

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 748 640 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

18.12.1996 Patentblatt 1996/51

(51) Int. Cl.⁶: **A63B 69/00**

(21) Anmeldenummer: **96250131.8**

(22) Anmeldetag: **13.06.1996**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT BE CH DE DK FR GB IT LI NL SE

(30) Priorität: **15.06.1995 DE 19522958**

(71) Anmelder: **Wiest, Peter P., Dipl.-Ing.**

D-14052 Berlin (DE)

(72) Erfinder:

• **Wiest, Peter P., Dipl.-Ing.**

D-14052 Berlin (DE)

• **Schauer, Michael Dr.**

D-13125 Berlin (DE)

(74) Vertreter: **Lüke, Dierck-Wilm, Dipl.-Ing.**

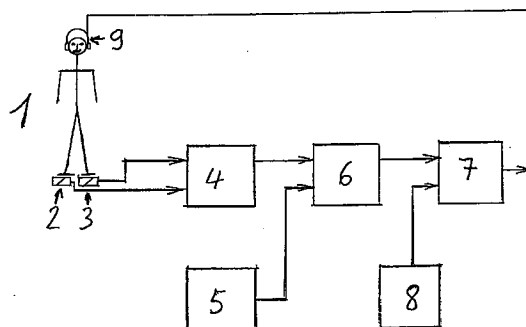
Gelfertstrasse 56

14195 Berlin (DE)

(54) Verfahren und Vorrichtung für Körperübungen mit musikalischem Feedback

(57) Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Akustisierung körpereigener physikalischer Werte und auf eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Die Aufgabe der Erfindung, ein gattungsgemäßes Verfahren und eine Vorrichtung zu entwickeln, mit denen eine akustische Eigenkontrolle und Motivierung durch Musik von Anwendern bei Trainings- und/oder Therapiemaßnahmen gewährleistet werden, wird dadurch gelöst, daß in einer Bewertungsstufe 5,6 durch den Vergleich mit vorgegebenen Kriterien die Meßwerte bewertet und in einer Umsetzungsstufe 7 nach den Vorgaben aus der Bewertungsstufe 5,6 derart in Musik interpretiert werden, daß dem Probanden 1 über die interpretierte und aus einem Musik-Speicher 8 im MIDI-Format an eine Tonquelle 9 ausgegebene Musik seine Meßwertsituation signalisiert wird.



EP 0 748 640 A1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Akustisierung körpereigener physikalischer Werte gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und auf eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Das wiederholte Üben von Alltagsbewegungen, wie zum Beispiel das Aufstehen aus einer sitzenden Haltung und das Gehen, stellt für Patienten mit neurologischen oder orthopädischen Defiziten ein wesentliches Element der Rehabilitation dar.

Der Erfolg des Übens bei neurologischen Defiziten, zum Beispiel dem Schlaganfall, basiert auf der Fähigkeit der Hirnhemisphären, verantwortliche Kontroll-Areale so zu verlagern, daß der Einfluß irreversibler Zellschädigungen vermindert wird (kortikale Plastizität). Als unumgänglich wird die motivierende und korrigierende krankengymnastische Unterstützung während der Übungen erachtet, die jedoch hohe Anforderungen an das Pflegepersonal stellt.

Es sind bereits Verfahren bekannt, mit denen Körperbehinderte Musik auf unkonventionelle Art erzeugen können, z.B. Klangerzeugungen durch Bewegungen des Kopfes. Die Umsetzung in Musik erfolgt im MIDI-Format (Musical Instruments Digital Interface) (Zeitschrift Med.Eng.Phys. 1994, Vol.16, May, S.253 ff.: R.Kirk at al.: "Computer music in the service of music therapie: the MIDIGRID and MIDICREATOR systems").

Die Umsetzung von psychischen Zuständen des Anwenders in Musik wird zur Selbstwahrnehmung in der Musiktherapie verwendet. Es erfolgt keine direkte Selbstkontrolle des Anwenders bezüglich seiner Zustände, z.B. seiner Bewegungen. Eine direkte Verknüpfung von Meßwerten und Musik zur Eigenkontrolle des Anwenders ist nicht vorgesehen.

Es ist des weiteren eine Rehabilitationshilfe bekannt, bei der der Druck unter dem Fuß des Anwenders gemessen und ein Alarmsignal ausgelöst wird, wenn ein eingestellter Maximalwert überschritten ist. Die Tonhöhe des Alarmsignals variiert je nach Stärke der Überbelastung. Dem Anwender wird durch die Tonhöhe des Alarmsignals der Grad der Überbelastung hörbar gemacht (Prospekt der Firma INFOTRONIC, 7650AA Tubbergen/NL, "Fußdruckbegrenzer"). Es ist hiermit keine direkte Einflußnahme des Anwenders auf die Alarmsignalgestaltung möglich und somit nur eine geringe Motivation erzielbar.

Es ist bereits bekannt, die Druckverteilungsmessung im Schuh mittels einer Sensorfolie in Form einer Einlegesohle vorzunehmen (Zeitschrift "Med.Orth.Tech. 1/94, S.6 ff.). Die Sensorfolien werden durch am Unterschenkel befestigte Übertragungseinheiten mit einem Personalcomputer verbunden. Die Meßergebnisse können an einem Bildschirm während der Messung verfolgt, im Computer gespeichert und auch über einen Drucker ausgegeben werden. Das Meßverfahren dient nicht für Trainingszwecke oder zur Therapieunterstützung, sondern zur Ganganalyse.

Ein weiteres bekanntes Meßsystem ("P-Gait-Ana-

lysis-Meßsystem", Tagungsbericht von Zweifel, H.-J. u.a., Seiten 260 ff., Konferenz für Ganganalyse, Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, 1992, S. 260 ff.) erfaßt die Druckgrößen mit einer Meßsohle pro Fuß, wobei die Druck-Signalerfassung mit Drucksensoren und anschließend elektronischem Multiplexing und einer Verstärkung/Impedanzwandlung vorgenommen wird. Die Signalübertragung erfolgt zu einem Computer, in dem die Signalverarbeitung mittels einer geeigneten Software vorgenommen wird. Es ist keine Weiterverarbeitung der Signale zur akustischen Eigenkontrolle des Anwenders vorgesehen. Die Signale dienen der Ganganalyse.

Es sind bisher jedoch keine Verfahren oder Vorrichtungen bekannt, mit denen eine Unterstützung beispielsweise der Aufgaben des krankengymnastischen Personals, von Therapeuten oder von Trainierenden mit einer Wirkungssteigerung der Übungen, einer Erhöhung der Motivation des Anwenders für die Übungen und die Möglichkeit zur autonomen Optimierung von Bewegungsabläufen während der Übungen gewährleistet werden können.

Der Erfindung liegt von daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Akustisierung körpereigener physikalischer Werte zu entwickeln, mit denen eine akustische Eigenkontrolle und Motivierung durch Musik von Anwendern bei Trainings- und/oder Therapiemaßnahmen gewährleistet werden.

Zur Lösung dieser Aufgabe sieht die Erfindung die Merkmale der Ansprüche 1 und 4 vor.

Durch die Verbindung bekannter Meßverfahren zur Gewinnung physikalischer Meßwerte von Personen mit der ebenfalls bekannten Musik im MIDI-Format und durch die Rückkopplung der Meßwertsituation zum Anwender (Bio-Feedback) wird eine wesentliche Erhöhung der Motivation von Anwendern für z.B. krankengymnastische Übungen oder für Trainingszwecke erreicht. Es wird die Möglichkeit zur autonomen Optimierung von Bewegungsabläufen z.B. während der Rehabilitationsübungen geschaffen. Es kann jedes Instrumental-Musikstück, welches der trainierenden Person besonders gefällt und in MIDI-Format auf einem Datenträger vorliegt, zur akustischen Darstellung von körpereigenen physikalischen Werten verwendet werden. Die Anwendung kann sowohl in Kliniken oder dgl. oder zu Hause unabhängig von den örtlichen Gegebenheiten und auch ohne Unterstützung durch Therapeuten erfolgen. Es ist ein kontrolliertes Üben zwischen den Behandlungen beim Therapeuten möglich.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die Erfindung ist nachfolgend anhand eines in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiels einer Vorrichtung zur Akustisierung körpereigener physikalischer Werte zur akustischen Eigenkontrolle bei der Gangtherapie zur Rehabilitation von Patienten mit Gehstörungen näher erläutert. Die einzige Figur zeigt ein Blockschaltbild der Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Mit Hilfe von Musik soll einem Patienten 1 mit Gehstörungen eine akustische Information über seine Gangparameter bezüglich Schrittfrequenz, Symmetrie und Abrollverhalten des Fußes bereitgestellt werden.

Der Fuß ist für den Menschen die wesentliche mechanische Voraussetzung bei allen Haltungen und Fortbewegungen. Die Funktion des Fußes kann z.B. bei Einschränkungen der neuromuskulären Steuerung sowie bei Neuropathien gestört sein.

Der Mensch muß beim Gehen und Stehen über den Bodenkontakt mit dem Fuß eine Kraft übertragen, deren vertikale Komponente etwa seinem Gewicht entspricht. Diese Kraft wirkt über die Kontaktfläche des Fußes mit der Unterlage und erzeugt einen Druck. Der Druck ist im allgemeinen ungleichmäßig über die Kontaktfläche verteilt und zeitlich veränderlich.

Die Messung der Bodenreaktionskräfte erfolgt nach den bekannten Meßverfahren. An den Füßen bzw. in den Schuhen des Patienten 1 sind pro Fuß mindestens zwei Kraftsensoren 2,3 im Fersenbereich und im Bereich des Vorfußes zur Messung der Bodenreaktionskraft und zur Messung der Abfolge des Auftretens befestigt. Die Signale der Sensoren 2,3 werden an die Eingänge einer Auswerteeinheit 4 geleitet. Die Auswerteeinheit 4 für die Meßwerte besteht im wesentlichen aus Verstärker und A/D-Wandler. Die in der Auswerteeinheit 4 aufbereiteten Signale werden einer Bewertungsstufe 6 für die Meßwerte zugeführt, in der die Meßwerte mit Vorgaben aus einem Bewertungsvorgabenspeicher 5 zusammengebracht werden. Die so ermittelten Bewertungen für die Bewegungsausführungen des Patienten 1 werden unter Verwendung der vorgegebenen Musik im MIDI-Format aus einem Speicher 8 in einer Umsetzungsstufe 7 vertont und ergeben die modifizierte Musik. Die Bewertungsstufe 6, der Speicher 5 für die Bewertungsvorgaben und die Umsetzungsstufe 7 können durch einen Mikrocomputer mit Programm- und Datenspeicher und einem angeschlossenen Vertonungsmodul mit Lautsprecheranschluß realisiert werden. Als Speicher 8 für Musik im MIDI-Format eignen sich die handelsüblichen Disketten oder Chipkarten.

Die Signale der Sensoren 2,3 lösen auf der Basis spezifischer Algorithmen (Software) beim Patienten Klangereignisse aus, die sich in ihrer zeitlichen Abfolge zu charakteristischen Musikstücken zusammenfügen. Die Musikstücke können Lieder, bestehend aus einer Melodie und Rhythmus, oder die Klänge deutlich erkennbarer Musikinstrumente sein. Die beschriebene Musikerzeugung erfolgt im Augenblick der Bewegungsausführung, d.h. in "Echtzeit", und ist dem Patienten 1 über Kopfhörer 9 oder Lautsprecher zum gleichen Zeitpunkt zugänglich.

Die zu verwendende Software ist in der Lage, Musikstücke zu erzeugen, welche motivierende, handlungsauslösende und die ausgewählte Bewegung "beschreibende" oder "kontrollierende" Wirkung aufweisen.

Der spezifische Algorithmus bewirkt Signale zur

Klangerzeugung/Klangbeeinflussung, die dem MIDI-Format entsprechen und die elektronische Musikinstrumente verwenden, die solche Signale verstehen (Verwendung von Standard-Klangerzeugern). Dabei können die Bodenreaktionskräfte beispielsweise mit der Tonhöhe und/oder der Lautstärke und der Gangrhythmus mit dem Musiktakt in Bezug gesetzt werden. Es können über die zu verwendende Software alle oder einige Parameter beeinflußt oder verändert werden.

Die Erzeugung von Musikstücken kann in verschiedenen Varianten organisiert werden.

Der Patient 1 wählt ein gerne gehörtes Lied, Musikinstrument oder Musikstück aus. Jeweils beim Überschreiten der Bodenreaktionskräfte von rechtem bzw. linkem Bein wird über einen einstellbaren Schwellenwert eine Klangsequenz ausgelöst, die den durch ein ausgewähltes Musikinstrument gespielten Noten des folgenden Taktes eben dieses Liedes entspricht, wobei die Geschwindigkeit des Liedes bzw. die zeitliche Dauer eines Taktes fest einstellbar ist und somit die Schrittfrequenz des Patienten 1 bestimmt. Die Differenz zwischen den maximalen Auftrittskräften von linkem und rechtem Bein aufeinanderfolgender Schritte verstimmt das gespielte Instrument, d.h. verändert den Grundton um einen gewissen, den Gehfähigkeiten des Patienten 1 angepaßten Betrag.

Eine Variante besteht darin, daß im Falle des Überschreitens der Bodenreaktionskräfte von rechtem bzw. linkem Bein über einen einstellbaren Schwellenwert ein Signal ausgelöst wird, welches ein ausgewähltes Musikinstrument Veranlaßt, eine immer wieder identische Note oder eine gemäß der Harmonielehre zur Melodie des Liedes passende Note mit der Dauer der Überschreitung des Schwellenwertes zu spielen. Aus dem zeitlichen Abstand zwischen zwei aufeinanderfolgenden Schwellenwertüberschreitungen wird die Zeit berechnet, mit der ein Takt oder der Bruchteil eines Taktes des ausgewählten Liedes gemeinsam mit dem Klang eines bestimmten Musikinstrumentes zu Gehör gebracht wird, wobei sich die Geschwindigkeit des Liedes nach der Schrittfrequenz des Patienten 1 richtet. Das ausgewählte Lied wird durch eine größere Anzahl von Instrumenten intoniert, jedoch wird das bestimmte Musikinstrument deutlich herausgehört.

Die verwendeten Sensoren 2,3 zur Messung der Bodenreaktionskräfte während des Gehens weisen eine Konstruktion auf, die bezüglich der Genauigkeit, der Auflösung und der Lebensdauer der Aufgabenstellung angepaßt sind.

Besonders vorteilhaft sind Kraftsensoren 2,3, die aus luft- oder flüssigkeitsgefüllten Druckkammern bestehen. Ein Teil der Rückstellkraft kann mittels eines darin befindlichen Moosgummi- oder Schaumstoffkörpers realisiert werden.

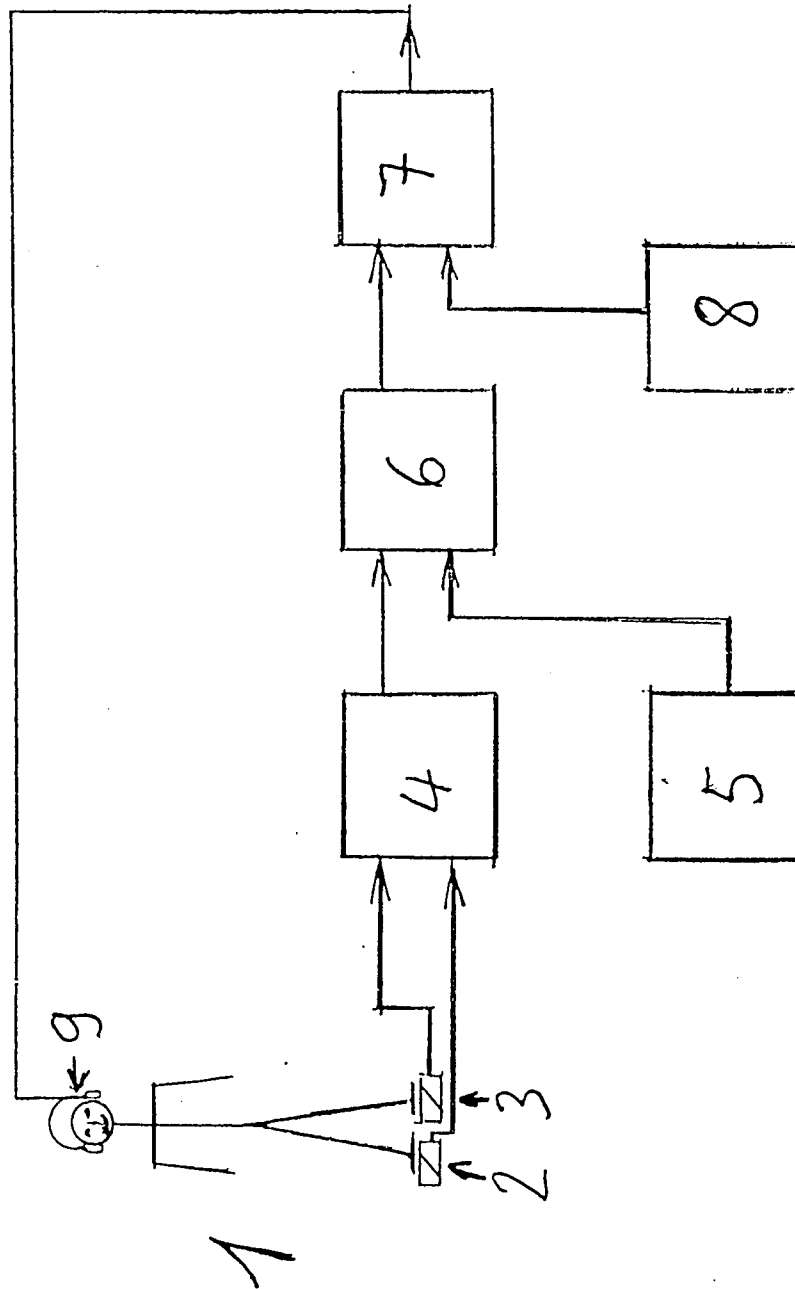
BEZUGSZEICHENLISTE

- 1 Proband
- 2 Sensor

- 3 Sensor
- 4 Auswerteeinheit/Aufbereitungsstufe
- 5 Bewertungsvorgabenspeicher/Bewertungsstufe
- 6 Bewertungsstufe
- 7 Umsetzungsstufe
- 8 Speicher
- 9 Kopfhörer

Patentansprüche

1. Verfahren zur Akustisierung körpereigener physikalischer Werte für Trainings- und/oder Therapiemaßnahmen, wobei die relevanten physikalischen Meßwerte des Probanden (1) über Sensoren (2,3) aufgenommen und in einer Aufbereitungsstufe (4) verstärkt und gewandelt werden,
dadurch gekennzeichnet,
daß in einer Bewertungsstufe (5,6) durch den Vergleich mit vorgegebenen Kriterien die Meßwerte bewertet und in einer Umsetzungsstufe (7) nach den Vorgaben aus der Bewertungsstufe (5,6) derart in Musik interpretiert werden, daß dem Probanden (1) über die interpretierte und aus einem Musik-Speicher (8) im Midi-Format an eine Tonquelle (9) ausgegebene Musik seine Meßwertsituation signalisiert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Interpretation der Meßwerte durch Veränderungen in Form von verlängerten oder verkürzten Noten oder Pausen, einer Auswahl von Instrumentalstimmen, veränderter Klangfarbe oder Nachhall, veränderter Lautstärke der abgespielten Instrumentalmusik aus dem Speicher (8) im Midi-Format vorgenommen wird.
3. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufnahme der Meßwerte und die Ausgabe der Musik in "Echtzeit" erfolgen.
4. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß
 - mindestens ein Sensor (2,3) zur Erfassung physikalischer Meßwerte vom Körper des Probanden (1) mit
 - einer Auswerteeinheit für die Meßwerte (4) verbunden ist,
 - die wiederum mit einer Bewertungsstufe (6) für die Meßwerte gekoppelt ist,
 - welche eingangsseitig weiterhin mit einem Bewertungsvorgabenspeicher (5) und
 - welche ausgangsseitig mit einer Umsetzungsstufe (7) verbunden ist, wobei
 - die Umsetzungsstufe (7) eingangsseitig mit einem Speicher (8) für Musik im MIDI-Format und
 - ausgangsseitig mit einer Tonquelle (9) verbunden ist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß als Sensor (2,3) eine Kraftmeßsohle für Bodenreaktionskräfte verwendet wird, die in herkömmlichen Schuhen eingelegt ist und welche unter der Ferse und unter dem Vorfuß mindestens je einen Kraftsensor enthält.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Kraftsensoren aus Dehnungsmeßstreifen gebildet sind.
7. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Kraftsensoren aus luft- oder flüssigkeitsgefüllten Druckkammern bestehen, an welche direkt oder über Schlauchverbindungen Drucksensoren zur Kraftmessung angebracht sind.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß ein Teil der Rückstellkraft in der Druckkammer mittels eines darin befindlichen Moosgummi- oder Schaumstoffkörpers realisiert ist, wobei die Druckkammerwände mit dem Moosgummi- oder Schaumstoffkörper fest verbunden sein können.





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 96 25 0131

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	WO-A-89 00064 (F.MERTESDORF) * Seite 4, Zeile 15 - Seite 5, Zeile 9 * * Seite 17, Zeile 18 - Seite 18, Zeile 19 * * * Seite 36, Zeile 21 - Seite 37, Zeile 5 * * Seite 38, Zeile 15 - Zeile 27 * * Seite 41, Zeile 2 - Seite 42, Zeile 5 * * Seite 47, Zeile 2 - Zeile 6 * * Abbildungen *	1-5	A63B69/00
X	--- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 451 (P-1595), 18.August 1993 & JP-A-05 100668 (YAMAHA CORP), 23.April 1993, * Zusammenfassung *	1,4	
A	---	6	
A	GB-A-2 234 070 (A SCARISBRICK) * Seite 5, Zeile 31 - Seite 6, Zeile 23 * * Seite 6, Zeile 29 - Seite 7, Zeile 31 * -----	5	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			A63B
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
DEN HAAG		16.August 1996	Vereecke, A
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 01.82 (P04C03)