



(10) **DE 10 2007 046 259 B4** 2022.03.10

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2007 046 259.1**
 (22) Anmeldetag: **26.09.2007**
 (43) Offenlegungstag: **03.04.2008**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **10.03.2022**

(51) Int Cl.: **A61B 5/318 (2021.01)**
A61B 5/28 (2021.01)

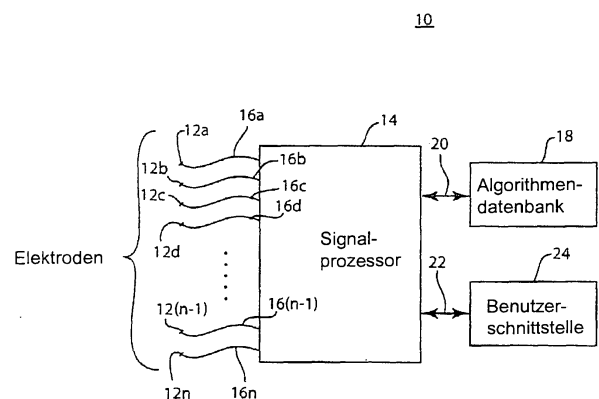
Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

<p>(30) Unionspriorität: 11/536,716 29.09.2006 US</p> <p>(73) Patentinhaber: General Electric Company, Schenectady, NY, US</p> <p>(74) Vertreter: Maikowski & Ninnemann Patentanwälte Partnerschaft mbB, 10707 Berlin, DE</p>	<p>(72) Erfinder: Xue, Joel Q., Germantown, Wis., US; Brodnick, Donald E., Cedarburg, Wis., US</p> <p>(56) Ermittelte Stand der Technik:</p> <table> <tr> <td>DE</td> <td>100 65 578</td> <td>A1</td> </tr> <tr> <td>DE</td> <td>601 32 655</td> <td>T2</td> </tr> <tr> <td>US</td> <td>6 511 424</td> <td>B1</td> </tr> <tr> <td>US</td> <td>2002 / 0 045 837</td> <td>A1</td> </tr> </table>	DE	100 65 578	A1	DE	601 32 655	T2	US	6 511 424	B1	US	2002 / 0 045 837	A1
DE	100 65 578	A1											
DE	601 32 655	T2											
US	6 511 424	B1											
US	2002 / 0 045 837	A1											

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung mit reduziertem Elektrodensystem und spezifischer EKG-Interpretation**

(57) Hauptanspruch: Vorrichtung (10) zum Bearbeiten eines elektrokardiographischen Signals von einem Patienten, wobei die Vorrichtung (10) aufweist:

- eine erste Vielzahl von weniger als zehn Elektroden (12), die eingerichtet sind, um an dem Patienten an einer der zehn standardgemäßen Elektrodenpositionen angebracht zu werden;
- eine Interpretationsalgorithmus-Datenbank (18), aufweisend eine Vielzahl von Interpretationsalgorithmen, wobei jeder Interpretationsalgorithmus spezifisch dazu angepasst ist, eine Diagnose der Herzbedingungen auf der Basis einer Morphologie von einer spezifischen Kombination von EKG-Signalen einer Vielzahl an Standardelektrodenanordnungen mit weniger als zehn Elektroden zu erzeugen, wobei jeder der Interpretationsalgorithmen spezifisch angepasst ist, um das EKG zu interpretieren, das aus einer spezifischen Kombination von EKG-Elektroden hergeleitet ist;
- einen Signalprozessor (14), der mit der ersten Vielzahl an Elektroden (12) und der Interpretationsalgorithmus-Datenbank (18) verbunden ist, wobei der Signalprozessor (14) die elektrokardiographischen Signale von jeder der ersten Vielzahl an Elektroden (12) empfängt und zum Erzeugen eines zwölf-Ableitungs-Elektrokardiogramms von den elektrokardiographischen Signalen eingerichtet ist;
- eine Benutzerschnittstelle (24), die mit dem Signalprozessor (14) verbunden ist, um die von dem Signalprozessor gelieferte zwölf EKG-Ableitung wiederzugeben;
- worin der Signalprozessor (14) außerdem eine Kombination der empfangenen ...



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur verbesserten Interpretation eines Elektrokardiogramms durch spezifische Anpassung des Interpretationsalgorithmus an die Quelle der Elektrokardiogrammsignale, die zur Erzeugung des Elektrokardiogramms verwendet werden.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0002] Ein standardgemäßes Zwölf-Ableitungs-Elektrokardiogramm (EKG) wird unter Verwendung einer Anordnung von zehn Elektroden erhalten, die an spezifischen Orten auf dem Körper des Patienten angeordnet und angebracht sind. Es sollte so verstanden werden, dass im Rahmen der vorliegenden Erfindung eine Elektrode ein fester elektrischer Leiter ist, der auf dem Körper des Patienten befestigt ist, durch den ein elektrischer Strom in den Körper des Patienten eintritt oder diesen verlässt. Es sollte ferner deutlich sein, dass im Rahmen der vorliegenden Erfindung eine Ableitung (englisch: lead) ein elektrischer Leiter oder eine Ansicht des Herzens des Patienten bezogen auf das elektrokardiographische Signal ist, das mittels einer oder mehrerer elektrokardiographischen Elektroden erhalten wird. In einem standardgemäßes Zwölf-Ableitungs-EKG sind vier der zehn Elektroden auf den Extremitäten und acht im Bereich des Herzens des Patienten und im Bereich der linken Seite der Brust des Patienten angebracht. Typischerweise werden die elektrokardiographischen Signale von jeder der zehn Elektroden erhalten und bearbeitet, um die zwölf Ableitungen des EKGs zu erzeugen. Die zwölf Ableitungen werden ferner in zwei Gruppen mit jeweils sechs EKG-Ableitungen aufgeteilt:

Die Ableitungen der Frontalebene (I, II, III, aVR, aVL und aVF) und die Ableitungen der horizontalen Ebene (V1, V2, V3, V4, V5, V6) .

[0003] Während das standardgemäße Zwölf-Ableitungs-EKG sehr nützlich ist, um wertvolle Informationen bezüglich des Patientenherzens und der Herzfunktionen zu erhalten, ist es manchmal nicht wünschenswert, zehn Elektroden an dem Patienten zu befestigen, um die notwendigen Daten für ein Zwölf-Ableitungs-EKG zu erhalten. Vorrichtungen wurden entwickelt, wie beispielsweise die in dem US-Patent 4 850 370 A offenbarte, um eine Lösung zu schaffen, die Anzahl der Elektroden zu begrenzen, die an dem Patienten befestigt werden müssen, um alle gewünschten elektrokardiographischen Informationen zu erhalten. Das US-Patent 4 850 370 A offenbart eine neue Anordnung mit vier Elektroden auf der Brust des Patienten, um die kardiographischen Daten zu erhalten. Die in dem US-Patent 4 850 370 A gezeigte Vorrichtung ist jedoch begrenzt, da die elektrokardiographischen Signale, die von dieser Elektrodenanordnung

erzeugt werden, auf Grund der verschiedenen Elektrodenanordnung inhärent verschieden von einem standardgemäßen Zwölf-Ableitungs-EKG sind.

[0004] Patent DE 601 32 655 T2 offenbart ein Gerät und Verfahren zur Erzeugung eines 12-Leiter-Elektrokardiogramms von weniger als zehn Elektroden. US-Patentanmeldung US 2002/0045837 A1 offenbart ein Verfahren zur Bestimmung eines standardgemäßen 12-Ableitungs-Elektrokardiogramms, wobei nur ein Teil der Ableitungen des standardgemäßen 12-Ableitungssystems gemessen werden. Demgegenüber offenbart DE 100 65 578 A1 ein Verfahren zur Identifizierung von Elektrodenplatzierungen zur Aufnahme eines Elektrokardiogramms. US-Patent US 6 511 424 B1 beschreibt ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Evaluierung von Mikroschlafzuständen unter Verwendung eines Elektrokardiogrammkanals.

[0005] Viele der Fähigkeiten eines Kardiologen oder Klinikers, die EKG-Daten genau zu interpretieren, basieren auf ihrer Vertrautheit mit den Signalen, die in jeder der EKG-Ableitungen erzeugt werden. Die Unterschiede in den elektrokardiographischen Signalen im Vergleich zu einer standardgemäßen Zwölf Ableitungs-Vorrichtung, die durch die Implementierung des US-Patents 4 850 370 A erzeugt werden, verlangt von dem Kardiologen oder Kliniker, einen komplett neuen Satz von EKG-Kurvenformen zu lernen.

[0006] Um dieses Problem anzusprechen, verwenden Vorrichtungen, wie beispielsweise die im US-Patent 6 636 761 B2 von Brodnick entwickelte, einige der zehn Elektroden, die von dem standardgemäßen Zwölf-Ableitungs-EKG verwendet werden, um einige der zwölf Ableitungen zu beobachten und die anderen nicht angezeigten Ableitungen mathematisch herzuleiten. In einer Ausführungsform des US-Patents 6 636 761 B2 werden lediglich die vier Elektroden der Extremitäten und zwei präkordiale (Brust-)Elektroden verwendet, um Patienteninformationen zu erhalten, aber in anderen Ausführungsformen können mehr oder weniger Elektroden-Platzierungen verwendet werden.

[0007] Während die Implementierung der Vorrichtung, die in dem US-Patent 6 636 761 B2 beschrieben ist, EKG-Daten für den Kliniker in einer Form bereitstellt, wie diese für die Interpretation verwendet werden, wobei zur selben Zeit die Anzahl der Elektroden reduziert werden, die am Patienten angebracht werden, haben automatisierte EKG-Vorrichtungen Schwierigkeiten, die Ergebnisse der Vorrichtungen zu interpretieren, die hergeleitete EKG-Ableitungen enthalten. Während die hergeleiteten EKG-Signale typischerweise genau in Bezug auf die Signal-Intervalle und -Dauer sind, können Fehler in der Amplitude bei einigen der hergeleiteten EKG-Signale

auftreten. Der Amplitudenunterschied in den hergeleiteten EKGs, wie dieser mit der aktuellen Ableitung verglichen wird, wenn diese angezeigt ist, kann genug sein, um die automatisierte Interpretation des EKGs abzuändern, wenn die automatisierte Interpretation stark auf der Amplitude des hergeleiteten EKG-Signals beruht oder durch diese gestützt ist.

[0008] Ein spezifisches Beispiel dieses potentiellen Fehlers ist die Erkennung von Vorderwand-Herzinfarkt (myocardial infarction: MI), insbesondere akutem MI. Die automatisierte Erkennung von Vorderwand-MI verwendet präkordiale Ableitungen V2, V3 und V4, die in einer bevorzugten Ausführungsform des US-Patents 6 636 761 B2 ersetzt werden durch die Überwachung der Ableitungen V1 und V5, die mit der Ableitung an V2, V3 und V4 verbunden sind. Folglich beruht die automatisierte Erkennung des Vorderwand-Infarktes nur auf den hergeleiteten Ableitungen. Deshalb kann jeder Fehler in der Amplitudenmessung für die hergeleiteten Ableitungen die automatische Interpretation des EKGs verändern, bezogen auf die Erkennung von Vorderwand-MI. Die Verwendung des standardgemäßen Zwölf-Ableitungs-EKG-Interpretationsalgorithmus bei der hergeleiteten EKG-Ableitung wird ermittelt, um zu einer Reduktion von ungefähr 10% und 15% in der Genauigkeit der automatisierten Erkennung des Vorderwand-MI beizutragen.

[0009] Deshalb ist es auf dem Gebiet der EKG-Aufnahme und automatisierten EKG-Interpretation wünschenswert, eine Vorrichtung für die verbesserte automatisierte Interpretation von EKG-Ableitungen zu entwickeln, die mit weniger als zehn EKG-Elektroden aufgenommen werden.

KURZE DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0010] Der Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist durch die Ansprüche definiert.

[0011] Damit schafft die vorliegende Erfindung eine Vorrichtung zur verbesserten Genauigkeit bei der automatisierten Interpretation eines Zwölf-Ableitungs-EKG-Signals, das von weniger als zehn EKG-Elektroden aufgenommen wird, die auf dem Körper des Patienten angeordnet sind.

[0012] In einer Variante weist die Vorrichtung eine zweite Vielzahl von weniger als zehn Elektroden zum Anbringen am Patienten an Orten, die von standardgemäßen Zehn-Elektrodenpositionen verschieden sind, auf. Beispielsweise ist die Gesamtzahl der Elektroden der ersten Vielzahl und der zweiten Vielzahl der Elektroden kleiner oder gleich zehn.

[0013] Die Quelle oder Ursache für jedes der aufgenommenen elektrokardiographischen Signale ist als der Ort auf dem Körper des Patienten identifiziert, an

dem die Elektroden angeordnet sind. Sobald die elektrokardiologischen Signale von jeder der Elektroden identifiziert sind, wird ein Zwölf-Ableitungs-EKG aus den aufgenommenen elektrokardiographischen Signalen unter Verwendung der Ableitungen hergeleitet, die direkt von den gemessenen Signalen gemessen sind und mathematisch aus den EKG-Ableitungen hergeleitet werden, die nicht direkt gemessen werden. Ein Interpretationsalgorithmus wird auf alle EKG-Signale angewendet, wobei der Interpretationsalgorithmus spezifisch angepasst ist, die spezifische Kombination der Elektrodenanordnung in dem erhaltenen EKG zu interpretieren.

[0014] In einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung werden Interpretationsalgorithmen auf der Basis der Analyse mehrerer Modell-EKG-Signale erzeugt. In einer spezifischen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sind die Modell-EKG-Signale unter Verwendung eines künstlichen neuronalen Netzwerkes analysiert, um den Interpretationsalgorithmus zu erhalten. In einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung werden die EKG-Signale unter Verwendung eines Entropie-Gewinns auf der Basis eines binären Entscheidungsbaums analysiert, um den Interpretationsalgorithmus zu entwickeln.

[0015] In einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird ein standardgemäßer EKG-Algorithmus als ein vorgegebener oder Default-Interpretationsalgorithmus so verwendet, dass wenn die Quellenelektrodensignale für das hergeleitete EKG unbekannt sind, die Vorrichtung der vorliegenden Erfindung den Interpretationsalgorithmus für das standardgemäße EKG auf das hergeleitete EKG anwendet.

[0016] In einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, weist die vorliegende Erfindung die Aufzeichnung von mehr als zwölf EKG-Ableitungen auf, die zehn oder weniger mit dem Patienten verbundene Elektroden verwenden, wobei einige von diesen von Orten, die innerhalb der zehn standardgemäßen Elektroden der Positionierung des Zwölf-Ableitungs-EKG verkörpert sind.

Figurenliste

Fig. 1 stellt die Anordnung der zehn Elektroden auf dem Patienten in einer Konfiguration des standardgemäßen Zwölf-Ableitungs-EKGs dar;

Fig. 2 stellt die Elektrodenanordnungen dar, um die rechte präkordiale EKG-Ableitung zu erhalten;

Fig. 3 stellt die Elektroden-Anordnung dar, um die linke posteriore Ableitung zu erhalten;

Fig. 4 stellt die sechs vorderen Ableitungen eines standardgemäßen Zwölf-Ableitungs-EKGs dar;

Fig. 5 stellt die sechs horizontalen Ableitungen eines standardgemäßen Zwölf-Ableitungs-EKGs dar;

Fig. 6 stellt ein schematisches Diagramm einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dar; und

Fig. 7 ist ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens, bevorzugt zur Ausführung mit einer Vorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

GENAUE BESCHREIBUNG

[0017] Ein standardgemäßes Zwölf-Ableitungs-EKG ist normalerweise mit zehn Elektroden ausgestattet, die an spezifischen Orten des Körpers des Patienten angeordnet sind. **Fig. 1** stellt die genaue Anordnung dieser zehn Elektroden dar. Vier der Elektroden sind an den Extremitäten des Patienten an oder nahe der Handgelenke oder Knöchel angeordnet. Diese vier Elektroden werden als linker Arm (LA), rechter Arm (RA), linkes Bein (LL) und rechtes Bein (G) bezeichnet. Das rechte Bein ist in einer vom rechten Bein gesteuerten EKG-Vorrichtung typischerweise mit der Masse oder Erdung verbunden. Durch Verbinden des rechten Beins mit der Masse, schafft die vom rechten Bein gesteuerte Vorrichtung eine verbesserte Qualität der elektrokardiographischen Signale, die an den anderen Elektroden erhalten werden, die eine verringerte Gleichtaktunterdrückung (common mode rejection: CMR) für die Verstärker kompensiert, die mit jeder der anderen Elektroden verbunden sind. Mit der Gleichtaktunterdrückung CMR wird das in Dezibel gemessene Verhältnis der beiden Verstärkungen angegeben (common mode rejection ratio: CMRR). **Fig. 1** zeigt ebenfalls die Anordnung der sechs Brust- oder präkordialen Elektroden, die eine verallgemeinerte horizontale Ebene durch das Herz des Patienten bildet. Es ist im Stand der Technik bekannt, dass jede dieser Elektroden über einen Draht oder ein Kabel mit einer Signalprozessoreinheit verbunden ist, in der die elektrokardiographischen Signale von jeder der Elektroden in jede der zwölf EKG-Ableitungen übersetzt wird.

[0018] Die zwölf EKG-Ableitungen werden ferner in zwei Gruppen von Ableitungen aufgeteilt, die Frontal-Ableitungen und die horizontalen Ableitungen. **Fig. 4** zeigt die Frontal-Ableitungen des standardgemäßen Zwölf-Ableitungs-EKG. Die Frontal-Ableitungen werden durch Vergleichen der EKG-Signale erhalten, die an jeder der Extremitäten-Elektroden RA, LA, LL erhalten werden. Ableitung I ist das Potential zwischen den RA und LA-Elektroden. Ableitung II ist der Unterschied des Potentials zwi-

schen den RA- und LL-Elektroden. Ableitung III ist der Unterschied zwischen den LA- und LL-Elektroden. Die anderen drei Frontal-Ableitungen werden als erweiterte Ableitungen bezeichnet und stellen die Potentialdifferenz zwischen einer Extremitätenelektrode und dem Mittelwert der anderen zwei Extremitätenelektroden dar. Beispielsweise ist die Ableitung aVR der Potentialunterschied zwischen der RA-Elektrode und dem Bezug, der den Mittelwert der Potentiale der LA und LL-Elektroden aufweist.

[0019] **Fig. 5** stellt die sechs Ableitungen in der horizontalen Ebene dar. In Bezugnahme auf **Fig. 5** sind jede der horizontalen Ableitungen V1 - V6 der Unterschied im Potential zwischen einer der präkordialen Elektroden und einem zentralen Referenzpunkt. Wilson's Zentralterminal (Wilson's Central Terminal) ist gleich dem mittleren Potential zwischen den drei Extremitätenelektroden (RA, LA, LL).

[0020] Unter den Ableitungen der standardgemäßen Zwölf-Ableitungs-EKGs können zusätzliche Ableitungen durch den Kliniker zur weiteren Genauigkeit bei der Analyse der kardialen Funktion verwendet werden. Die Anordnung der notwendigen zusätzlichen Elektroden, um diese Ableitungen zu erhalten, ist in den **Fig. 2** und **Fig. 3** dargestellt. **Fig. 2** stellt die Anordnung der rechten präkordialen Elektroden dar. Diese Elektroden, die als V4r, V5r und V6r bezeichnet werden, sind an Spiegelorten zu den dazugehörigen V4, V5 und V6 präkordialen Elektroden angeordnet und werden durch den Kliniker verwendet, um die Funktion der rechten Seite des Herzens besser zu beobachten. Typischerweise werden diese Elektroden an spezifischen Orten des Körpers des Patienten angeordnet. Die V4r-Elektrode ist an der rechten Medioclavikularlinie (linea midclavicularis), am fünften interkostalen Raum angeordnet. Die V5r Elektrode wird an der rechten vorderen Axillarlinie (linea axillaris), am fünften interkostalen Raum angeordnet. Die V6r-Elektrode wird an der rechten Midaxillarlinie (linea axillaris media), am fünften interkostalen Raum angeordnet.

[0021] **Fig. 3** stellt die Platzierung der drei hinteren Elektroden (V6, V7 und V9) auf der linken Seite dar. Die Elektroden der linken hinteren Seite führen die Elektrodensequenz um die linke Seite des Patienten von den Anordnungen der standardgemäßen präkordialen Elektrodenplatzierung (V1 bis V6) fort. Die Elektrode V7 ist an der linken hinteren Axillarlinie, fünfter interkostaler Raum angeordnet. Die Elektrode V8 ist an der linken Midskapularlinie, fünfter interkostaler Raum angeordnet. Die Elektrode V9 ist an der linken Paraspinallinie, fünfter interkostaler Raum angeordnet.

[0022] Die Ableitungen, die den zusätzlichen Elektroden zugeordnet sind, die in den **Fig. 2** und **Fig. 3** dargestellt sind, liegen ähnlich den standardgemä-

ßen präkordialen Ableitungen, die in **Fig. 5** dargestellt sind, auf ungefähr derselben horizontalen Ebene wie die anderen präkordialen Ableitungen. Deshalb gibt es eine Möglichkeit, bis zu achtzehn EKG-Ableitungen zu erhalten, um die Interpretation der Herzfunktion des Patienten für einen Kliniker zu erleichtern. Die meiste Ausrüstung der EKG-Beobachtung ist jedoch auf nur zehn standardgemäße EKG-Elektroden begrenzt. Deshalb muss der Kliniker, wenn er zusätzliche Messungen der präkordialen Ableitungen des Patienten zu erhalten wünscht, eine der standardgemäßen präkordialen Elektroden entfernen und diese an einem der anderen Orte anbringen.

[0023] **Fig. 6** stellt ein schematisches Diagramm einer Ausführungsform der medizinischen Vorrichtung 10 dar. Die medizinische Einrichtung 10 weist mehrere Elektroden 12 a - n auf. Es sollte verstanden sein, dass die Elektroden 12, wie diese im Rahmen der vorliegenden Erfindung verwendet werden, jede Konstruktion einer Elektrode sein kann, die angeordnet ist, um ein elektrisches Signal von dem Körper eines Patienten aufzunehmen. In einer Ausführungsform kann die Elektrode eine Metallschicht oder einen dünnen Film aus leitendem Material aufweisen. Die Elektrode kann ferner eine leitende Paste oder ein leitendes Gel aufweisen. Darüber hinaus kann die Elektrode eine Einmal-Elektrode sein oder nach einer Sterilisation wieder verwendbar sein.

[0024] Die Elektroden 12 a - n sind mit einem Signalprozessor 14 durch Ableitungsdrähte 16 a - n verbunden. Der Signalprozessor 14 kann jede Form eines Controllers, Mikrocontrollers oder Mikroprozessors aufweisen, wie diese im Stand der Technik bekannt sind. Darüber hinaus kann der Signalprozessor 14 eine CPU in einem Desktop-Rechner, Laptop-Rechner oder einer Spezialeinrichtung, wie beispielsweise einem EKG-Gerät oder einem Bettmonitor des Patienten oder Defibrillator, sein. Der Signalprozessor 14 hat über eine Leitung 20 eine elektrische Kommunikationsmöglichkeit mit einer Algorithmus-Datenbank 18. Es sollte so verstanden werden, dass die Leitung 20 jede Standardeinrichtung für die Übertragung von elektrischen Datensignalen sein kann und kein physikalischer Draht sein muss, sondern eine drahtlose Kommunikation enthalten kann. Die Algorithmus-Datenbank 18 muss nicht physikalisch in der Nähe des Signalprozessors 14 angeordnet sein, wobei die Datenbank 18 ein zentralisierter Datenserver sein kann und mit dem Signalprozessor 14 über Internet, Intranet oder eine drahtlose Kommunikation verbunden ist. Der Signalprozessor 14 ist ebenfalls über eine Leitung 22 in elektrischer Kommunikation mit einer Benutzerschnittstelle 24. Es ist ferner deutlich, dass in einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung die Benutzerschnittstelle 24 eine Darstellungseinrichtung oder Display, eine graphische Ausgabeeinrichtung und weitere Signal-

bearbeitungs- und digitale Datenaufnahmeeinrichtungen aufweist.

[0025] Wie dies in dem US-Patent 6 636 761 B2 von Brodnick beschrieben ist, ist es unnötig EKG-Signale aus jeder der zehn EKG-Elektrodenorte für ein standardgemäßes Zwölf-Ableitungs-EKG zu erhalten. Die Verringerung in der Anzahl der Ableitungen ist auf Grund der Redundanz der Informationen des Herzens möglich, die in jeder der standardgemäßen EKG-Ableitungen vorliegt. Deshalb kann ein reduzierter Satz von Elektroden verwendet werden, der weniger als zehn elektrokardiographische Elektroden aufweist, um direkt einige der EKG-Ableitungen zu erhalten, während die Information aus den anderen EKG-Ableitungen aus den elektrokardiographischen Signalen hergeleitet werden kann, die von den angebrachten Elektroden erhalten werden.

[0026] In einer Ausführungsform einer solchen hergeleiteten Zwölf-Ableitungs-EKG-Vorrichtung sind die Elektroden 12 a - d mit den vier Extremitäten des Patienten an den Elektrodenorten RA, LA, LL und G verbunden, während die (n-1)-te Elektrode 12 mit dem Elektrodenort V1 verbunden ist und die n-te Elektrode 12 mit dem Elektrodenort V5 verbunden ist. Durch die Techniken, die im Stand der Technik bekannt sind, können die Mittelwertbildung und die Analyse der vielen präkordialen elektrokardiographischen Signale verwendet werden, um einen Algorithmus der anderen vier präkordialen Elektroden (V2, V3, V4 und V6) unter Verwendung des EKG-Signals, das von den Elektroden 12a bis 12n aufgenommen ist, zu bestimmen.

[0027] Typischerweise enthält ein EKG-Analyseprogramm gewöhnlich zwei Hauptabschnitte, eine EKG-Ableitungsmessung gefolgt von der Interpretation der Messungen. Während der Algorithmus, der vorstehend beschrieben wurde, der bei der Herleitung zusätzlicher präkordialer EKG-Ableitungen verwendet wird, eine genaue Darstellung der hergeleiteten EKG-Ableitungen bezogen auf die Dauer der EKG-Morphologieeigenschaften erzeugt, ist der EKG-Herleitungs-Algorithmus, der in dem US-Patent 6 636 761 B2 gelehrt wird, beschränkt in der Herleitung der Amplituden des EKG-Ableitungssignals. Während dies für viele EKG-Interpretationsalgorithmen keinen Effekt hat, können bei einigen standardgemäßen EKG-Interpretationsalgorithmen, die stark von der Amplitude der hergeleiteten Ableitungen abhängen, Fehler in der EKG-Ableitungsinterpretation auftreten. Deshalb werden in Ausführungsformen EKG-Interpretationsalgorithmen entwickelt, die jeden Unterschied in der Amplitude der hergeleiteten EKG-Signale kompensieren. Dies wird durch die Erzeugung mehrerer EKG-Interpretationsalgorithmen, die spezifisch angepasst sind, um das EKG zu interpretieren, das aus einer spezifischen

Kombination von EKG-Elektroden hergeleitet ist, begleitet.

[0028] Deshalb weist eine Algorithmus-Datenbank 18 der EKG-Ableitungs-Interpretation mehrere EKG-Interpretationsalgorithmen auf. Jeder Algorithmus ist spezifisch angepasst, ein Zwölf-Ableitungs-EKG zu interpretieren, das eine unterschiedliche Kombination der gemessenen Ableitungen und hergeleiteten Ableitungen in dem Zwölf-Ableitungs-EKG aufweist.

[0029] Die Interpretationsalgorithmen der EKG-Ableitung können auf vielfältige Art und Weise entwickelt werden. In einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung werden die Algorithmen durch die Analyse mehrerer Proben der zwölf Ableitungssignale entwickelt. Durch die Erstellung und Analyse mehrerer Muster- oder Probe-EKG-Signale, kann ein Algorithmus entwickelt werden, der eine genaue Diagnose der Herzbedingungen auf der Basis der Morphologien der zwölf Ableitungen des EKGs erzeugt. Durch spezifische Anpassung eines Interpretationsalgorithmus für jede Kombination der gemessenen und hergeleiteten EKG-Ableitungen, können die Fehler, die mit der Anwendung eines standardgemäßen Interpretationsalgorithmus der EKG-Ableitungen auf ein EKG-Signal zusammenhängen, das die gemessenen und hergeleiteten EKG-Ableitungen aufweist, vermieden werden.

[0030] In einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sind die spezifischen angepassten oder zugeschnittenen Interpretationsalgorithmen unter Verwendung eines nichtlinearen Regressionsmodells auf der Basis eines künstlichen neuronalen Netzwerkes (artificial neural network: ANN) hergeleitet. Das künstliche neuronale Netzwerk arbeitet als Blackbox, die eine große Menge von komplexen Daten als eine Eingabe behandelt und als eine Ausgabe einen Algorithmus bereitstellt, der am nächsten die Bedingungen repräsentiert, die mit den eingegebenen EKG-Signalen zusammenhängen. Der Vorteil dieser Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, dass das ANN eine größere Kapazität zur Behandlung der komplexen EKG-Daten dahingehend aufweist, dass es einfacher ist eine große Anzahl von Muster-EKG-Ableitungssignalen durch Erzeugen des Interpretationsalgorithmus zu analysieren. Der Nachteil der Ausführungsform mit dem künstlichen neuronalen Netzwerk ist, dass das künstliche neuronale Netzwerk als eine Blackbox arbeitet, wie beispielsweise, dass die Ausgabe bereitgestellt wird, ohne jegliche Innenansicht oder Details wie das künstliche neuronale Netzwerk den Interpretationsalgorithmus herleitet.

[0031] In einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird ein Regelherleitungsmodell auf der Basis eines binären Entscheidungsbaumes

unter Verwendung des Entropiegewinns verwendet, um den Interpretationsalgorithmus zu entwickeln. In der Ausführungsform des binären Entscheidungsbaums werden eine Reihe von binären Fragen oder Entscheidungen so erzeugt, dass, wenn ein EKG-Signal in den binären Entscheidungsbaum eingegeben wird, die Vorrichtung eine binäre Frage stellt und auf der Basis des Entropiegewinns einer vorgegebenen binären Kategorie entscheidet, welche der binären Kategorien des EKG-Signals in diese fällt. Die Analyse einer binären Frage führt in eine Bauminformation für eine andere binäre Frage und so weiter, bis das EKG-Signal am Ende eines Zweiges interpretiert wurde und dadurch spezifisch identifiziert ist. Der Vorteil dieser Vorrichtung zur Entwicklung eines Interpretationsalgorithmus ist, dass eine detaillierte Analyse jedes EKG-Signals betrachtet werden kann, um weitere Daten für die Interpretation des EKG-Signals zu schaffen. Der Nachteil dieser Ausführungsform ist jedoch, dass es zeitaufwendig ist, alle binären Fragen und den binären Entscheidungsbaum zu entwickeln, um einen effektiven Algorithmus auf der Basis dieses Systems zu entwickeln. Darüber hinaus ist die Analyse des EKG-Signals unter Verwendung dieses Systems zeitaufwendiger und deshalb können weniger EKG-Signale in die Ableitung des Interpretationsalgorithmus einbezogen werden.

[0032] In einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird eine Kombination von sowohl dem künstlichen neuronalen Netzwerk als auch dem System der Interpretation mit dem Entscheidungsbaum verwendet, um einen Interpretationsalgorithmus zu verwenden, der sowohl eine Transparenz wie der Algorithmus arbeitet, als auch die Möglichkeit der Verwendung einer großen Anzahl von Muster-EKG-Signalen in der Herleitung des Interpretationsalgorithmus aufweist.

[0033] Fig. 7 ist ein Ablaufdiagramm, das die Schritte eines Verfahrens, bevorzugt zur Ausführung mit einer Vorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, darstellt. Zuerst werden in Schritt 30 die EKG-Signale erhalten, was im Sinne der Erfindung erfasst oder registriert bedeutet. Diese EKG-Signale können mittels mehrerer Elektroden erhalten werden, die an spezifischen Orten am Körper des Patienten so angebracht sind, dass die Elektroden an Orten angebracht sind, die die standardgemäßen zehn Elektrodenorte für ein standardgemäße Zwölf-Ableitungs-EKG aufweist. Es ist so zu verstehen, dass der Schritt 30 des Erhaltens der Zwölf-Ableitungs-EKGs die Herleitung von einem oder mehreren EKG-Ableitungen aus einem oder mehreren elektrokardiographischen Signalen aufweisen kann.

[0034] Als nächstes werden in Schritt 32 die Orte der Elektroden ermittelt, aus denen die elektrokardiologischen Signale erhalten werden. Bei der Ermitt-

lung der Elektrodenorte in Schritt 32 werden die Elektrodenpositionen auf dem Patientenkörper identifiziert. Der Bestimmungsschritt 32 kann auf einer Vielzahl von Wegen durchgeführt werden, wie beispielsweise ein enthaltenes eingeschlossenes Signal innerhalb des empfangenen EKG-Signals, das den Ort identifiziert, an dem die Elektrode angebracht ist. Alternativ kann der Kliniker den Ort, an dem die Elektroden angebracht sind, definieren und eingeben. In einer weiteren Ausführungsform wird die Bestimmung der Orte der EKG-Elektroden unter Verwendung der Ableitungserfassung und Analyse durchgeführt, um die Orte auf dem Körper des Patienten zu bestimmen, an denen die Elektroden angebracht sind. Ein derartiges Verfahren wird in dem US-Patent 6 282 440 B1 von Brodnick beschrieben. Es ist deutlich, dass viele andere Arten der Identifizierung der Elektrodenorte möglich sind.

[0035] Als nächstes wird in Schritt 34 das Zwölf-Ableitungs-EKG analysiert, um zu bestimmen, ob diese eine hergeleitete EKG-Ableitung aufweisen. Wenn keine EKG-Ableitung in den zwölf EKG-Ableitungen hergeleitet ist, oder wenn unbekannt ist, ob eine der Ableitungen des Zwölf-Ableitungs-EKGs hergeleitet ist, dann wird in Schritt 36 der Standard-Interpretationsalgorithmus für das Zwölf-Ableitungs-EKG angewendet werden. Dieser standardgemäße Interpretationsalgorithmus kann jeden derartigen Interpretationsalgorithmus aufweisen, der gewöhnlich verwendet wird, um ein standardgemäßes Zwölf-Ableitungs-EKG zu interpretieren.

[0036] Wenn bestimmt ist, dass eines oder mehrere Ableitungen in dem Zwölf-Ableitungs-EKG hergeleitet sind, muss ein geeigneter EKG-Interpretationsalgorithmus in Schritt 38 ausgewählt werden. Die Auswahl des EKG-Interpretationsalgorithmus wird in Bezug auf die Bestimmung der Quelle der Orte der EKG-Elektroden in Schritt 32 durchgeführt. Die Kombination der Orte auf dem Patienten, an dem die Elektroden zum Erhalt der Zwölf-Ableitungs-EKGs angebracht sind, wird den geeigneten EKG-Interpretationsalgorithmus bestimmen, der in Schritt 38 ausgewählt werden soll. Die Auswahl kann aus mehreren Interpretationsalgorithmen gemacht werden, die spezifisch angepasst sind, um ein EKG zu interpretieren, das eine spezifische Kombination der gemessenen und hergeleiteten EKG-Ableitungen aufweist.

[0037] Die Auswahl der geeigneten angepassten Interpretationsalgorithmen kann eine Analyse aufweisen, bei der die EKG-Ableitungen gemessen und hergeleitet werden. Dies ist abhängig von der Anzahl und dem Ort der Elektroden, die auf dem Patienten angebracht sind. Die spezifischen angepassten Interpretationsalgorithmen sind jede angepasst an eine Kombination der gemessenen und hergeleiteten Ableitungen. Nach der Bestimmung in Schritt 32, sind die gemessenen EKG-Ableitungen

und die hergeleiteten EKG-Ableitungen bekannt, wodurch der geeignete spezifisch angepasste Interpretationsalgorithmus ausgewählt werden kann. Es kann ein erster exemplarischer Interpretationsalgorithmus angepasst werden, um die EKG-Ableitungen anzupassen, in denen die Ableitungen I, II, III, V1 und V5 gemessen werden und die Ableitungen V2, V3, V4 und V6 hergeleitet werden, während ein zweiter beispielhafter Interpretationsalgorithmus auf die EKG-Ableitungen angepasst werden kann, wobei die Ableitungen I, II, III, V1, V3 und V5 gemessen und die Ableitungen V2, V4 und V6 hergeleitet sind. Der zweite exemplarische Interpretationsalgorithmus würde von dem ersten beispielhaften Algorithmus dahingehend abweichen, dass der zweite beispielhafte Interpretationsalgorithmus die zusätzlich gemessenen Ableitungs-(V3)-Daten bei der Interpretation einbeziehen würde.

[0038] Sobald der geeignete EKG-Interpretationsalgorithmus in Schritt 38 ausgewählt ist, kann die automatisierte EKG-Interpretation in Schritt 40 gemäß des spezifischen angepassten EKG-Interpretationsalgorithmus durchgeführt werden, der in Schritt 38 ausgewählt ist. Durch dieses Verfahren wird der geeignete spezifisch angepasst EKG-Interpretationsalgorithmus auf das Zwölf-Ableitungs-EKG angewendet, der die hergeleiteten EKG-Ableitungen aufweist. Durch die Interpretation der EKG-Ableitung mit einem spezifisch angepassten Interpretationsalgorithmus, sind die automatisierten Interpretationsprobleme, die mit den hergeleiteten EKG-Ableitungen in Zusammenhang stehen, begrenzt, da der spezifisch angepasste Interpretationsalgorithmus angesichts eines bekannten Abweichungsfehlers hergeleitet wurde und deshalb die hergeleiteten Ableitungen so interpretiert werden, dass die Fehler in der Interpretation eliminiert werden.

[0039] In einer Ausführungsform kann ein spezifisch angepasster Interpretationsalgorithmus eine substantielle Menge derselben Interpretationsalgorithmen enthalten wie ein anderer Interpretationsalgorithmus. Es ist deutlich, dass, wenn mehr als zwei Interpretationsalgorithmen auf eine ähnliche Kombination von EKG-Ableitungen abgestimmt werden, die Interpretationsalgorithmen dieselben sind. Durch ein Beispiel werden alle Interpretationsalgorithmen zur Interpretation einer Kombination von elektrokardiographischen Signalen von den RA, LA, LL, G- Elektroden und eine oder mehrere V-Elektroden dieselben Interpretationsalgorithmen für mindestens die I, II, III, aVR, AVL und aVF-Ableitungen aufweisen, da alle der Elektroden der Frontalebene vorliegen, während die Interpretationsalgorithmen für die V-Ableitungen auf Grund der unterschiedlichen gemessenen und hergeleiteten V-Ableitungen sich unterscheiden.

[0040] In einer alternativen Ausführungsform wird eine EKG-Überwachungsvorrichtung verwendet, die zehn Elektroden aufweist, um mehr als zwölf Ableitungen der EKG-Daten zu erhalten. In einer Ausführungsform werden vier Elektroden an den Extremitäten eines Standardpatienten angebracht und eine Elektrode wird an der V1-Position angebracht und eine andere Elektrode wird an der V5-Position angebracht. Die verbleibenden vier Elektroden werden an einem oder mehreren der rechten präkordialen Elektrodenorte des Patienten oder der linken posterioren Elektrodenorte angebracht. Folglich werden bei dem Betreiben einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung die vier Elektroden der Extremitäten des Standardpatienten und die zwei präkordialen Patientenelektroden (V1 und V5) verwendet, um das Zwölf-Ableitungs-EKG zu messen und herzuleiten, während die verbleibenden vier Elektroden verwendet werden, um vier zusätzliche rechte präkordiale und/oder posteriore EKG-Ableitungen zu messen. Folglich erzeugt in dieser Ausführungsform die Verwendung der zehn Elektroden die Messung mit bis zu sechzehn EKG-Ableitungen.

[0041] In einer weiteren Ausführungsform werden die Elektroden, die an dem Patienten angebracht sind, an der rechten präkordialen oder linken posterioren Elektrodenorten verwendet, um zusätzliche rechte präkordiale oder linke posteriore Elektroden-Ableitungen so herzuleiten, dass bis zu achtzehn Ableitungen der EKG-Daten zur selben Zeit aus den elektrokardiographischen Signalen erhalten werden können, die von den zehn oder weniger Elektroden erhalten werden. Obwohl diese Ausführungsform eine größere Anzahl von EKG-Ableitungen hervorruft, kann die Interpretation der Ableitungen gemäß des beschriebenen Verfahrens sein.

[0042] Das Einschließen von mehr als zwölf Ableitungen der EKG-Daten in die Interpretationsalgorithmen dient ferner einer weiter verbesserten Genauigkeit der Diagnose des Patientenzustandes auf der Basis der Erfassung oder Detektion von EKG-Morphologiemerkmalen. In einem Aspekt dieser Ausführungsform kann der Interpretationsalgorithmus hergeleitet werden, um die verbesserte Interpretation mit mehr als zwölf EKG-Ableitungen einschließlich zusätzlicher hergeleiteter rechter präkordialer und anteriorer präkordialer Ableitungen herzuleiten.

[0043] Ausführungsformen des beschriebenen Verfahrens können als ein Software-Update in einer existierenden EKG-Einrichtung implementiert werden, die bereits konfiguriert ist, um elektrokardiographische Daten aus einem konventionellen Zehn-Elektroden-Ableitungssatz zu erhalten. Alternativ kann die Software zur Durchführung des beschriebenen Verfahrens in einer neueren Einrichtung oder einem Krankenhaus-EKG-Analyse-Computer programmiert sein.

[0044] Die vorliegende Erfindung schafft Vorteile gegenüber dem Stand der Technik der EKG-Aufnahme- und Interpretationsvorrichtungen, derart, dass die Fehler, die mit der Interpretation der hergeleiteten EKG-Signale abgeleitet werden, verringert werden, und die gesamte Genauigkeit der automatisierten EKG-Interpretation erleichtert wird. Ein anderer Vorteil der vorliegenden Erfindung ist die steigende Funktionalität, die aus einer standardgemäßen EKG-Aufnahme und Interpretationseinheit erhalten wird, die zehn standardgemäße EKG-Aufnahme-Elektroden aufweist. Die steigende Funktionalität der Aufnahme der zusätzlichen Ableitungen der EKG-Information ohne zusätzliche EKG-Elektroden stellt für den Kliniker ein besseres und umfassenderes Bild der Herzfunktion des Patienten dar, und folglich verbessert es die Diagnose und die Überwachung der

[0045] Herzfunktion des Patienten. Ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung liegt darin, dass in einer Ausführungsform die Funktionalität einer standardgemäßen Zehn-Elektroden-EKG-Einrichtung verbessert werden kann, um die EKG-Aufnahme und Interpretationseigenschaften und Merkmale der vorliegenden Erfindung durch Updates der Software der Zehn-Elektroden-Einrichtung zu betreiben. Dies ermöglicht es, einer Gesundheitseinrichtung eine bessere Funktionalität in der Patientenüberwachung bereitzustellen, während gleichzeitig der Bedarf zur Beschaffung einer neuen kostspieligen medizinischen Einrichtung begrenzt wird.

[0046] Diese aufgeschriebene Beschreibung verwendet Beispiele, um die Erfindung zu offenbaren, einschließlich der besten Art der Durchführung, und ermöglicht jeder auf dem Gebiet versierten Person die Erfindung durchzuführen und zu verwenden.

[0047] Verschiedene Alternativen und Ausführungsformen werden als im Umfang der nachfolgenden Ansprüche liegend genannt, insbesondere diejenigen, die den Gegenstand bezogen auf diese Erfindung zutreffend klar machen.

[0048] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Bearbeiten von elektrokardiographischen Signalen eines Patienten. Die Vorrichtung weist zehn oder weniger Elektroden 12 auf, die mit einem Patienten an mindestens einer der standardgemäßen Elektrodenpositionen des Zwölf-Ableitungs-EKG. Die Vorrichtung weist ferner mehrere EKG-Interpretationsalgorithmen auf, wobei jeder Algorithmus spezifisch angepasst ist zur Analyse eine Zwölf-Ableitungs-EKGs, das sowohl gemessene als auch hergeleitete EKG-Ableitungen aufweist. Ein Verfahren weist die Ermittlung auf, ob eine EKG-Ableitung gemessen oder hergeleitet ist und die Selektion eines EKG-Algorithmus auf der Basis dieser Bestimmung.

Bezugszeichenliste

10	medizinische Vorrichtung
12	Elektroden
14	Signalprozessor
18	Algorithmusdatenbank
20	Leitung
22	Leitung
24	Benutzerschnittstelle
30	Schritt: Erhalten des Signals
32	Schritt: Bestimmen des Elektrodenortes
34	Schritt: Bestimmen der hergeleiteten Ableitung
36	Schritt: Standard EKG-Interpretation
38	Schritt: Bestimmen den EKG-Algorithmus
40	Schritt: automatisierte EKG-Interpretation

Patentansprüche

1. Vorrichtung (10) zum Bearbeiten eines elektrokardiographischen Signals von einem Patienten, wobei die Vorrichtung (10) aufweist:

- eine erste Vielzahl von weniger als zehn Elektroden (12), die eingerichtet sind, um an dem Patienten an einer der zehn standardgemäßen Elektrodenpositionen angebracht zu werden;
- eine Interpretationsalgorithmus-Datenbank (18), aufweisend eine Vielzahl von Interpretationsalgorithmen, wobei jeder Interpretationsalgorithmus spezifisch dazu angepasst ist, eine Diagnose der Herzbedingungen auf der Basis einer Morphologie von einer spezifischen Kombination von EKG-Signalen einer Vielzahl an Standardelektrodenanordnungen mit weniger als zehn Elektroden zu erzeugen, wobei jeder der Interpretationsalgorithmen spezifisch angepasst ist, um das EKG zu interpretieren, das aus einer spezifischen Kombination von EKG-Elektroden hergeleitet ist;
- einen Signalprozessor (14), der mit der ersten Vielzahl an Elektroden (12) und der Interpretationsalgorithmus-Datenbank (18) verbunden ist, wobei der Signalprozessor (14) die elektrokardiographischen Signale von jeder der ersten Vielzahl an Elektroden (12) empfängt und zum Erzeugen eines zwölf-Ableitungs-Elektrokardiogramms von den elektrokardiographischen Signalen eingerichtet ist;
- eine Benutzerschnittstelle (24), die mit dem Signalprozessor (14) verbunden ist, um die von dem Signalprozessor (14) gelieferte zwölf EKG-Ableitung wiederzugeben;
- worin der Signalprozessor (14) außerdem eine Kombination der empfangenen EKG-Signale identifiziert, einen dazugehörigen Interpretationsalgorithmus aus der Interpretationsalgorithmus-Datenbank

(18) auswählt, in welchem die spezifische Kombination der Vielzahl an Standard-Zehn-Elektrodenanordnungen der identifizierten Kombination der empfangenen EKG-Signale entspricht, wobei der Signalprozessor den ausgewählten Interpretationsalgorithmus auf die empfangenen EKG-Signale anwendet, um eine automatische Diagnose des Herzzustands auf Basis der Morphologie der empfangenen EKG-Signale zu erzeugen, wobei der Signalprozessor die Benutzerschnittstelle (24) betreibt, um die automatische Diagnose des Herzzustands anzuzeigen.

2. Vorrichtung (10) nach Anspruch 1, worin der Signalprozessor (14) programmiert ist, um die Platzierungen der ersten Vielzahl an Elektroden (12) auf dem Patienten zu erkennen und zu erfassen.

3. Vorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, worin der Signalprozessor (14) programmiert ist, ein Signal zu empfangen, das die Platzierungen der ersten Vielzahl an Elektroden (12) auf dem Patienten anzeigt.

4. Vorrichtung (10) nach Anspruch 3, worin bei dem Empfangen des Signals, das die Platzierungen der ersten Vielzahl an Elektroden (12) auf dem Patienten anzeigt, der Signalprozessor (14) den Interpretationsalgorithmus bestimmt, der zu der angezeigten Elektrodenplatzierung gehört.

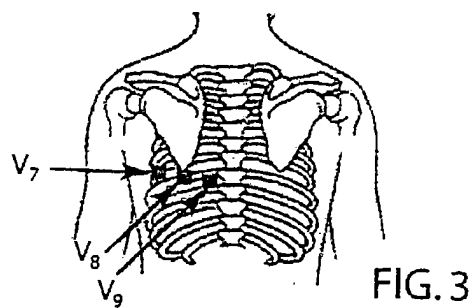
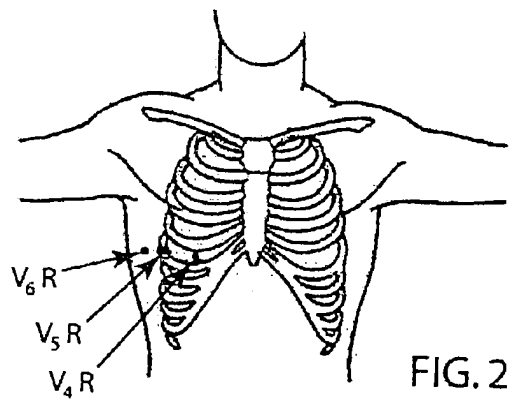
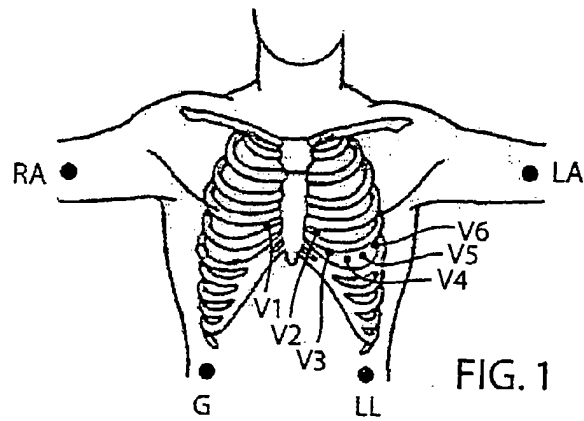
5. Vorrichtung (10) nach Anspruch 1, worin die Vielzahl von Interpretationsalgorithmen in der Interpretationsalgorithmus-Datenbank (18) durch die Analyse einer Vielzahl an Modell-Elektrokardiogrammsignalen entwickelt sind.

6. Vorrichtung (10) nach Anspruch 5, worin die Vielzahl von Interpretationsalgorithmen in der Interpretationsalgorithmus-Datenbank (18) durch die Analyse der Vielzahl an Modell-Elektrokardiogrammsignalen unter Verwendung eines künstlichen neuronalen Netzwerkes entwickelt sind.

7. Vorrichtung (10) nach Anspruch 5, worin die Vielzahl von Interpretationsalgorithmen in der Interpretationsalgorithmus-Datenbank (18) durch die Analyse der Vielzahl an Modell-Elektrokardiogrammsignalen unter Verwendung eines binären Baumes entwickelt sind.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



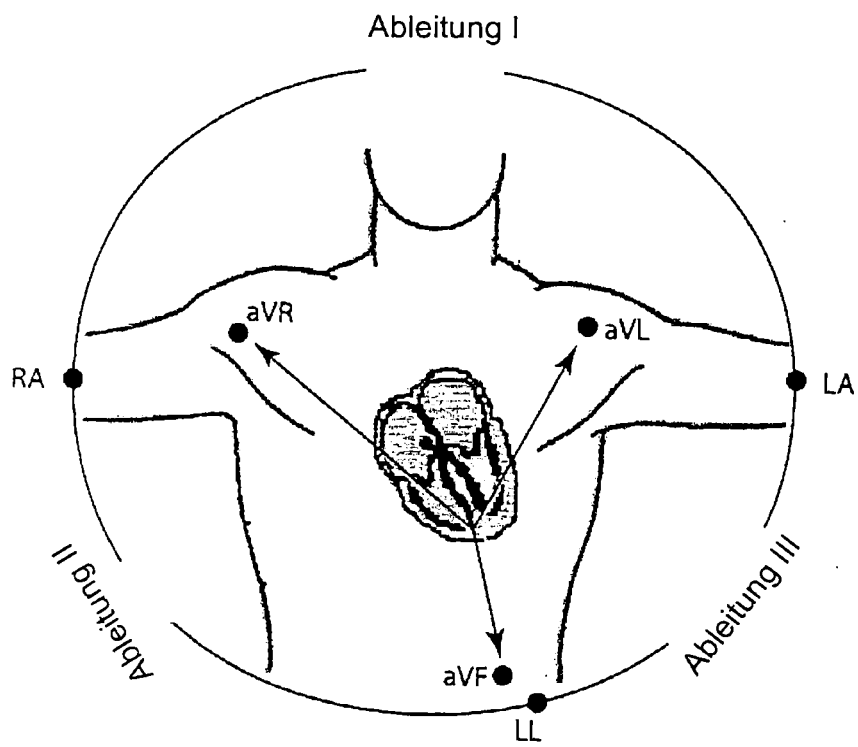


FIG. 4

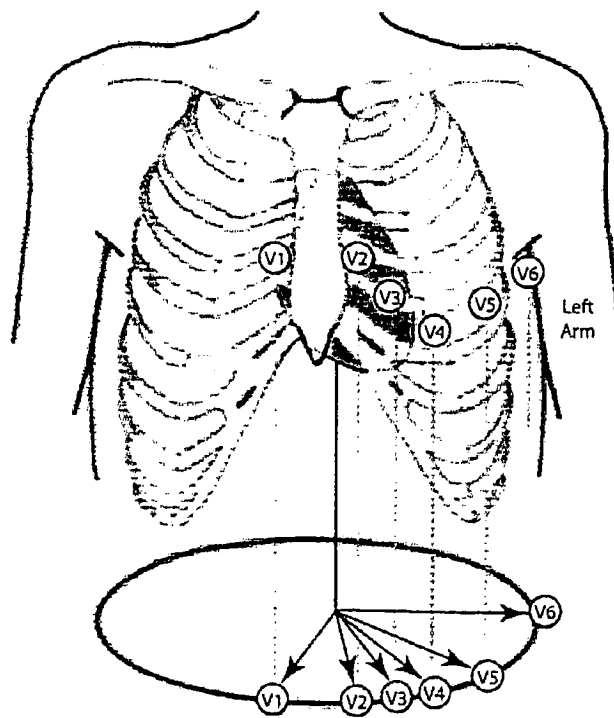


FIG. 5

10

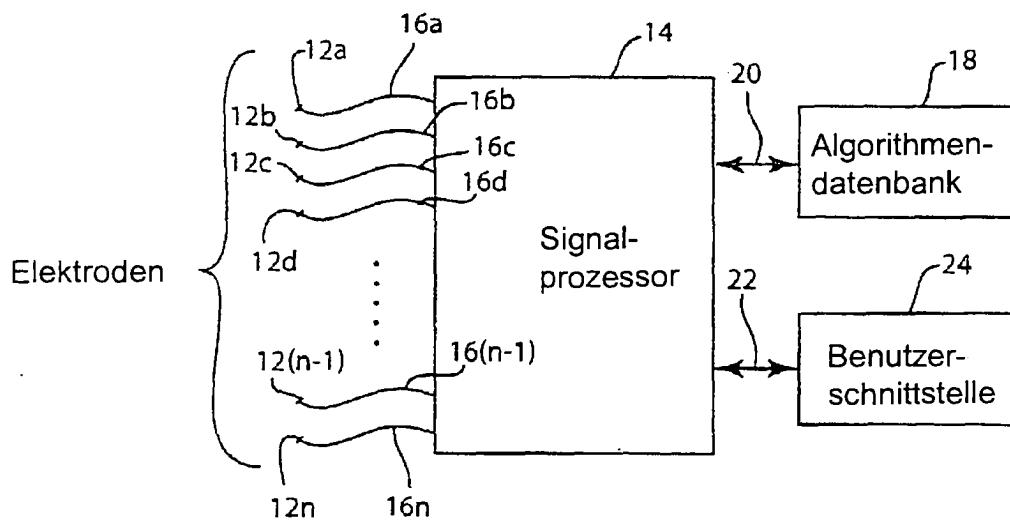


FIG. 6

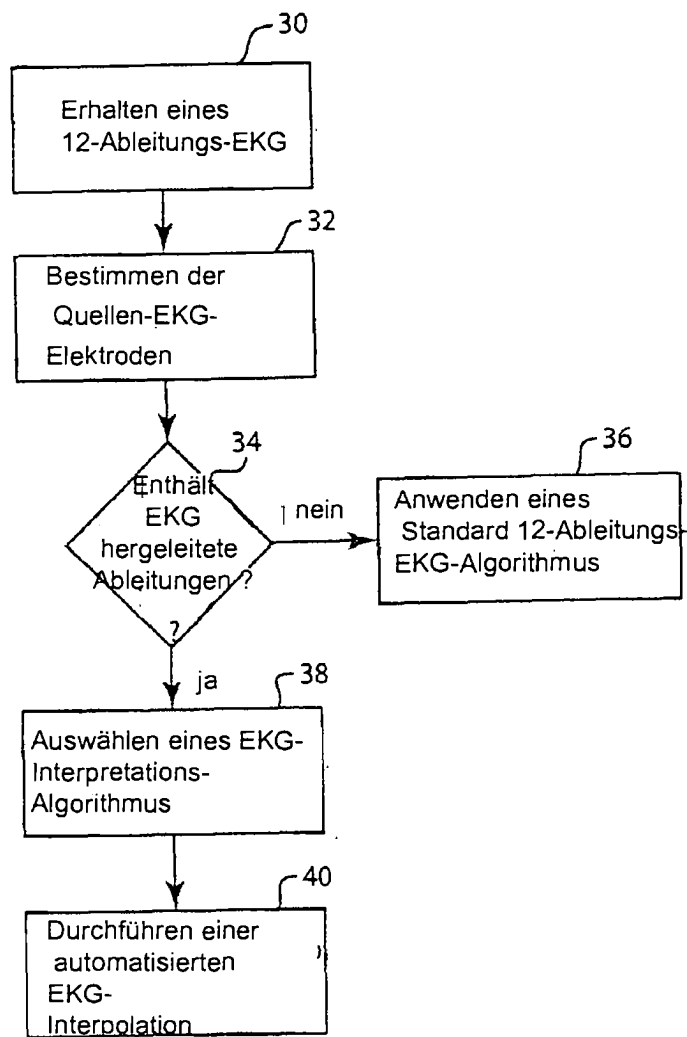


FIG. 7