

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3746085号
(P3746085)

(45) 発行日 平成18年2月15日(2006.2.15)

(24) 登録日 平成17年12月2日(2005.12.2)

(51) Int. Cl.

A 6 1 B 5/0472 (2006.01)

F I

A 6 1 B 5/04 3 1 2 Q

請求項の数 20 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願平6-164266	(73) 特許権者	390039413
(22) 出願日	平成6年7月15日(1994.7.15)		シーメンス アクチエンゲゼルシャフト
(65) 公開番号	特開平7-51239		Siemens Aktiengesellschaft
(43) 公開日	平成7年2月28日(1995.2.28)		ドイツ連邦共和国 D-80333 ミュンヘン ヴィッテルスバッハープラッツ 2
審査請求日	平成13年6月11日(2001.6.11)		
(31) 優先権主張番号	9302435-4	(74) 代理人	100061815
(32) 優先日	平成5年7月16日(1993.7.16)		弁理士 矢野 敏雄
(33) 優先権主張国	スウェーデン(SE)	(74) 代理人	100094798
			弁理士 山崎 利臣
		(74) 代理人	100099483
			弁理士 久野 琢也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ECG信号処理方法および装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の心周期からの ECG 信号を A/D 変換し、QRS 波を検出するようにした、ノイズ内の小振幅の信号構造を検出するための ECG 信号処理方法において、

少なくとも 2 つの心周期からの信号を時間的に同期させ、

少なくとも 2 つのサンプル値を含む時間インターバルにて前記信号の間の一致を求め、当該求めた一致における補償のために各心周期から前記信号のノイズレベルを推定し、求めた前記の一致を表す出力量を形成し、

該出力量の大きさは、問題となる信号構造の振幅を表すことを特徴とする ECG 信号処理方法。

【請求項 2】

少なくとも 2 つのサブ平均値を、複数の前記心周期における少なくとも 2 つの異なる心周期のグループから得られた、問題となる信号構造を有する信号の少なくとも一部分から形成し、

サブ平均値の間の一致を求めることを特徴とする請求項 1 記載の方法。

【請求項 3】

サブ平均値の相互の共分散を決定して、サブ平均値の間の一致を求めることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の方法。

【請求項 4】

相互の共分散を、順次のオーバーラップするインターバルにおけるサブ平均値に対して

計算することを特徴とする請求項 3 記載の方法。

【請求項 5】

サブ平均値を、相互の共分散の大きさに応じてフィルタでろ波し、フィルタでろ波された値を、前記信号構造の振幅を表す関数を形成するために非直線処理することを特徴とする請求項 3 または 4 記載の方法。

【請求項 6】

フィルタでろ波されたサブ平均値のノイズ補償は、非直線の信号処理と関連して行われることを特徴とする請求項 5 記載の方法。

【請求項 7】

サブ平均値の一致を、相互の共分散の計算の結果得られる相互の共分散マトリクスにより表わし、サブ平均値のフィルタによるろ波を、相互の共分散マトリクスから求められた固有ベクトルを用いた固有ベクトルに基づくフィルタ処理として実行することを特徴とする請求項 3 から 6 までのいずれか 1 項記載の方法。

10

【請求項 8】

非直線の処理は、フィルタでろ波されたサブ平均値を自乗し、信号電力を計算し、信号の振幅を計算することを特徴とする請求項 5 から 7 までのいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 9】

結果として得られる信号の振幅曲線を、問題となる信号構造の特徴時間、たとえば信号構造の終了時点を求めるために、標準曲線と比較することを特徴とする請求項 8 記載の方法。

20

【請求項 10】

前記信号構造は、いわゆるレイトポテンシャルを有することを特徴とする請求項 1 から 9 までのいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 11】

複数の心周期からの ECG 信号を記録する手段と、当該信号を A/D 変換する手段と、QRS 波を検出する手段とを有する、ノイズ内の小振幅の信号構造を検出するための ECG 信号処理装置において、

同期ユニットが、少なくとも 2 つの心周期からの信号を時間的に同期させるように構成されており、

計算ユニットが、少なくとも 2 つのサンプル値を有する時間インターバルにて前記信号の間の一致を求めるように構成されており、

30

当該求めた一致における補償のために、各心周期からの信号におけるノイズのレベルを推定する手段が設けられており、

出力手段が計算ユニットに接続されており、これによって前記の求めた一致から出力量が形成され、ここで当該出力量の大きさは、問題となる信号構造の振幅を表すことを特徴とする

ECG 信号処理装置。

【請求項 12】

平均化装置は、複数の前記心周期の少なくとも 2 つの異なる心周期のグループにおける、前記信号構造を有する ECG 信号の少なくとも一部分から、少なくとも 2 つのサブ平均値を形成するように構成されており、

40

前記平均化装置は、サブ平均値の間の一致を求めるために計算ユニットに接続されていることを特徴とする請求項 11 記載の装置。

【請求項 13】

計算ユニットは、一致を求めるために、サブ平均値の間の相互の共分散を形成するように構成されていることを特徴とする請求項 12 記載の装置。

【請求項 14】

計算ユニットは、相互の共分散の大きさに応じてサブ平均値をろ波して取り出すフィルタユニットに接続されており、

信号処理ユニットが、前記信号構造の振幅を表す関数を形成するために、フィルタでろ

50

波された値を非直線処理するように構成されていることを特徴とする請求項 1 3 記載の装置。

【請求項 1 5】

各心周期からの信号のノイズレベルを推定する前記手段は、信号処理ユニットに接続されており、これにより、非直線信号処理と関連してサブ平均値をノイズに対して補償することを特徴とする

請求項 1 4 記載の装置。

【請求項 1 6】

計算ユニットは、順次のオーバーラップするインターバルにおけるサブ平均値の相互の共分散を計算するように構成されていることを特徴とする請求項 1 3 から 1 5 までのいずれか 1 項記載の装置。

10

【請求項 1 7】

計算ユニットは、相互の共分散の計算により求められた固有ベクトルにより制御される固有ベクトルに基づくフィルタ処理を実行するために、フィルタユニットを制御することを特徴とする請求項 1 4 から 1 6 までのいずれか 1 項記載の装置。

【請求項 1 8】

信号処理ユニットは、フィルタ処理されたサブ平均値を自乗し、信号電力を求め、信号の振幅を求めるように構成されていることを特徴とする請求項 1 4 から 1 7 までのいずれか 1 項記載の装置。

【請求項 1 9】

20

信号処理ユニットは、以下の最尤推定式、

【数 1】

$$\sum_{i=1}^{2m} \lambda_i \left(\frac{1}{\Theta^2 \lambda_i + \sigma_v^2} - \frac{t_i^2}{(\Theta^2 \lambda_i + \sigma_v^2)^2} \right) = 0$$

を解くように構成されるいわゆる最尤推定器を有し、この場合、前記 λ_i は、相互の共分散マトリクスの固有値を表し、 σ_v^2 は推定ノイズの分散値であり、 t_i は、固有ベクトルのマトリクスの i 番目の列のサブ平均値の間の相関値であり、 Θ^2 は、信号電力であり、 m はインターバル内のサンプル数であることを特徴とする請求項 1 8 記載の装置。

30

【請求項 2 0】

比較ユニットは、信号の振幅曲線の終端部分を所定の標準曲線と比較するために信号処理ユニットの出力側に接続されており、これによって信号構造の特徴時間を、信号の振幅曲線との最良の一致を与える標準曲線の時間位置として求めることを特徴とする請求項 1 4 から 1 9 までのいずれか 1 項記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】

40

本発明は、複数の心周期からの ECG 信号のノイズ内の小振幅の信号構造を検出するための ECG 信号処理方法及び装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

ECG 信号において、いわゆるレイトポテンシャル等のこれらの信号構造は、通常レイトポテンシャルを直接、量的に検出することのできない数 μV 程の振幅を有している。従来信号の平均化がしばしばノイズレベルを低減するために用いられてきた。また、信号は低周波成分を除去するためにハイパスフィルタで波される。米国特許第 4,422,459 号明細書を参照すると、X、Y、および Z 誘導のベクトル量は、レイトポテンシャルが在るか否かを決定するためにしきい値と比較される。しかし、残留ノイズがベクトル量に

50

影響するので、精度が悪くなる。各誘導が合成されて単一のベクトル量を構成する場合、各誘導の重要な情報も失われる。

【 0 0 0 3 】

主に過渡信号のスペクトル解析は非常に複雑であるので、レイトポテンシャルのスペクトル解析も非常に困難である。

【 0 0 0 4 】

【 発明が解決しようとする課題 】

本発明の課題は、E C G 信号の小振幅の信号構造をより確実に検出するために、きちんとノイズの存在を考慮した統計的モデルに基づく新規な方法と、新規な装置を提供することである。

【 0 0 0 5 】

【 課題を解決するための手段 】

本発明の課題は、少なくとも2つの心周期からの信号を時間的に同期させ、少なくとも2つのサンプル値を含む時間インターバルにて前記信号の間の一致を求め、この求めた一致における補償のために各心周期からの前記信号のノイズレベルを推定し、求めたこの一致を表す出力量を形成し、この出力量の大きさは、問題となる信号構造の振幅を表す方法、および同期ユニットが、少なくとも2つの心周期からの信号を時間的に同期させるように構成されており、計算ユニットが、少なくとも2つのサンプル値を有する時間インターバルにてこれらの信号の間の一致を求めるように構成されており、この求めた一致における補償のために、各心周期からの信号におけるノイズのレベルを推定する手段が設けられており、出力手段が計算ユニットに接続されており、これによって出力量が形成され、ここでこの出力量の大きさは、問題となる信号構造の大きさを表す装置により達成される。

【 0 0 0 6 】

本発明は、重要な E C G 活動電位が反復されるのに反して、1つの心周期から別の心周期までのノイズに本質的に相関がないという事実を利用している。

【 0 0 0 7 】

本発明の1つの実施例によると、少なくとも2つのサブ平均値は、複数の心周期における少なくとも2つの異なる心周期のグループから得られた、問題となる信号構造を有する信号の少なくとも一部から形成され、サブ平均値の間の一致が求められる。このことは、信号をノイズから分離する可能性を向上させる。

【 0 0 0 8 】

本発明において、各誘導は個別に処理され、複数の誘導が合成されて単一のベクトルを構成する場合に発生する情報の損失が避けられる。

【 0 0 0 9 】

【 実施例 】

次に、本発明を添付図面を参照して詳細に説明する。

【 0 0 1 0 】

図1は、本発明による装置のブロック図である。

【 0 0 1 1 】

図1において、記録された E C G 信号は A / D コンバータ 2 でデジタルの形に変換され、QRS 波は検出器 4 で検出される。平均化装置 6 は少なくとも2つの信号のサブ平均値を形成し、ユニット 8 はインターバルまたは時間窓をセットし、インターバルまたは時間窓は周囲ノイズの信号の存在を決定する後続のユニット 10 で利用される。ユニット 10 は、平均化装置 6 から供給される、ユニット 8 でセットされる順次のオーバーラップする時間インターバルにおけるサブ平均値の相互の共分散を算出するための計算器を有している。これらの計算は、ノイズから信号をフィルタに波して取り出すために、固有ベクトルに基づいたサブ平均値の波に用いられる固有ベクトルを決定する相互の共分散マトリクスとなる。このことを以下に詳述する。

【 0 0 1 2 】

ユニット 10 の後に適切に波された信号を非直線処理する付加手段 12 が後続されてい

10

20

30

40

50

るので、本質的に信号の振幅を表す出力信号が得られる。信号の終了時間は、得られた信号の振幅曲線の時間経過からユニット 14 で決定される。

【0013】

ユニット 14 は、信号の振幅曲線の終端部分と、信号の振幅曲線と関連して連続的に変位される所定の標準曲線を比較するコンパレータユニットを有しているので、標準曲線と信号の振幅曲線との良好に一致する時間を決定することができ、決定された時間はレイトポテンシャルの終わりの時間としてセットされる。

【0014】

図 2 に、図 1 のユニット 6、8、10、12 の構成をより詳細に示す。

【0015】

各心周期からの信号は時間同期された後で、信号は、低周波成分を除去するために、信号処理ユニット 16 において処理される。たとえばハイパスフィルタでろ波される。

【0016】

ユニット 18 において、ユニット 16 からの信号の中のノイズ σ が推定され、このノイズの推定値はユニット 20 に供給される。本発明の有利な実施形態では、フィルタでろ波されたサブ平均値のノイズ補償を、非直線の信号処理と関連して行う。

【0017】

また、信号処理ユニット 16 で処理された信号は、上述のとおり、少なくとも 2 つのサブ平均値を形成するために平均化装置 24 に供給され、サブ平均値の間の相互の共分散を計算する計算ユニット 26 に供給される。相互の共分散の計算値により相互の共分散マトリクスを求め、平均化装置 24 から得られたサブ平均値と同様に、マトリクスの固有ベクトル e_i と、固有値 λ_i とはユニット 20 に供給される。

【0018】

信号は、複数の心周期からの時間的に同期された信号の集合の形で平均化装置 24 に供給される。1 つのサブ平均値は、集合内の 1 つ置き of 信号の、順次のオーバーラップしたインターバルないしは時間窓における計算により形成され、別のサブ平均値は、集合内の中間の信号の相応する計算により形成される。全ての時間窓は少なくとも 2 つのサンプル値をカバーするのに十分な長さである。

【0019】

しかし、このことは平均化を実行する方法の一例にすぎない。この方法は明らかに無数の種々の方法で実施することができる。したがって、信号の集合内のあまりに異なる信号は、たとえば平均値の決定において除外され、前記実施例で説明したように平均値の決定を、順次のオーバーラップするインターバルにおいて実行する必要はない。平均化を集合内の 1 つ置き of 信号を用いて実行する必要はないが、集合内の信号は別の方法で 2 つのグループに分割され、平均値はグループの信号から形成される。

【0020】

図 2 のユニット 20 を図 3 に詳細に示す。

【0021】

図 3 の 28 において、相互の共分散マトリクス e_1 、 e_2 、 $\dots$ 、 e_{2M} の固有ベクトルは、固有ベクトルに基づいてサブ平均値のろ波のために用いられる。1 つの最上位の固有ベクトル、または複数の最上位の固有ベクトルだけを用いて、すなわち最大の固有値に対応する 1 つのベクトル、または複数のベクトルを用いて、サブ平均値をろ波すればたいてい十分である。したがって、実際には限られた数の固有ベクトルを用いてろ波すれば十分である。

【0022】

図 2 のユニット 20 を図 3 に詳細に示す。計算ユニット 26 は、相互の共分散の大きさに応じてサブ平均値をろ波して取り出すフィルタユニットに接続されており、また別の信号処理ユニットが、信号構造の振幅を表す関数を形成するために、フィルタでろ波された値を非直線処理するように構成されている。

【0023】

10

20

30

40

50

自乗器 30 の出力側は、いわゆる最尤推定器 32 に接続され、ノイズの分散 σ^2 と、相互の共分散マトリクスからの固有値とが、ノイズを推定する図 2 のユニット 18 と、相互の共分散を計算する図 2 のユニット 26 とから最尤推定器に供給される。

【0024】

信号電力 Θ^2 は推定器 32 で次の式を解くことにより求められる。

【0025】

【数 2】

$$\sum_{i=1}^{2m} \lambda_i \left(\frac{1}{\Theta^2 \lambda_i + \sigma_v^2} - \frac{t_i^2}{(\Theta^2 \lambda_i + \sigma_v^2)^2} \right) = 0$$

10

【0026】

ここで、 λ_i は相互の共分散マトリクスの固有値を示し、 σ_v^2 は推定したノイズ分散であり、 t_i はサブ平均値の間の相関であり、 Θ^2 は信号電力であり、 m はインターバル内のサンプル数である。

20

【0027】

Θ^2 は常にゼロより大きくはないので、 Θ^2 は、負の Θ^2 値に対してゼロと等しい出力信号を、正の Θ^2 値に対して Θ^2 と正比例する出力信号を出力するダイオードのような特性を有するユニット 34 に供給され、この量の平方根がユニット 36 で計算される。ユニット 36 の出力信号は、信号の振幅 Θ を表す。

【0028】

【発明の効果】

このようにして、複数の心周期の 2 つの時間における相関、および集合にわたる相関を考慮した周囲ノイズの中の小振幅の ECG 活動電位を効果的に検出することができる。

【図面の簡単な説明】

30

【図 1】本発明による装置の概略のブロック図である。

【図 2】ノイズが存在する中で小振幅の信号を識別するユニットのブロック図である。

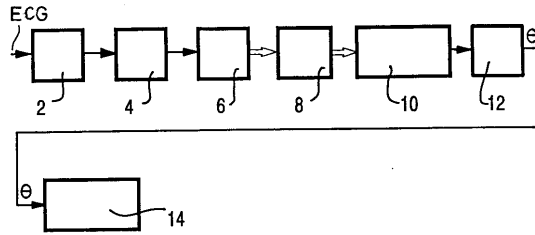
【図 3】レイトポテンシャルの終了時間を決定するのに適する機能を提供するためのいわゆる固有ベクトル波と後続の非直線信号処理とを詳細に説明するブロック図である。

【符号の説明】

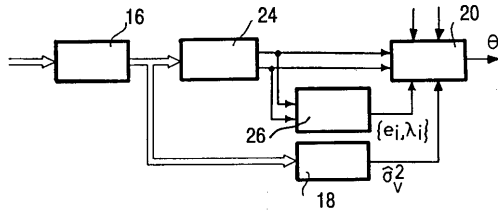
- 2 A/D コンバータ
- 4 検出器
- 6 平均化装置
- 16 信号処理ユニット
- 24 平均化装置
- 26 計算ユニット
- 30 自乗器
- 32 最尤推定器

40

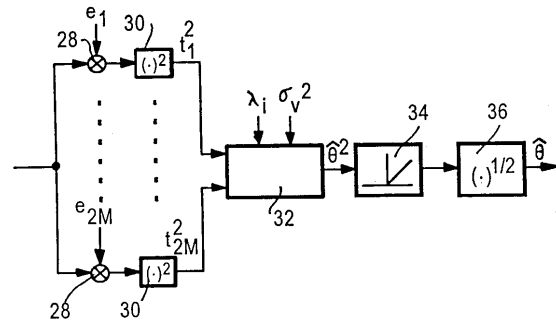
【図 1】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

(74)代理人 100114890

弁理士 アインゼル・フェリックス＝ラインハルト

(72)発明者 ロースベア アタリウス

スウェーデン国 ルンド ムシカントヴェーゲン 8 ベー

(72)発明者 トーマス オールソン

スウェーデン国 ヘッセルビー バックレークスヴェーゲン 5 3

(72)発明者 ライフ セルンモ

スウェーデン国 ルンド ベングト リドフォルスヴェーグ 1 5

審査官 門田 宏

(56)参考文献 特開平 7 - 6 7 8 4 3 (J P , A)

特開平 6 - 3 3 9 4 7 0 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

A61B 5/04