (EKG-Wellenform) als ein Signalmerkmal. Es wird darauf hingewiesen, dass das Signalmerkmal wie oben beschrieben jedes der in anderen Signaltypen erkannten Signalmerkmale sein kann. Beispielsweise könnte $t_{0,i}$ auch eine Zeitbeobachtung einer Spitze **506** einer kardialen Wellenform **502** oder eine Spitze **518** einer kardialen Wellenform **514** sein. Es wird auch darauf hingewiesen, dass jede Formulierung mehrere Elemente der von einem Signal abgeleiteten Berechnungen umfassen kann. Die Elemente können beispielsweise in einem Speicher **106** in Vektorform gespeichert werden.

[0052] In Schritt **306** umfasst das Verfahren die Bestimmung eines ersten Intervalls zwischen zwei aufeinanderfolgenden Signalmerkmalen. Bei einer weiteren Ausführungsform ist ein erstes Intervall ein Intervall zwischen zwei aufeinanderfolgenden Merkmalen jedes der Herzschläge des Signals. Unter aufeinanderfolgenden Merkmalen sind hier Signalmerkmale zu verstehen, die aufeinander folgen oder in Folge erzeugt werden. Beispielsweise kann ein erstes Intervall ein Intervall zwischen einer ersten R-Welle und einer zweiten R-Welle des EKG-Signals (d. h. das R-R-Intervall) sein, wobei die zweite R-Welle die R-Welle ist, die auf die erste R-Welle folgt. Mit Bezug zu **Fig. 4(b)** kann ein erstes Intervall ein Intervall **420** sein, welches zwischen der Spitze **414** und der Spitze **416** gemessen wird. Ein erstes Intervall kann auch ein Intervall **422** sein, welches zwischen der Spitze **416** und der Spitze **418** gemessen wird. Es wird daher darauf hingewiesen, dass ein Signal eine Mehrzahl von ersten Intervallen zwischen einer Mehrzahl von Signalmerkmalen umfassen kann. Bei einem anderen, in **Fig. 5(b)** gezeigten Beispiel kann ein erstes Intervall ein Intervall **526** sein, welches zwischen der Spitze **508** und der Spitze **510** gemessen wird. Ein erstes Intervall kann auch ein Intervall **528** sein, welches zwischen der Spitze **510** und der Spitze **512** gemessen wird. In einem anderen in **Fig. 5(d)** gezeigten Beispiel kann ein erstes Intervall ein Intervall **530** sein, welches zwischen der Spitze **520** und der Spitze **522** gemessen wird. Ein erstes Intervall kann auch ein Intervall **533** sein, welches zwischen der Spitze **522** und der Spitze **524** gemessen wird. Hinsichtlich der Formulierungen (a)–(b) kann eine Mehrzahl von ersten Intervallen für ein EKG-Signal in Vektorform wie folgt ausgedrückt werden:

(b) $T_{1,i} = t_{1,1}, t_{1,2} \dots t_{1,i}$ wobei $t_{1,i} \equiv t_{0,i} - t_{0,i-1}$ und $1 \leq i \leq N$.

[0053] In Schritt **308** umfasst das Verfahren die Bestimmung eines zweiten Intervalls zwischen zwei aufeinanderfolgenden ersten Intervallen. Bei einer Ausführungsform kann das Intervallbestimmungsmodul **116** das erste und das zweite Intervall bestimmen. In einem Beispiel ist das zweite Intervall ein Intervall oder eine Differenz zwischen zwei aufeinanderfolgenden R-R-Intervallen. Beispielsweise kann ein zweites Intervall die Differenz zwischen dem absoluten Wert eines ersten R-R-Intervalls und dem absoluten Wert eines zweiten R-R-Intervalls sein, wobei das zweite R-R-Intervall das nächste auf das erste R-R-Intervall folgende R-R-Intervall ist. Mit Bezug zu **Fig. 4(b)** kann das zweite Intervall eine Differenz zwischen dem Intervall **420** und dem Intervall **422** sein. In einem anderen, in **Fig. 5(b)** gezeigten Beispiel kann das zweite Intervall eine Differenz zwischen dem Intervall **526** und dem Intervall **528** sein. In einem weiteren in **Fig. 5(d)** gezeigten Beispiel kann das zweite Intervall eine Differenz zwischen dem Intervall **530** und dem Intervall **533** sein. Es ist klar, dass ein Signal eine Mehrzahl zweiter Intervalle umfassen kann, die von einer Mehrzahl erster Intervalle definiert werden. Hinsichtlich der Formulierungen (a)–(b) kann diese Differenz in Vektorform wie folgt ausgedrückt werden:

(c) $T_{2,i} = t_{2,2}, t_{2,3} \dots t_{2,i}$ wobei $t_{2,i} \equiv [t_{1,i}] - [t_{1,i-1}]$ und $2 \leq i \leq N$.

[0054] In Schritt **310** umfasst das Verfahren die Berechnung einer Ableitung basierend auf dem zweiten Intervall. Bei einer Ausführungsform ist das Ableitungsberechnungsmodul **118** dazu ausgebildet, die Ableitung zu berechnen. Die Ableitung kann als das zweite Intervall geteilt durch den Zeitraum berechnet werden. Hinsichtlich der Formulierungen (a)–(c) kann die Ableitung in Vektorform wie folgt ausgedrückt werden:

(d) $T_{3,i} = t_{3,2}, t_{3,3} \dots t_{3,i}$ wobei $t_{3,i} \equiv$ und $2 \leq i \leq N$

[0055] In Schritt **312** umfasst das Verfahren die Erkennung von Veränderungen des Körperzustands basierend auf der Ableitung. Das Erkennungsmodul **122** kann dazu ausgebildet sein, die Daten der Formulierungen (a)–(d) auf unterschiedliche Weise zu manipulieren, um Muster und Metrik im Zusammenhang mit dem Körperzustand zu erkennen. Bei einer Ausführungsform umfasst die Erkennung von Veränderungen des Körperzustands ferner das Extrahieren einer Reihe zusammenhängender Beschleunigungen oder Verlangsamungen der Herzfrequenz basierend auf der Ableitung. Beispielsweise enthält die unten gezeigte Tabelle Daten der Formulierungen (a)–(d). Beschleunigungen oder Verlangsamungen der Herzfrequenz können aus Tab. 1 extrahiert werden.

Tabelle 1 – Herleitung der ersten Ableitung der Herzfrequenz

i	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃
0	t ₀	NA	NA	
1	t ₁	t ₁ - t ₀	NA	
2	t ₂	t ₂ - t ₁	t ₂ - t ₁ - t ₁ - t ₀	
3	t ₃	t ₃ - t ₂	t ₃ - t ₂ - t ₂ - t ₁	
...

[0056] Insbesondere können die Daten aus Tabelle 1 nach dem Vorzeichen der Ableitung (T_3) der Herzfrequenz sortiert und markiert werden. Das Vorzeichen der Ableitung zeigt an, ob sich die Herzfrequenz beschleunigt oder verlangsamt. Ist das Vorzeichen der Ableitung für eine gegebene Anzahl aufeinanderfolgender Ableitungen (T_3) dasselbe, können zusammenhängende Perioden einer Beschleunigung oder Verlangsamung der Herzfrequenz erkannt werden. Die zusammenhängenden Perioden der Beschleunigung oder Verlangsamung der Herzfrequenz können einer Veränderung des Körperzustands entsprechen. Insbesondere eine Reihe zusammenhängender Beschleunigungen der Herzfrequenz und eine Reihe zusammenhängender Verlangsamungen der Herzfrequenz entsprechen einer Häufung der sympathischen S- bzw. parasympathischen PS-Herztätigkeit. Durch Sortieren und Markieren zusammenhängender Perioden der Beschleunigung oder Verlangsamung der Herzfrequenz, können Veränderungen des Körperzustands in Zusammenhang mit Häufungen der S- oder P-Aktivität erkannt werden.

[0057] Bei einer weiteren Ausführungsform umfasst das Erkennen von Veränderungen des Körperzustands ferner die Berechnung eines Schwellenwerts basierend auf einer Zählung der zusammenhängenden Beschleunigungen oder Verlangsamungen der Herzfrequenz in einer besonderen Reihung. Beispielsweise entspricht ein Schwellenwert **7** sieben zusammenhängenden Beschleunigungen oder Verlangsamungen der Herzfrequenz. Die nachfolgende Tab. 2 ist eine Tabelle der Schwellenwerte, die aus Tab. 1 extrahiert und markiert wurden.

Tabelle 2 – Schwellenwerte

i	T₀	T₁	T₂	T₃	Vor- zeiche n T₃	2	3	4	5	6	7	8	9	1	11	12	13	14
0	t ₀	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1	t ₁	t _{1,1}	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2	t ₂	t _{1,2}	t _{2,2}	t _{3,2}	1	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	t ₃	t _{1,3}	t _{2,3}	t _{3,3}	1	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	t ₄	t _{1,4}	t _{2,4}	t _{3,4}	-1	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

5	t ₅	t _{1,5}	t _{2,5}	t _{3,5}	-1	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	t ₆	t _{1,6}	t _{2,6}	t _{3,6}	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	t ₇	t _{1,7}	t _{2,7}	t _{3,7}	-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	t ₈	t _{1,8}	t _{2,8}	t _{3,8}	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	t ₉	t _{1,9}	t _{2,9}	t _{3,9}	-1	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	t ₁₀	t _{1,10}	t _{2,10}	t _{3,10}	-1	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	t ₁₁	t _{1,11}	t _{2,11}	t _{3,11}	-1	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	t ₁₂	t _{1,12}	t _{2,12}	t _{3,12}	1	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	t ₁₃	t _{1,13}	t _{2,13}	t _{3,13}	1	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	t ₁₄	t _{1,14}	t _{2,14}	t _{3,14}	1	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	t ₁₅	t _{1,15}	t _{2,15}	t _{3,15}	-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	t ₁₆	t _{1,16}	t _{2,16}	t _{3,16}	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
17	t ₁₇	t _{1,17}	t _{2,17}	t _{3,17}	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
18	t ₁₈	t _{1,18}	t _{2,18}	t _{3,18}	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
19	t ₁₉	t _{1,19}	t _{2,19}	t _{3,19}	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
20	t ₂₀	t _{1,20}	t _{2,20}	t _{3,20}	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
21	t ₂₁	t _{1,21}	t _{2,21}	t _{3,21}	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
22	t ₂₂	t _{1,22}	t _{2,22}	t _{3,22}	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
23	t ₂₃	t _{1,23}	t _{2,23}	t _{3,23}	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
24	t ₂₄	t _{1,24}	t _{2,24}	t _{3,24}	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
25	t ₂₅	t _{1,25}	t _{2,25}	t _{3,25}	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
26	t ₂₆	t _{1,26}	t _{2,26}	t _{3,26}	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
27	t ₂₇	t _{1,27}	t _{2,27}	t _{3,27}	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
28	t ₂₈	t _{1,28}	t _{2,28}	t _{3,28}	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
29	t ₂₉	t _{1,29}	t _{2,29}	t _{3,29}	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
30	t ₃₀	t _{1,30}	t _{2,30}	t _{3,30}	-1	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
31	t ₃₁	t _{1,31}	t _{2,31}	t _{3,31}	-1	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
32	t ₃₂	t _{1,32}	t _{2,32}	t _{3,32}	-1	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
33	t ₃₃	t _{1,33}	t _{2,33}	t _{3,33}	-1	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
34	t ₃₄	t _{1,34}	t _{2,34}	t _{3,34}	-1	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
35	t ₃₅	t _{1,35}	t _{2,35}	t _{3,35}	-1	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
36	t ₃₆	t _{1,36}	t _{2,36}	t _{3,36}	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37	t ₃₇	t _{1,37}	t _{2,37}	t _{3,37}	-1	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38	t ₃₈	t _{1,38}	t _{2,38}	t _{3,38}	-1	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

[0058] Bei einer Ausführungsform kann das Verfahren das Erzeugen einer grafischen Darstellung von Veränderungen des Körperzustands basierend auf den Ableitungen, den Schwellenwerten und/oder zusammenhängenden Sätzen von Ableitungen und Schwellenwerten umfassen. Es wird darauf hingewiesen, dass verschiedene grafische Darstellungen der oben genannten Daten (z. B. Formulierungen (a)–(d)) erzeugt werden können, um das Erkennen von Veränderungen eines Körperzustands und die Analyse von Übergängen von einem Körperzustand zu einem anderen Körperzustand zu erleichtern. Die **Fig. 8–Fig. 10** zeigen nicht einschränken-

de Beispiele für diese grafischen Darstellungen. Insbesondere **Fig. 8** zeigt eine Darstellung der Ableitung T_3 für jeden der Herzzyklen gegen einen Satz von Zeitintervallen. In **Fig. 8** wird bei geringen Schwellenwerten (d. h. unter 7) und Veränderungen in T_3 nicht zwischen einem ersten Körperzustand ($t < 60$ Minuten) und einem zweiten Körperzustand ($t > 60$ Minuten) unterschieden. Wie in **Fig. 9** gezeigt, erzeugen bei hohen Schwellenwerten (d. h. über 7) Veränderungen in T_3 eine deutliche Modulation zwischen dem ersten Körperzustand und dem zweiten Körperzustand. Höhere Schwellenwerte (d. h. längere Zeiträume zusammenhängender Beschleunigung oder Verlangsamung) entsprechen also einem deutlich erkennbaren Auftreten anhaltender S- und PS-Aktivität, welche eine Veränderung des Körperzustands anzeigen kann.

[0059] Bei einer weiteren Ausführungsform umfasst die Erkennung eines Übergangs in einem Körperzustand das Erzeugen einer grafischen Darstellung, die wenigstens einen Satz zusammenhängender Ableitungen mit demselben Vorzeichen zeigt, wobei der Satz zusammenhängender Ableitungen einen Übergang im Körperzustand anzeigt. Es wird darauf hingewiesen, dass die grafische Darstellung auch mehr als einen Satz zusammenhängender Ableitungen darstellen kann, zum Beispiel einen ersten Satz zusammenhängender Ableitungen mit demselben Vorzeichen und einen zweiten Satz zusammenhängender Ableitungen mit demselben Vorzeichen. **Fig. 10** zeigt eine Cluster-Darstellung von zusammenhängenden Beschleunigungen **1002** (S-Pol) und zusammenhängenden Verlangsamungen **1004** (PS-Pol). Die zusammenhängenden Gruppierungen werden basierend auf dem Vorzeichen der Ableitung T_3 bestimmt. Wenn ein Übergang oder eine Veränderung des Körperzustands zunimmt, nimmt der Abstand zwischen den Zentren der zwei Cluster **1002**, **1004** (d. h. der Abstand zwischen den Polen **1006**) zu. Bei einer weiteren Ausführungsform kann ein Übergang oder eine Veränderung des Körperzustands als eine Funktion einer Mehrzahl von Abständen zwischen Polen über einen Zeitraum bestimmt werden. Es wird darauf hingewiesen, dass die hier beschriebenen grafischen Darstellungen sowie die in diesen grafischen Darstellungen enthaltenen Daten (zum Beispiel Schwellenwerte, zusammenhängende Sätze von Ableitungen) die in den **Fig. 8–Fig. 10** gezeigt sind, auf andere Weise analysiert und interpretiert werden können, um einen Übergang oder eine Veränderung eines Körperzustands zu erkennen.

[0060] Mit Bezug zu den **Fig. 1** und **Fig. 3** umfasst eine weitere Ausführungsform ein nicht vergängliches computerlesbares Medium, welches computerausführbare Anweisungen speichert, welche, wenn sie von einem Computer, beispielsweise einem Computergerät **101**, welches einen Prozessor **102** umfasst, ausgeführt werden, bewirken, dass der Computer das Verfahren aus **Fig. 3** ausführt. Das hier angesprochene computerlesbare Medium bezieht sich auf ein Medium, das Signale, Anweisungen und/oder Daten speichert. Ein computerlesbares Medium kann unter anderem in Form von nichtflüchtigen Medien und flüchtigen Medien vorliegen. Nichtflüchtige Medien können beispielsweise Bildplatten, Magnetplatten usw. sein. Flüchtigen Medien können beispielsweise Halbleiterspeicher, dynamische Speicher usw. umfassen. Übliche Formen eines computerlesbaren Mediums können beispielsweise unter anderem Floppydisks, Disketten, eine Festplatte, ein Magnetband, ein anderes magnetisches Medium, eine CD, ein anderes optisches Medium, ein Arbeitsspeicher (RAM), ein Festspeicher (ROM), ein Speicherchip oder eine Speicherkarte, ein Memorystick und andere Medien sein, von denen ein Computer, ein Prozessor oder ein anderes elektronisches Gerät lesen können.

[0061] Erneut mit Bezug zu **Fig. 3**, welche oben im Detail beschrieben ist, umfasst das Verfahren in Schritt **302** unter Anwendung wenigstens des Prozessors **102** das Empfangen eines Signals, welches eine Messung der Herztätigkeit einer Person über einen Zeitraum anzeigt. In Schritt **304** umfasst das Verfahren unter Verwendung wenigstens des Prozessors das Erkennen eines Signalmerkmals, wobei das Signalmerkmal ein sich wiederholendes Ereignis des Signals über einen Zeitraum ist. In Schritt **306** umfasst das Verfahren ferner unter Verwendung wenigstens des Prozessors **102** das Berechnen eines ersten Intervalls zwischen zwei aufeinanderfolgenden Signalmerkmalen und in Schritt **308** eines zweiten Intervalls zwischen zwei aufeinanderfolgenden ersten Intervallen. In Schritt **310** wird unter Anwendung wenigstens des Prozessors **102** basierend auf dem zweiten Intervall eine Ableitung berechnet. In Schritt **312** werden unter Anwendung wenigstens des Prozessors **102** basierend auf der Ableitung Veränderungen eines Körperzustands erkannt. Das Erkennen der Veränderungen des Körperzustands umfasst ferner das Extrahieren einer Reihe zusammenhängender Beschleunigungen oder Verlangsamungen der Herzfrequenz basierend auf der Ableitung. Die Reihe zusammenhängender Beschleunigungen oder Verlangsamungen der Herzfrequenz kann den Veränderungen des Körperzustands entsprechen.

[0062] Es wird darauf hingewiesen, dass verschiedene Modifikationen der oben offenbarten sowie anderer Merkmale und Funktionen oder Alternativen oder Abwandlungen davon wünschenswerterweise zu vielen anderen Systemen oder Anwendungen kombiniert werden können. Verschiedene, derzeit nicht absehbare oder vorstellbare Alternativen, Modifikationen, Variationen oder Verbesserungen können später von Fachleuten durchgeführt werden, und sollen ebenfalls von den nachfolgenden Ansprüchen abgedeckt werden.

[0063] Verfahren und System zur Bestimmung von Veränderungen eines Körperzustands einer Person, umfassend das Empfangen eines Signals von einem Überwachungssystem, wobei das Signal die Messung der Herztätigkeit der Person über einen Zeitraum anzeigt und das Bestimmen wenigstens eines Signalmerkmal, wobei das Signalmerkmal ein sich wiederholendes Ereignis des Signals über den Zeitraum ist. Das Verfahren umfasst ferner das Bestimmen eines ersten Intervalls zwischen zwei aufeinanderfolgenden Signalmerkmalen und das Bestimmen eines zweiten Intervalls zwischen zwei aufeinanderfolgenden ersten Intervallen. Basierend auf dem zweiten Intervall wird eine Ableitung berechnet. Basierend auf der Ableitung werden Veränderungen des Körperzustands erkannt.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

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

Zitierte Nicht-Patentliteratur

- IEEE 802.11 [0027]
- IEEE 802.3 [0027]
- IEEE 802.5 [0027]

Patentansprüche

1. Computerimplementiertes Verfahren für eine Bestimmung von Veränderungen eines Körperzustands einer Person, umfassend:
Empfangen eines Signals von einem Überwachungssystem, wobei das Signal eine Messung der Herzfähigkeit über einen Zeitraum anzeigt;
Bestimmen wenigstens eines Signalmerkmals, wobei das Signalmerkmal ein sich wiederholendes Ereignis des Signals über den Zeitraum ist;
Bestimmen eines ersten Intervalls zwischen zwei aufeinanderfolgenden Signalmerkmalen;
Bestimmen eines zweiten Intervalls zwischen zwei aufeinanderfolgenden ersten Intervallen;
Berechnen einer Ableitung basierend auf dem zweiten Intervall; und
Erkennen von Veränderungen des Körperzustands basierend auf der Ableitung.
2. Computerimplementiertes Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Signal durch einen berührungslosen Sensor gemessen wird.
3. Computerimplementiertes Verfahren nach Anspruch 2, wobei das Signal eines aus einem elektrischen Signal, einem akustischen oder einem optischen Signal ist, das die Messung der Herzfähigkeit repräsentiert.
4. Computerimplementiertes Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Signalmerkmal eine Spitze des Signals ist.
5. Computerimplementiertes Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Signal ein Elektrokardiogramm-Signal ist und das Signalmerkmal eine R-Zacke des Elektrokardiogramm-Signals ist.
6. Computerimplementiertes Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Erkennen von Veränderungen des Körperzustands basierend auf der Ableitung ferner ein Extrahieren einer Reihe zusammenhängender Beschleunigungen oder Verlangsamungen einer Herzfrequenz basierend auf der Ableitung umfasst.
7. Computerimplementiertes Verfahren nach Anspruch 6, wobei die Reihe zusammenhängender Beschleunigungen oder Verlangsamungen einer Herzfrequenz einer Veränderung eines Körperzustands entspricht.
8. Computerimplementiertes Verfahren nach Anspruch 6, wobei das Erkennen von Veränderungen des Körperzustands basierend auf der Ableitung ferner ein Berechnen eines Schwellenwerts basierend auf einer Zählung der zusammenhängenden Beschleunigungen oder Verlangsamungen einer Herzfrequenz in der Reihe umfasst.
9. Computerimplementiertes Verfahren nach Anspruch 7, wobei das Erkennen von Veränderungen des Körperzustands basierend auf der Ableitung ferner ein Erzeugen einer graphischen Darstellung und ein Erkennen von Veränderungen des Körperzustands als eine Funktion der graphischen Darstellung umfasst.
10. Computerimplementiertes Verfahren für eine Analyse von Übergängen in einem Körperzustand, umfassend:
Empfangen eines Signals von einer Person, welches eine Messung einer Herzfähigkeit über einen Zeitraum anzeigt;
Berechnen einer Ableitung einer Herzfrequenz basierend auf einem sich wiederholenden Merkmal des Signals;
Extrahieren einer Mehrzahl von Beschleunigungen oder Verlangsamungen einer Herzfrequenz, basierend auf der Ableitung; und
Erkennen eines Übergangs im Körperzustand basierend auf der Mehrzahl von Beschleunigungen oder Verlangsamungen einer Herzfrequenz.
11. Computerimplementiertes Verfahren nach Anspruch 10, welches ferner ein Übertragen des Signals von einem mit der Person verbundenen Überwachungssystem umfasst, wobei das Signal eines aus einem elektrischen Signal, einem akustischen Signal oder einem optischen ist, welches die Messung der Herzfähigkeit repräsentiert.
12. Computerimplementiertes Verfahren nach Anspruch 11, wobei das Empfangen eines Signals ferner ein Verarbeiten des Signals in eine Mehrzahl von Wellenformen umfasst, wobei jede der Wellenformen einen Herzschlag anzeigt.

13. Computerimplementiertes Verfahren nach Anspruch 10, wobei das Berechnen der Ableitungen ferner ein Bestimmen eines ersten Intervalls zwischen zwei aufeinanderfolgenden Merkmalen für jeden der Herzschläge umfasst.

14. Computerimplementiertes Verfahren nach Anspruch 13, wobei das Berechnen der Ableitungen ferner ein Bestimmen eines zweiten Intervalls zwischen zwei aufeinanderfolgenden ersten Intervallen umfasst.

15. Computerimplementiertes Verfahren nach Anspruch 10, wobei ein Vorzeichen der Ableitung eine Beschleunigung oder Verlangsamung einer Herzfrequenz anzeigt.

16. Computerimplementiertes Verfahren nach Anspruch 10, wobei das Erkennen eines Übergangs im Körperzustand ferner umfasst: ein Erzeugen einer graphischen Darstellung, die einen ersten Satz zusammenhängender Ableitungen mit demselben Vorzeichen und einen zweiten Satz zusammenhängender Ableitungen mit demselben Vorzeichen aufweist, sowie Erkennen der Übergänge in dem Körperzustand als eine Funktion einer Entfernung zwischen dem ersten Satz und einem zweiten Satz.

17. Computerimplementiertes Verfahren nach Anspruch 16, wobei ein Satz zusammenhängender Ableitungen mit negativem Vorzeichen einer Häufung sympathischer Aktivität entspricht und mit positivem Vorzeichen einer Häufung parasympathischer Aktivität entspricht.

18. Computersystem für eine Bestimmung von Veränderungen eines Körperzustands einer Person, umfassend:

ein Überwachungssystem, das dazu ausgebildet ist, eine Herztätigkeit zu überwachen; ein signalempfangendes Modul, das dazu ausgebildet ist, ein Signal von dem Überwachungssystem zu empfangen, wobei das Signal eine Messung einer Herztätigkeit über einen Zeitraum repräsentiert;

ein Merkmalbestimmungsmodul, das dazu ausgebildet ist, ein Signalmerkmal zu bestimmen, wobei das Signalmerkmal ein sich wiederholendes Ereignis des Signals über den Zeitraum ist;

ein Intervallbestimmungsmodul, das dazu ausgebildet ist, ein erstes Intervall zwischen zwei aufeinanderfolgenden Signalmerkmalen und ein zweites Intervall zwischen zwei aufeinanderfolgenden ersten Intervallen zu bestimmen;

ein Ableitungsberechnungsmodul, das dazu ausgebildet ist, eine Ableitung einer Herzfrequenz basierend auf dem zweiten Intervall zu berechnen; und

ein Erkennungsmodul, das dazu ausgebildet ist, Veränderungen des Körperzustands basierend auf der Ableitung zu erkennen.

19. Computersystem nach Anspruch 18, wobei das Überwachungssystem ferner eine Mehrzahl von berührungslosen Sensoren für eine Überwachung einer Herztätigkeit der Person umfasst.

20. Computersystem nach Anspruch 18, wobei das Signal eines aus einem elektrischen Signal, einem akustischen Signal oder einem optischen Signal ist, welches die Messung einer Herztätigkeit repräsentiert.

21. Computersystem nach Anspruch 18, wobei das Erkennungsmodul ferner dazu ausgebildet ist, eine Reihe zusammenhängender Beschleunigungen oder Verlangsamungen einer Herzfrequenz basierend auf der Ableitung zu extrahieren.

22. Computersystem nach Anspruch 21, wobei die Reihe zusammenhängender Beschleunigungen oder Verlangsamungen einer Herzfrequenz einer Veränderung eines Körperzustands entspricht.

23. Nicht vergängliches computerlesbares Medium, welches computerausführbare Anweisungen speichert, welche, wenn sie von einem Computer ausgeführt werden, der wenigstens einen Prozessor umfasst, bewirken, dass der Computer ein Verfahren ausführt, wobei das Verfahren umfasst:

unter Verwendung des wenigstens einen Prozessors, Empfangen eines Signals, das eine Mehrzahl von Herzzyklen einer Person über einen Zeitraum anzeigt;

unter Verwendung des wenigstens einen Prozessors, Erkennen eines Signalmerkmals, wobei das Signalmerkmal ein sich wiederholendes Ereignis des Signals über den Zeitraum ist; und

unter Verwendung des wenigstens einen Prozessors, Berechnen eines ersten Intervalls zwischen zwei aufeinanderfolgenden Signalmerkmalen;

unter Verwendung des wenigstens einen Prozessors, Berechnen eines zweiten Intervalls zwischen zwei aufeinanderfolgenden ersten Intervallen;

unter Verwendung des wenigstens einen Prozessors, Berechnen einer Ableitung basierend auf dem zweiten Intervall; und

unter Verwendung des wenigstens einen Prozessors, Erkennen von Veränderungen eines Körperzustands basierend auf der Ableitung.

24. Nicht vergängliches computerlesbares Medium nach Anspruch 23, wobei das Erkennen von Veränderungen des Körperzustands basierend auf der Ableitung ferner ein Extrahieren einer Reihe zusammenhängender Beschleunigungen oder Verlangsamungen einer Herzfrequenz basierend auf der Ableitung umfasst.

25. Nicht vergängliches computerlesbares Medium nach Anspruch 24, wobei die Reihe zusammenhängender Beschleunigungen oder Verlangsamungen einer Herzfrequenz Veränderungen des Körperzustands entspricht.

Es folgen 10 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

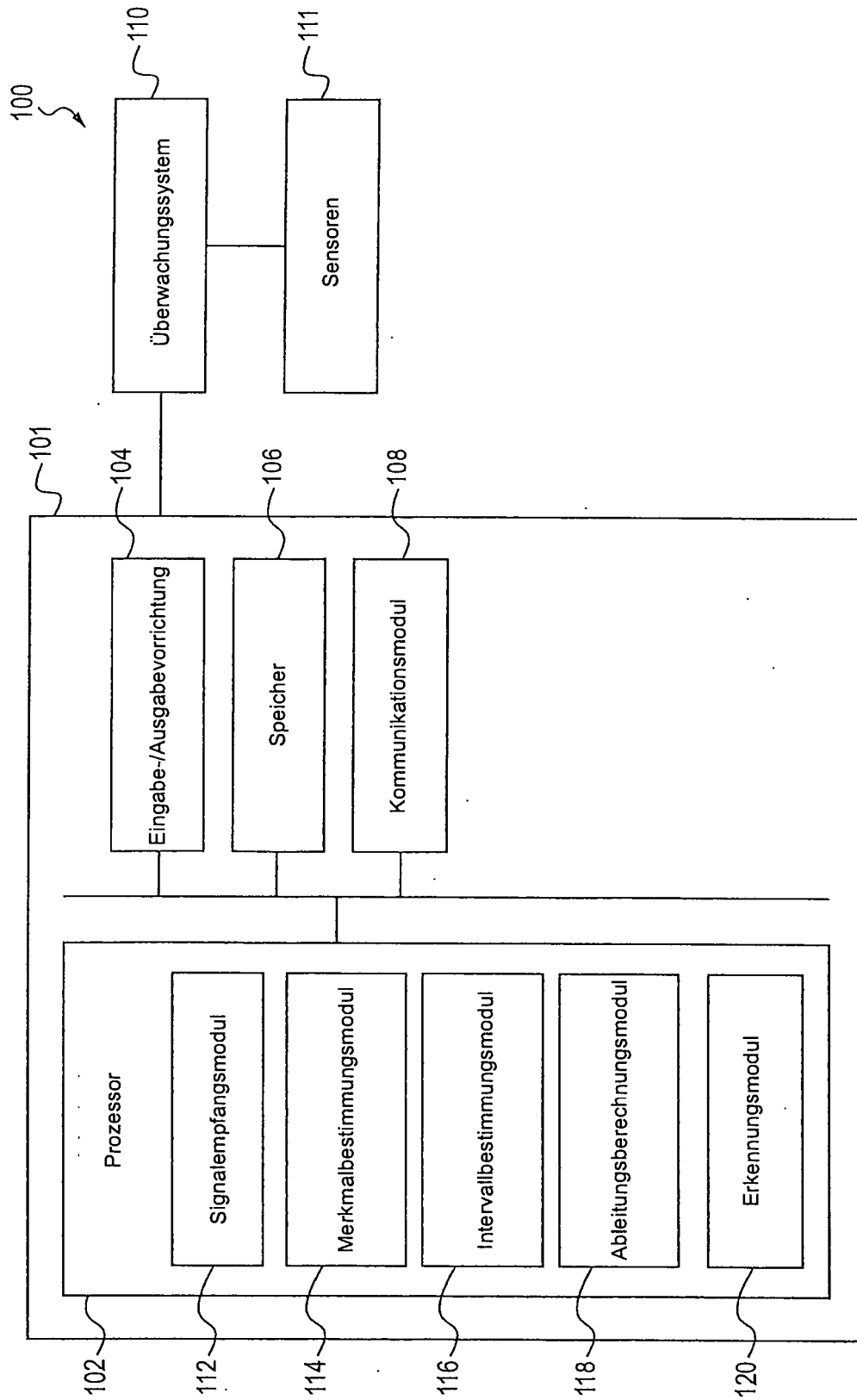


FIG. 1

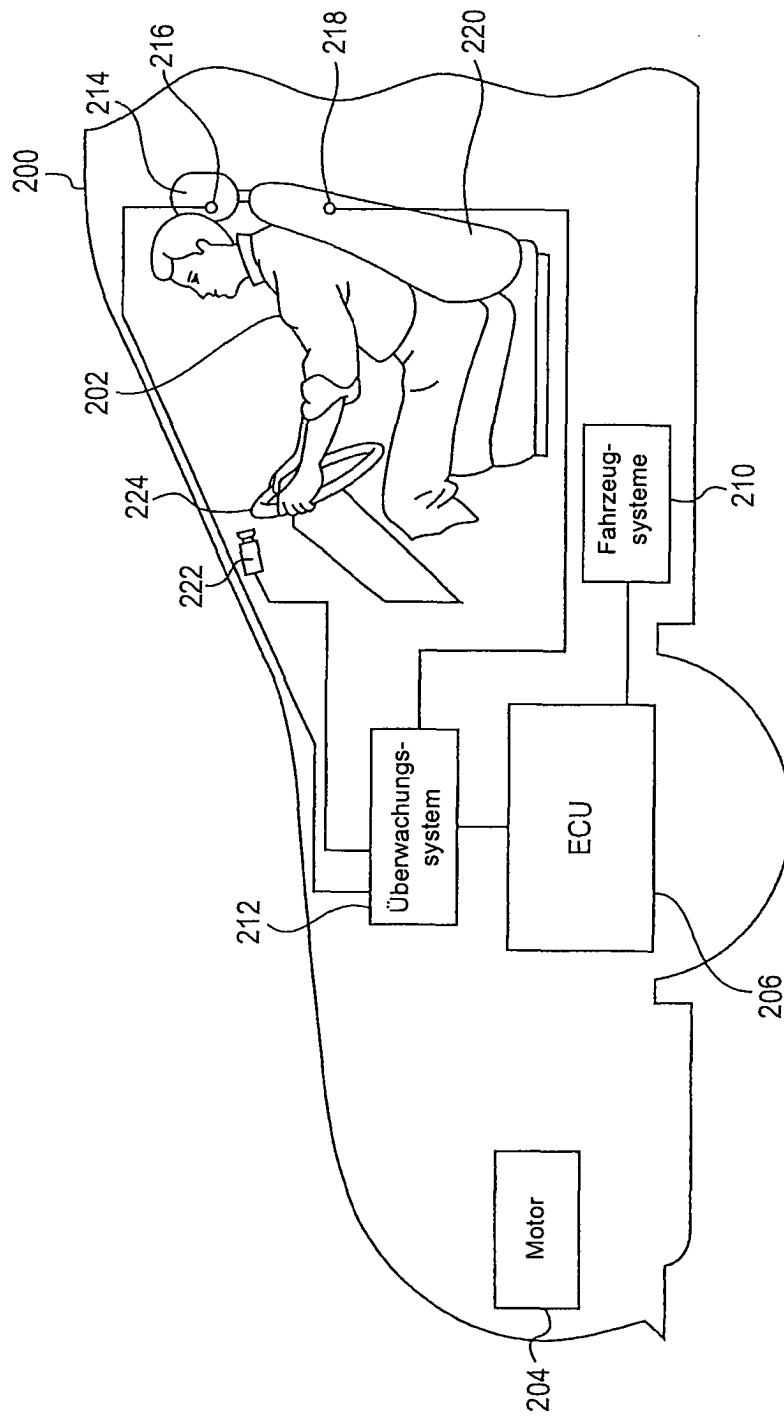


FIG. 2

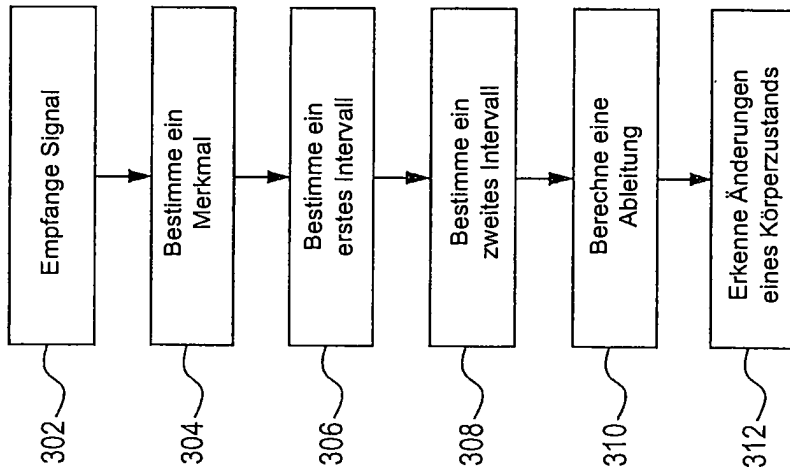


FIG. 3

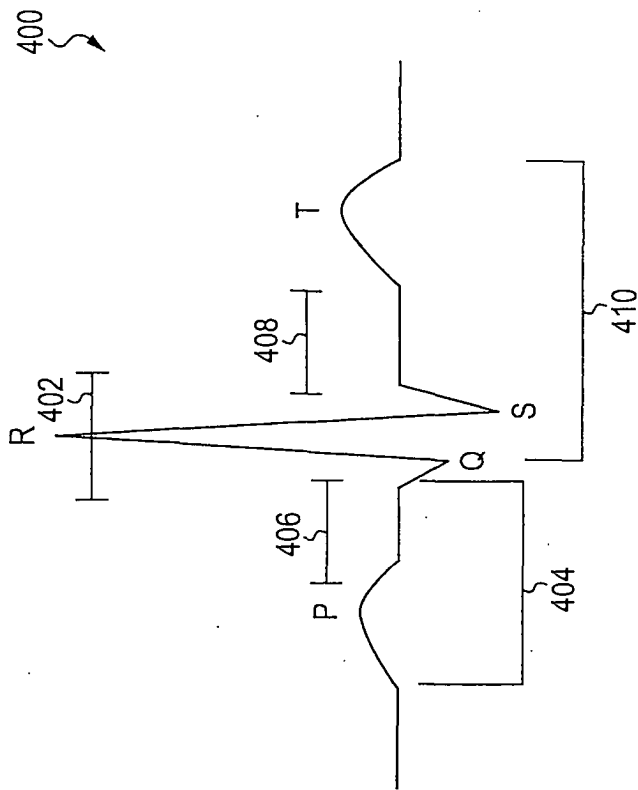


FIG. 4(a)

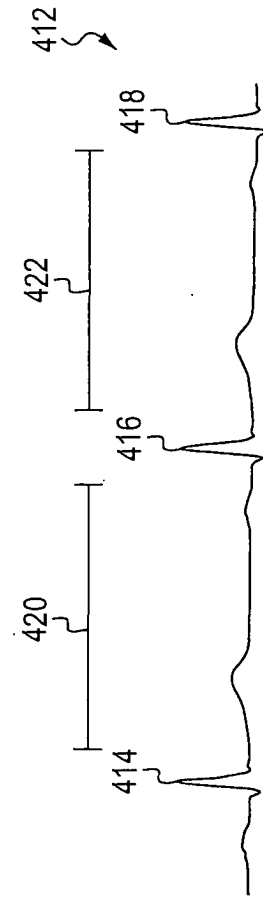
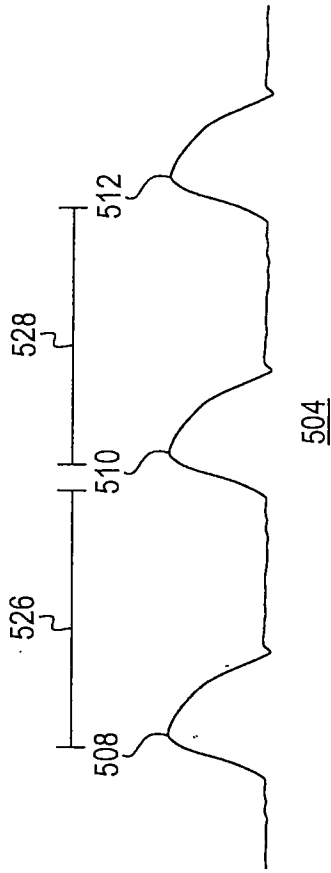
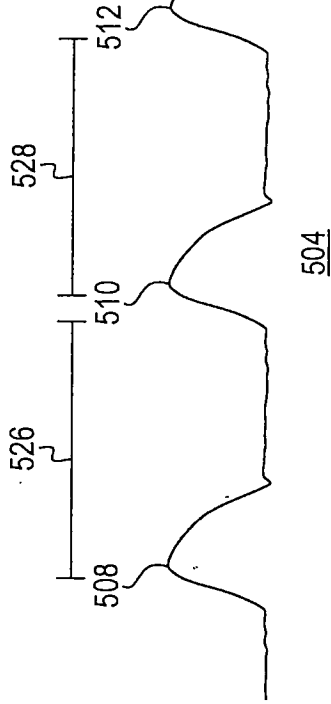


FIG. 4(b)



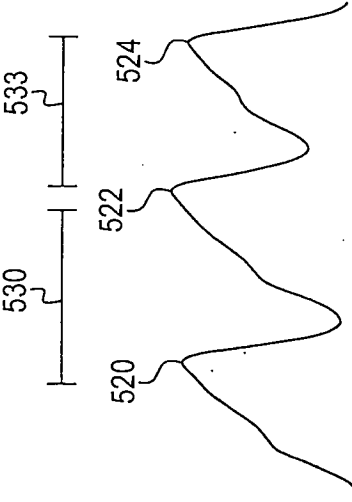
502

FIG. 5(a)



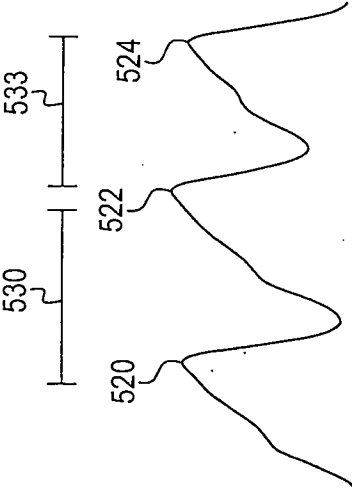
504

FIG. 5(b)



514

FIG. 5(c)



516

FIG. 5(d)

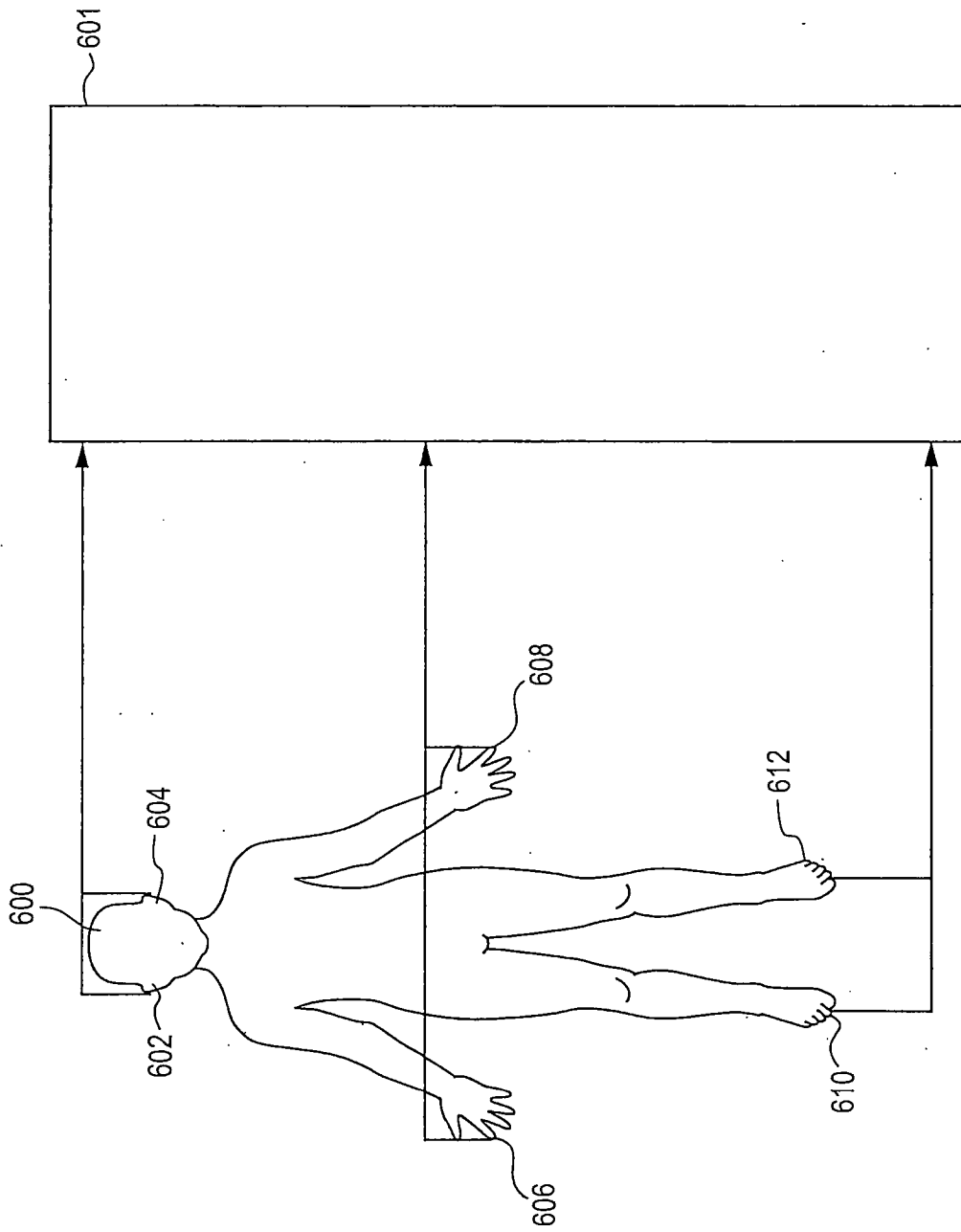


FIG. 6

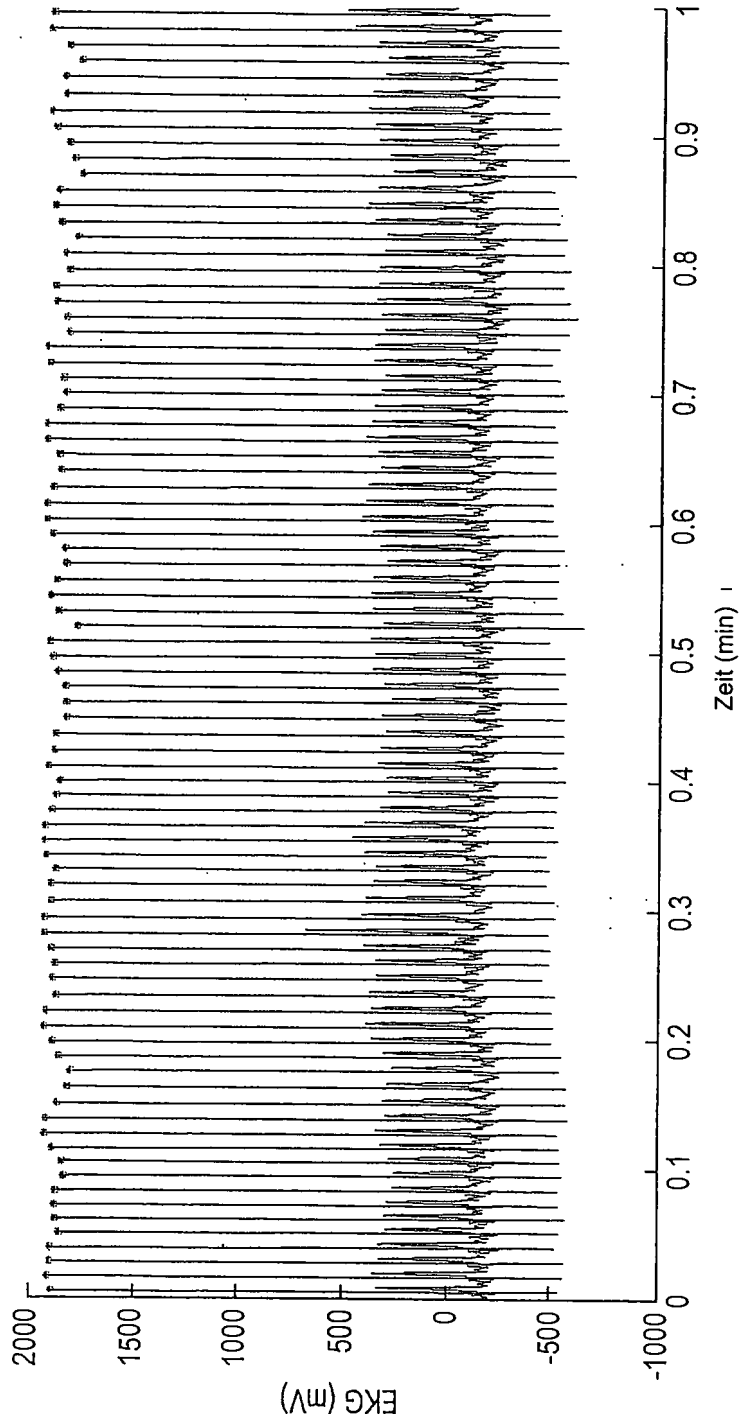


FIG. 7

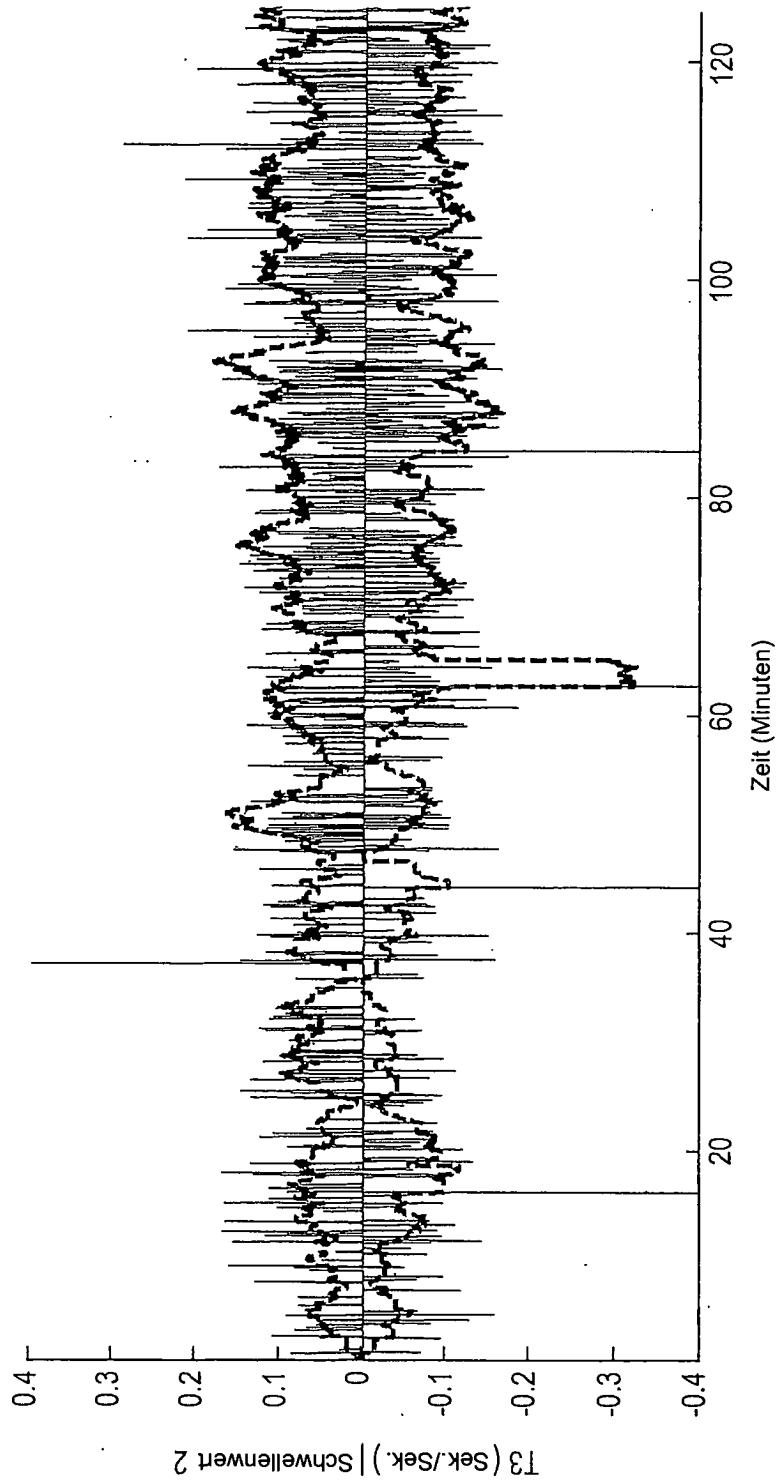


FIG. 8

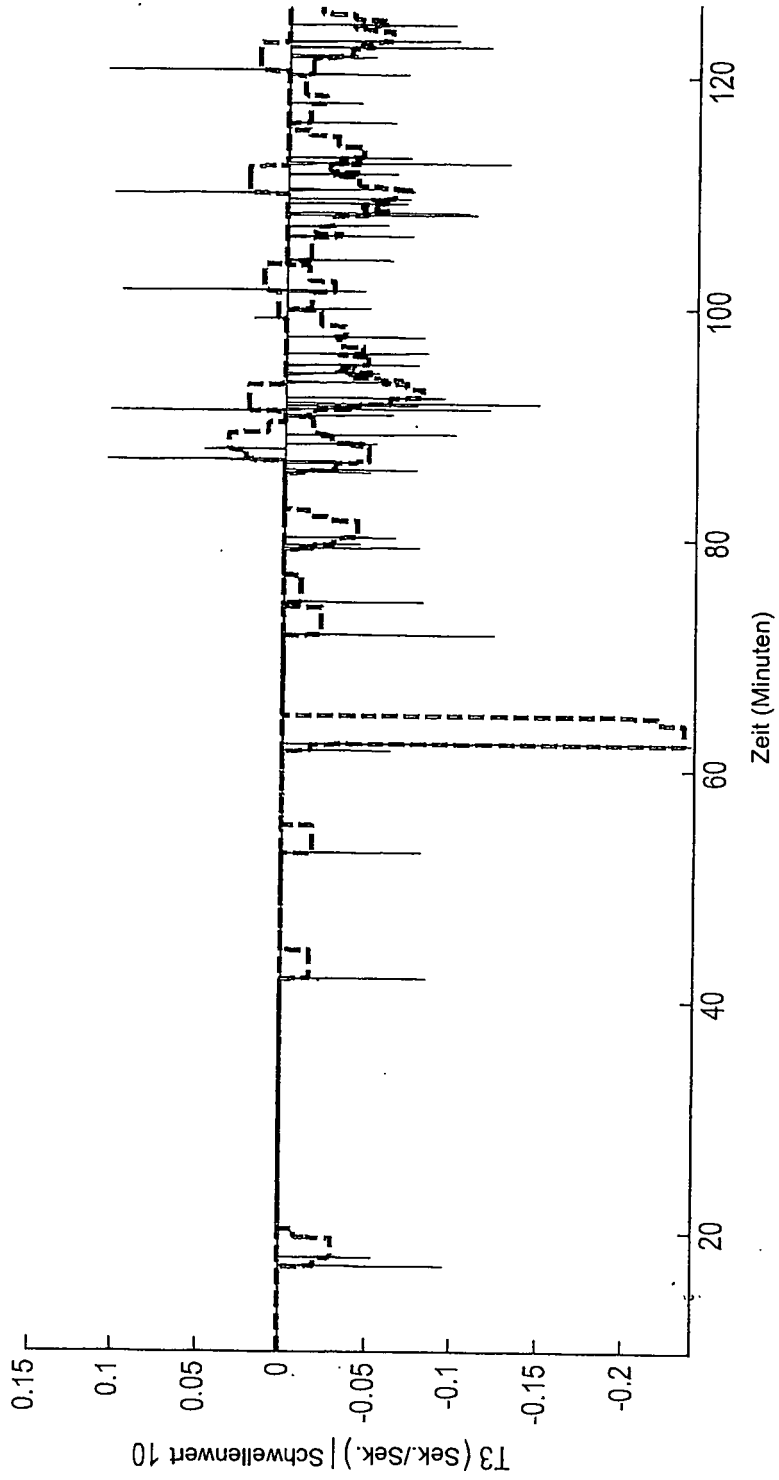


FIG. 9

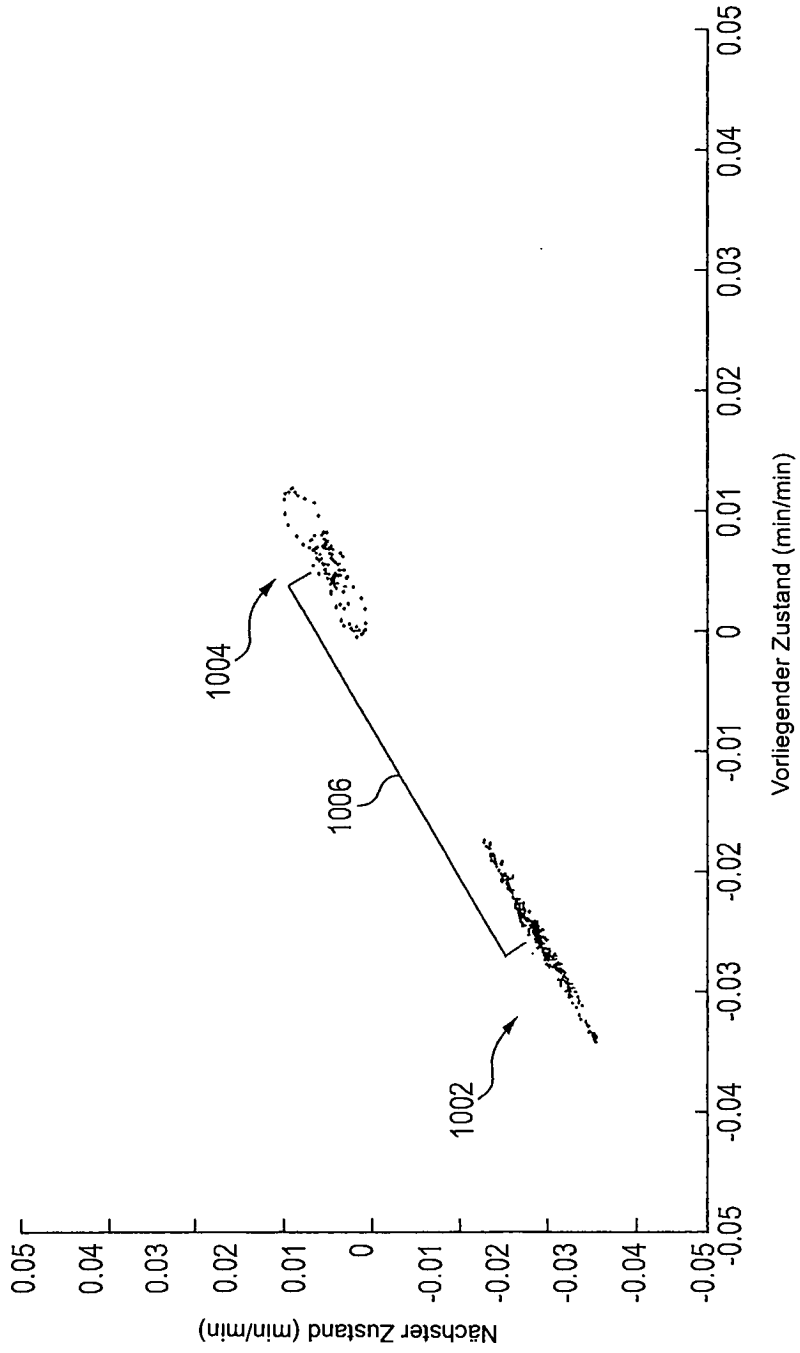


FIG. 10