

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6531187号
(P6531187)

(45) 発行日 令和1年6月12日(2019.6.12)

(24) 登録日 令和1年5月24日(2019.5.24)

(51) Int.Cl. F I
A 6 1 B 5/08 (2006.01) A 6 1 B 5/08 Z DM
A 6 1 B 7/04 (2006.01) A 6 1 B 7/04 L

請求項の数 8 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2017-563659 (P2017-563659)	(73) 特許権者	000005016
(86) (22) 出願日	平成28年1月29日 (2016.1.29)		パイオニア株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2016/052830		東京都文京区本駒込二丁目28番8号
(87) 国際公開番号	W02017/130415	(74) 代理人	100104765
(87) 国際公開日	平成29年8月3日 (2017.8.3)		弁理士 江上 達夫
審査請求日	平成30年5月22日 (2018.5.22)	(74) 代理人	100107331
			弁理士 中村 聡延
		(72) 発明者	亀谷 隆真
			埼玉県川越市山田25番地1
			株式会社 川越事業所内
		審査官	門田 宏

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 生体音解析装置及び生体音解析方法、並びにコンピュータプログラム及び記録媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

生体音の経時的な変化を示す生体音情報を取得する取得手段と、
 前記生体音情報に基づいて、第1期間における前記生体音の第1基準値を基準としたばらつき度合を示す第1情報を算出する第1算出手段と、
 前記生体音情報に基づいて、前記第1期間よりも長い第2期間における前記生体音の第2基準値を基準としたばらつき度合を示す第2情報を算出する第2算出手段と、
 前記第1情報及び前記第2情報に基づいて、前記生体音に含まれる雑音を示す雑音情報
 を出力する出力手段と
 を備えることを特徴とする生体音解析装置。

10

【請求項2】

前記第1期間は、前記第2期間内に含まれる期間であり、
 前記出力手段は、前記第1情報を前記第2情報で除算することで得られる第3情報に基づいて、前記雑音情報を出力する
 ことを特徴とする請求項1に記載の生体音解析装置。

【請求項3】

前記生体音情報は、生体の呼吸音を示す呼吸音情報であり、
 前記雑音は、前記呼吸音に含まれる副雑音である
 ことを特徴とする請求項1又は2に記載の生体音解析装置。

【請求項4】

20

前記出力手段は、前記第 3 情報が第 1 閾値以上である場合に、前記第 1 期間の生体音に断続性ラ音が含まれていることを示す前記雑音情報を出力することを特徴とする請求項 3 に記載の生体音解析装置。

【請求項 5】

前記出力手段は、1 呼吸周期における前記第 3 情報が第 1 閾値以上となる期間の割合を算出し、前記割合が第 2 閾値以上である場合に、前記第 1 期間の生体音に断続性ラ音が含まれていることを示す前記雑音情報を出力することを特徴とする請求項 3 に記載の生体音解析装置。

【請求項 6】

生体音の経時的な変化を示す生体音情報を取得する取得工程と、
前記生体音情報に基づいて、第 1 期間における前記生体音の第 1 基準値を基準としたばらつき度合を示す第 1 情報を算出する第 1 算出工程と、
前記生体音情報に基づいて、前記第 1 期間よりも長い前記第 2 期間における前記生体音の第 2 基準値を基準としたばらつき度合を示す第 2 情報を算出する第 2 算出工程と、
前記第 1 情報及び前記第 2 情報に基づいて、前記生体音に含まれる雑音を示す雑音情報を出力する出力工程と
を備えることを特徴とする生体音解析方法。

10

【請求項 7】

生体音の経時的な変化を示す生体音情報を取得する取得工程と、
前記生体音情報に基づいて、第 1 期間における前記生体音の第 1 基準値を基準としたばらつき度合を示す第 1 情報を算出する第 1 算出工程と、
前記生体音情報に基づいて、前記第 1 期間よりも長い前記第 2 期間における前記生体音の第 2 基準値を基準としたばらつき度合を示す第 2 情報を算出する第 2 算出工程と、
前記第 1 情報及び前記第 2 情報に基づいて、前記生体音に含まれる雑音を示す雑音情報を出力する出力工程と
をコンピュータに実行させることを特徴とするコンピュータプログラム。

20

【請求項 8】

請求項 7 に記載のコンピュータプログラムが記録されていることを特徴とする記録媒体。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0001】

本発明は、雑音が含まれ得る生体音を解析する生体音解析装置及び生体音解析方法、並びにコンピュータプログラム及び記録媒体の技術分野に関する。

【背景技術】

【0002】

この種の装置として、電子聴診器等によって検出される生体の呼吸音について、そこに含まれる副雑音（即ち、正常な呼吸音とは異なる音）の音種を判別するものが知られている。例えば特許文献 1 では、生体音のスペクトル情報を解析して異常音を検出するという技術が提案されている。また特許文献 2 では、ヒルベルト変換を利用して異常音を検出する技術が提案されている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2005 - 066045 号公報

【特許文献 2】特開 2009 - 106574 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上述した特許文献 1 に記載されている技術では、生体音のスペクトル情報から異常音を

50

検出しようとしているが、一部の異常音（例えば、断続性ラ音等）は、スペクトル上に特徴が現れ難いという特性を有している。このため、生体音に含まれる異常音の種類によっては、スペクトル情報を解析したとしても、異常音に関する情報を正確に検出できないという技術的問題点がある。また、特許文献2に記載されている技術では、ヒルベルト変換を利用しているため、装置の処理負荷が大きくなるという技術的問題点がある。

【0005】

本発明が解決しようとする課題には、上記のようなものが一例として挙げられる。本発明は、生体音に含まれる雑音を好適に解析可能な生体音解析装置及び生体音解析方法、並びにコンピュータプログラム及び記録媒体を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

10

【0006】

上記課題を解決するための生体音解析装置は、生体音の経時的な変化を示す生体音情報を取得する取得手段と、前記生体音情報に基づいて、第1期間における前記生体音の第1基準値を基準としたばらつき度合を示す第1情報を算出する第1算出手段と、前記生体音情報に基づいて、前記第1期間よりも長い第2期間における前記生体音の第2基準値を基準としたばらつき度合を示す第2情報を算出する第2算出手段と、前記第1情報及び前記第2情報に基づいて、前記生体音に含まれる雑音を示す雑音情報を出力する出力手段とを備える。

【0007】

上記課題を解決するための生体音解析方法は、生体音の経時的な変化を示す生体音情報を取得する取得工程と、前記生体音情報に基づいて、第1期間における前記生体音の第1基準値を基準としたばらつき度合を示す第1情報を算出する第1算出工程と、前記生体音情報に基づいて、前記第1期間よりも長い第2期間における前記生体音の第2基準値を基準としたばらつき度合を示す第2情報を算出する第2算出工程と、前記第1情報及び前記第2情報に基づいて、前記生体音に含まれる雑音を示す雑音情報を出力する出力工程とを備える。

20

【0008】

上記課題を解決するためのコンピュータプログラムは、生体音の経時的な変化を示す生体音情報を取得する取得工程と、前記生体音情報に基づいて、第1期間における前記生体音の第1基準値を基準としたばらつき度合を示す第1情報を算出する第1算出工程と、前記生体音情報に基づいて、前記第1期間よりも長い第2期間における前記生体音の第2基準値を基準としたばらつき度合を示す第2情報を算出する第2算出工程と、前記第1情報及び前記第2情報に基づいて、前記生体音に含まれる雑音を示す雑音情報を出力する出力工程とをコンピュータに実行させる。

30

【0009】

上記課題を解決するための記録媒体は、上述したコンピュータプログラムが記録されている。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本実施例に係る生体音解析装置の構成を示すブロック図である。

40

【図2】水泡音のスペクトログラムの一例を示す図である。

【図3】水泡音を含む生体音のスペクトログラム一例を示す図である。

【図4】本実施例にかかる生体音解析装置の動作の流れを示すフローチャートである。

【図5】呼吸音信号の時間軸波形の一例を示すグラフである。

【図6】第1分散値及び第2分散値の算出方法を示す概念図である。

【図7】呼吸音信号の波形例を示すグラフである。

【図8】呼吸音信号から算出されるパルス度合の一例を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0011】

< 1 >

50

本実施形態に係る生体音解析装置は、生体音の経時的な変化を示す生体音情報を取得する取得手段と、前記生体音情報に基づいて、第1期間における前記生体音の第1基準値を基準としたばらつき度合を示す第1情報を算出する第1算出手段と、前記生体音情報に基づいて、前記第1期間よりも長い第2期間における前記生体音の第2基準値を基準としたばらつき度合を示す第2情報を算出する第2算出手段と、前記第1情報及び前記第2情報に基づいて、前記生体音に含まれる雑音を示す雑音情報を出力する出力手段とを備える。

【0012】

本実施形態に係る生体音解析装置によれば、その動作時には、先ず取得手段によって生体音情報が取得される。なお、「生体音」とは、生体が発する音であり、典型的には呼吸音である。また、「生体音情報」とは、生体音の経時的な変化を示す情報であり、例えば生体音を示す時間軸波形として取得される。

10

【0013】

なお、生体音には、正常な生体音には含まれない雑音（例えば、副雑音である断続性ラ音等）が含まれることがある。このため、生体音を示す生体音情報には、雑音を示す雑音情報が含まれ得る。

【0014】

生体音情報が取得されると、第1算出手段によって第1情報が算出される。第1情報は、第1期間における生体音の第1基準値を基準としたばらつき度合（分散値）を示す情報である。ここで「第1期間」は、第1情報を算出するために予め設定される期間であり、例えば生体音に含まれ得る雑音の発生間隔に応じた期間として設定される。また「第1基準値」は、ばらつき度合を算出するための基準として設定される値であり、この値を基準とした場合のばらつき度合をパルス度合として検出できるような値として都度設定される。

20

【0015】

生体音情報が取得されると更に、第2算出手段によって第2情報が算出される。第2情報は、第1期間よりも長い第2期間における生体音の第2基準値を基準としたばらつき度合（分散値）を示す情報である。ここで「第2期間」は、第2情報を算出するために予め設定される期間であり、例えば生体音に含まれ得る雑音の発生間隔に応じた期間として設定される。また「第2基準値」は、ばらつき度合を算出するための基準として設定される値であり、この値を基準とした場合のばらつき度合をパルス度合として検出できるような値として都度設定される。

30

【0016】

第1情報及び第2情報が算出されると、それらの情報に基づいて、出力手段から雑音を示す雑音情報が出力される。具体的には、出力手段では第1情報及び第2情報を利用して、生体音情報のパルス度合が算出される。そして、その生体音のパルス度合に基づいて、生体音に雑音が含まれているか否かが判定されると共に、雑音と判定された音に関する情報が雑音情報として出力される。

【0017】

本実施形態では特に、雑音情報を出力するために、生体音のばらつき度合を示す第1情報及び第2情報を用いている。このため、断続的に発生するパルス状の雑音（例えば、断続性ラ音等）を好適に検出することが可能となる。なお、このようなパルス状の雑音は、例えば生体音のスペクトル解析では正確に検出することが難しい。具体的には、パルス状の雑音に関する情報は、時間周波数解析等の過程で埋もれてしまうことがある。よって、生体音のばらつき度合を利用して雑音情報を出力する本実施形態は、正確な雑音情報を得るのに極めて有効であると言える。

40

【0018】

また、第1情報及び第2情報を算出して雑音情報を出力する処理は、比較的負荷の小さい処理であり、例えばヒルベルト変換やFFT（Fast Fourier Transform：高速フーリエ変換）等を利用する場合と比べると、処理負荷を効果的に低減できる。

【0019】

50

< 2 >

本実施形態に係る生体音解析装置の他の態様では、前記第1期間は、前記第2期間内に含まれる期間であり、前記出力手段は、前記第1情報を前記第2情報で除算することで得られる第3情報に基づいて、前記雑音情報を出力する。

【0020】

この態様によれば、第1情報を第2情報で除算することで、局所的なばらつき度合（言い換えれば、パルス度合）を顕著に示す第3情報が算出される。具体的には、第1期間においては大きなばらつきが生じているが、それ以外の期間（即ち、第2期間における第1期間以外の期間）でのばらつき度合が小さい場合には、第3情報は大きな値として算出される。

10

【0021】

この第3情報を利用すれば、生体音に含まれる断続的に発生するパルス状の雑音を好適に判別できる。従って、より正確な雑音情報を出力することが可能である。

【0022】

< 3 >

本実施形態に係る生体音解析装置の他の態様では、前記生体音情報は、生体の呼吸音を示す呼吸音情報であり、前記雑音は、前記呼吸音に含まれる副雑音である。

【0023】

この態様によれば、取得した呼吸音情報を解析することで、呼吸音に含まれる副雑音（特に、断続性ラ音）に関する雑音情報を、好適に出力することが可能である。

20

【0024】

< 4 >

上述した呼吸音に含まれる雑音情報を出力する態様では、前記出力手段は、前記第3情報が第1閾値以上である場合に、前記第1期間の生体音に断続性ラ音が含まれていることを示す前記雑音情報を出力してもよい。

【0025】

この場合、第3情報（即ち、第1情報を第2情報で除算することで得られる情報）と第1閾値とを比較することで、容易かつ的確に断続性ラ音が生体音に含まれているか否かを判定できる。なお、「第1閾値」は、断続性ラ音とそれ以外の音を判別するための閾値として設定される値であり、第3情報が第1閾値以上である音が断続性ラ音と判定され、第1閾値未満である音が断続ラ音以外の音と判定される。

30

【0026】

上述した判定結果を利用すれば、断続性ラ音に関する正確な雑音情報を出力することが可能となる。

< 5 >

或いは、呼吸音に含まれる雑音情報を出力する態様では、前記出力手段は、1呼吸周期における前記第3情報が第1閾値以上となる期間の割合を算出し、前記割合が第2閾値以上である場合に、前記第1期間の生体音に断続性ラ音が含まれていることを示す前記雑音情報を出力してもよい。

【0027】

40

この場合、1呼吸周期における第3情報が第1閾値以上となる期間の割合と、第2閾値との比較結果に応じて、断続性ラ音であるか否かが判定される。なお、「第2閾値」は、断続性ラ音とそれ以外の音を判別するための閾値として設定される値であり、算出された割合が第2閾値以上である音が断続性ラ音と判定され、第2閾値未満である音が断続ラ音以外の音と判定される。

【0028】

上述したように1呼吸周期における割合を利用すれば、瞬間的な情報を利用する場合と比べて、パルス度合を正確に把握することができる。従って、断続性ラ音に関するより正確な雑音情報を出力することが可能となる。

【0029】

50

< 6 >

本実施形態に係る生体音解析方法は、生体音の経時的な変化を示す生体音情報を取得する取得工程と、前記生体音情報に基づいて、第1期間における前記生体音の第1基準値を基準としたばらつき度合を示す第1情報を算出する第1算出工程と、前記生体音情報に基づいて、前記第1期間よりも長い第2期間における前記生体音の第2基準値を基準としたばらつき度合を示す第2情報を算出する第2算出工程と、前記第1情報及び前記第2情報に基づいて、前記生体音に含まれる雑音を示す雑音情報を出力する出力工程とを備える。

【0030】

本実施形態に係る生体音解析方法によれば、上述した本実施形態に係る生体音解析装置と同様に、正確な雑音情報を出力することができる。

10

【0031】

なお、本実施形態に係る生体音解析方法においても、上述した本実施形態に係る生体音解析装置における各種態様と同様の各種態様を採ることが可能である。

【0032】

< 7 >

本実施形態に係るコンピュータプログラムは、生体音の経時的な変化を示す生体音情報を取得する取得工程と、前記生体音情報に基づいて、第1期間における前記生体音の第1基準値を基準としたばらつき度合を示す第1情報を算出する第1算出工程と、前記生体音情報に基づいて、前記第1期間よりも長い第2期間における前記生体音の第2基準値を基準としたばらつき度合を示す第2情報を算出する第2算出工程と、前記第1情報及び前記第2情報に基づいて、前記生体音に含まれる雑音を示す雑音情報を出力する出力工程とをコンピュータに実行させる。

20

【0033】

本実施形態に係るコンピュータプログラムによれば、上述した本実施形態に係る生体音解析方法と同様の処理をコンピュータに実行させることができるため、正確な雑音情報を出力することができる。

【0034】

なお、本実施形態に係るコンピュータプログラムにおいても、上述した本実施形態に係る生体音解析装置における各種態様と同様の各種態様を採ることが可能である。

【0035】

< 8 >

本実施形態に係る記録媒体は、上述したコンピュータプログラムが記録されている。

30

【0036】

本実施形態に係る記録媒体によれば、上述したコンピュータプログラムをコンピュータにより実行させることにより、正確な雑音情報を出力することができる。

【0037】

本実施形態に係る生体音解析装置及び生体音解析方法、並びにコンピュータプログラム及び記録媒体の作用及び他の利得については、以下に示す実施例において、より詳細に説明する。

【実施例】

40

【0038】

以下では、生体音解析装置及び生体音解析方法、並びにコンピュータプログラム及び記録媒体の実施例について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、以下では、呼吸音の解析を行う生体音解析装置を例に挙げて説明する。

【0039】

< 装置構成 >

まず、本実施例に係る生体音解析装置の構成について、図1を参照して説明する。ここに図1は、本実施例に係る生体音解析装置の構成を示すブロック図である。

【0040】

図1において、本実施例に係る生体音解析装置は、呼吸音取得部100と、処理部20

50

0と、結果表示部300とを備えて構成されている。

【0041】

呼吸音取得部100は、生体の呼吸音を呼吸音信号として取得可能に構成されたセンサである。呼吸音取得部100は、例えばECM (Electret Condenser Microphone) やピエゾを利用したマイク、振動センサ等で構成されている。また、呼吸音取得部100は、生体の呼吸音を呼吸音信号として取得可能に構成されたセンサだけでなく、センサからの呼吸音信号を取得するものを含んでいてもよい。呼吸音取得部100で取得された呼吸音信号は、処理部200における第1分散値算出部210及び第2分散値算出部220に出力される構成となっている。なお、呼吸音取得部100は、「取得手段」の一具体例である。

10

【0042】

処理部200は、複数の演算回路やメモリ等を含んで構成されている。処理部200は、第1分散値算出部210と、第2分散値算出部220と、パルス度合算出部230と、断続性ラ音判定部240とを備えて構成されている。

【0043】

第1分散値算出部210は、呼吸音取得部100で取得された呼吸音情報を用いて、期間 $t \sim t + w_1$ における呼吸音情報のばらつきを示す第1分散値を算出する。具体的には、第1分散値算出部210は、呼吸音情報として取得された呼吸音信号における一部の期間を各時刻 t を基準とした期間幅 w_1 の期間として設定し、基準値

20

$$\bar{f}_{w_1}(t)$$

を基準として時刻 $t \sim t + w_1$ 期間における第1分散値 $V_{w_1}(t)$ を算出する。第1分散値算出部210で算出された第1分散値 $V_{w_1}(t)$ は、パルス度合算出部230に出力される構成となっている。なお、第1分散値算出部210は、「第1算出手段」の一具体例である。また、第1分散値 $V_{w_1}(t)$ は、「第1情報」の一具体例である。

【0044】

第2分散値算出部220は、呼吸音取得部100で取得された呼吸音情報を用いて、期間 w_2 における呼吸音情報のばらつきを示す第2分散値を算出する。具体的には、第2分散値算出部220は、呼吸音情報として取得された呼吸音信号における一部の期間（時刻 $t \sim t + w_1$ の期間を含む期間）を各時刻 t を基準とした期間幅 w_2 の期間として設定し、呼吸音信号 $f(t)$ より時刻 $t \sim t + w_2$ 期間における第2分散値 $V_{w_2}(t)$ を算出する。第2分散値算出部220で算出された第2分散値 $V_{w_2}(t)$ は、パルス度合算出部230に出力される構成となっている。なお、第2分散値算出部220は、「第2算出手段」の一具体例である。また、第2分散値 $V_{w_2}(t)$ は、「第2情報」の一具体例である。

30

【0045】

ちなみに、第1分散値算出部210及び第2分散値算出部220は、別々の演算回路として設けられる必要はなく、共通の演算回路として構成されてもよい。即ち、1つの分散値算出部が、第1分散値 $V_{w_1}(t)$ 及び第2分散値 $V_{w_2}(t)$ をそれぞれ算出するようにしてもよい。

40

【0046】

パルス度合算出部230は、第1分散値算出部210で算出された第1分散値 $V_{w_1}(t)$ 、及び第2分散値算出部220で算出された第2分散値 $V_{w_2}(t)$ を用いて、呼吸音情報のパルス度合 $P(t)$ を算出する。具体的には、パルス度合算出部230は、第1分散値 $V_{w_1}(t)$ を、第2分散値 $V_{w_2}(t)$ で除算することで、パルス度合 $P(t)$ を算出する。パルス度合算出部230で算出された呼吸音情報のパルス度合 $P(t)$ は、断続性ラ音判定部240に出力される構成となっている。

【0047】

50

断続性ラ音判定部 240 は、パルス度合算部 230 で算出された呼吸音情報のパルス度合 $P(t)$ に基づいて、呼吸音に断続性ラ音が含まれているか否かを判定する。なお、断続性ラ音判定部 240 における具体的な判定方法については、後述の動作に関する説明において詳しく述べる。断続性ラ音判定部 240 における判定結果は、断続性ラ音に関する情報として結果表示部 400 に出力される構成となっている。

【0048】

なお、パルス度合算部 230 及び断続性ラ音判定部 240 は、「出力手段」の一具体例である。

【0049】

以上のように、処理部 200 は、呼吸音取得部 100 で取得された呼吸音情報に基づいて、生体音に断続性ラ音が含まれているか否かを判定することが可能とされている。また、処理部 200 は、生体音に断続性ラ音が含まれているか否かだけでなく、断続性ラ音の強度等を出力可能に構成されてもよい。

【0050】

結果表示部 400 は、例えば液晶モニタ等のディスプレイとして構成されており、処理部 200 から出力される各種情報を画像データとして表示する。

【0051】

<断続性ラ音の特性>

次に、本実施例に係る生体音解析装置において判別される断続性ラ音の特性について、図 2 及び図 3 を参照して詳細に説明する。ここに図 2 は、水泡音のスペクトログラムの一例を示す図である。また図 3 は、水泡音を含む生体音のスペクトログラム一例を示す図である。

【0052】

なお、図 2 及び図 3 に示すスペクトログラムは、呼吸音波形に対して FFT 等の時間周波数解析処理を行ったものであるが、このようなスペクトログラムを取得する処理は、本実施形態に係る生体音解析装置において必要なものではない。

【0053】

図 2 に示すように、断続性ラ音の一種である水泡音は、断続的に発生する異常音である。水泡音は、断続性ラ音の中でも、比較的低い周波数帯で発生する異常音である。

【0054】

図 3 に示すように、生体音のスペクトログラムとして見た場合、水泡音は正常な生体音に埋もれてしまうおそれがある。この場合、水泡音を抽出することが難しくなるだけでなく、生体音に水泡音が含まれているか否かを判定することも難しい。

【0055】

以上のように、水泡音に代表される断続性ラ音は、スペクトログラムを利用した解析では判別することが難しい。これに対し、本実施形態に係る生体音解析装置は、以下に詳述する処理を実行することにより、生体音に含まれる断続性ラ音を好適に判別する。

【0056】

<動作説明>

次に、本実施例に係る生体音解析装置の動作について、図 4 から図 8 を参照して説明する。ここに図 4 は、本実施例に係る生体音解析装置の動作の流れを示すフローチャートである。また図 5 は、呼吸音信号の時間軸波形の一例を示すグラフであり、図 6 は、第 1 分散値及び第 2 分散値の算出方法を示す概念図である。図 7 は、呼吸音信号の波形例を示すグラフであり、図 8 は、呼吸音信号から算出されるパルス度合の一例を示すグラフである。

【0057】

図 4 において、本実施例に係る生体音解析装置の動作時には、先ず呼吸音取得部 100 において、生体の呼吸音を示す呼吸音信号が取得される(ステップ S101)。呼吸音信号は、呼吸音の時間的な変動を示す波形として取得される(図 5 参照)。

【0058】

10

20

30

40

50

呼吸音信号が取得されると、第1分散値算出部210において、算出対象区間である期間幅 w_1 の期間が設定される(ステップS102)。そして、第1分散値算出部210では、各時刻 t を基準とした期間幅 w_1 の期間における呼吸音信号のばらつきが第1分散値 $V_{w_1}(t)$ として算出される(ステップS103)。

【0059】

同様に、第2分散値算出部220においては、算出対象区間である期間幅 w_2 の期間が設定される(ステップS104)。そして、第2分散値算出部220では、各時刻 t を基準とした期間幅 w_2 の期間における呼吸音信号のばらつきが第2分散値 $V_{w_2}(t)$ として算出される(ステップS105)。

【0060】

第1分散値 $V_{w_1}(t)$ 及び第2分散値 $V_{w_2}(t)$ が算出されると、パルス度合算出部230において、パルス度合 $P(t)$ が算出される(ステップS106)。

【0061】

以下では、第1分散値 $V_{w_1}(t)$ 、第2分散値 $V_{w_2}(t)$ 、及びパルス度合 $P(t)$ の算出方法について、より具体的に説明する。

【0062】

図6に示すように、期間 $t \sim t + w_2$ は、期間 $t \sim t + w_1$ を含む期間として設定される。なお、本実施例では、第1分散値 $V_{w_1}(t)$ を算出するための基準値

$$\overline{f}_{w_1}(t)$$

10

20

及び第2分散値 $V_{w_2}(t)$ を算出するための基準値

$$\overline{f}_{w_2}(t)$$

が異なる値であるが、第1分散値 $V_{w_1}(t)$ を算出するための基準値と、第2分散値 $V_{w_2}(t)$ を算出するための基準値とは共通の値であっても構わない。ただし、後述するパルス度合 $P(t)$ を適切な値とするためには、2つの基準値が大きく乖離することは避けるのが好ましい。

【0063】

パルス度合 $P(t)$ は、第1分散値 $V_{w_1}(t)$ を、第2分散値 $V_{w_2}(t)$ で除算することで算出される。具体的には、以下の数式(1)~(3)を用いて算出することができる。

【0064】

【数1】

$$P(t) = \frac{V_{w_1}(t)}{V_{w_2}(t)} = \frac{\frac{1}{w_1} \int_t^{t+w_1} (f(\tau) - \overline{f}_{w_1}(t))^2 d\tau}{\frac{1}{w_2} \int_t^{t+w_2} (f(\tau) - \overline{f}_{w_2}(t))^2 d\tau} \dots (1)$$

30

40

【0065】

【数2】

$$\overline{f}_{w_1}(t) = \frac{1}{w_1} \int_t^{t+w_1} f(\tau) d\tau \dots (2)$$

50

【 0 0 6 6 】

【数 3】

$$\overline{f}_{w_2}(t) = \frac{1}{w_2} \int_t^{t+w_2} f(\tau) d\tau \quad \dots (3)$$

【 0 0 6 7 】

なお、上記数式はあくまで一例であり、第 1 分散値 $V_{w_1}(t)$ 、第 2 分散値 $V_{w_2}(t)$ 、及びパルス度合 $P(t)$ は異なる数式を用いて算出することもできる。

10

【 0 0 6 8 】

より具体的には、図 7 に示すような呼吸音信号が取得された場合、図 8 に示すようなパルス度合 $P(t)$ が算出される。図を見ても分かるように、呼吸音信号が大きく変動する部分において、パルス度合 $P(t)$ も大きくなっていることが分かる。このことから、パルス度合 $P(t)$ は、局所的な信号パワーの変動を示す値であると言える。

【 0 0 6 9 】

図 4 に戻り、パルス度合 $P(t)$ が算出されると、断続性ラ音判定部 240 において、断続性ラ音傾向 D が算出される (ステップ S107)。

【 0 0 7 0 】

断続性ラ音傾向 D の算出には、以下の数式 (4) で示される関数 $g(t)$ が用いられる

20

【 0 0 7 1 】

【数 4】

$$g(t) = \begin{cases} 1 & P(t) \geq P_{thre} \\ 0 & P(t) < P_{thre} \end{cases} \quad \dots (4)$$

【 0 0 7 2 】

上記数式からも分かるように、関数 $g(t)$ は、パルス度合 $P(t)$ が閾値 P_{thre} 以上である場合に “1”、閾値 P_{thre} 未満である場合に “0” の値をとる。なお、閾値 P_{thre} は、呼吸音が断続性ラ音を含んでいると判断できる程度にパルス度合 $P(t)$ が高いか否かを判定するための閾値であり、事前に適切な値が求められ設定されている。閾値 P_{thre} は、「第 1 閾値」の一具体例である。

30

【 0 0 7 3 】

断続性ラ音傾向は、関数 $g(t)$ を用いて、以下の数式 (5) から算出することができる。

【 0 0 7 4 】

【数 5】

$$D = \frac{1}{T} \int_0^T g(t) dt \quad \dots (5)$$

40

【 0 0 7 5 】

なお、 T は 1 呼吸周期時間である。

【 0 0 7 6 】

断続性ラ音傾向 D は、1 呼吸周期時間において、パルス度合 $P(t)$ が閾値 P_{thre} 以上となる割合を示す値である。算出された断続性ラ音傾向 D は、断続性ラ音判定部 240 において、閾値 D_{thre} 以上であるか否かが判定される (ステップ S108)。なお、閾値 D_{thre} は、呼吸音が断続性ラ音を含んでいると判断できる程度に断続性ラ音傾

50

向Dが高いか否かを判定するための閾値であり、事前に適切な値が求められ設定されている。閾値 D_{thre} は、「第2閾値」の一具体例である。

【0077】

断続性ラ音判定部240では、断続性ラ音傾向Dが閾値 D_{thre} 以上である場合（ステップS108：YES）、呼吸音は断続性ラ音を含んでいると判定される（ステップS109）。一方で、断続性ラ音傾向Dが閾値 D_{thre} 未満である場合（ステップS108：NO）、呼吸音は断続性ラ音を含んでいないと判定される（ステップS110）。

【0078】

なお、本実施例では断続性ラ音傾向Dを用いて、呼吸音に断続性ラ音が含まれるか否かを判定しているが、パルス度合 $P(t)$ が閾値 P_{thre} 以上であると判定された時点で、断続性ラ音を含むと判定してもよい。

10

【0079】

以上説明した、断続性ラ音に関する判定結果は、結果表示部300に出力される（ステップS111）。これにより、結果表示部300では、呼吸音に断続性ラ音が含まれているか否かが画像データとして表示される。

【0080】

<実施例の効果>

最後に、本実施例に係る生体音解析装置によって得られる技術的效果について詳細に説明する。

【0081】

20

本実施例に係る生体音解析装置によれば、既に説明したように、呼吸音信号のパルス度合 $P(t)$ 及び断続性ラ音傾向Dを用いて、呼吸音に断続性ラ音が含まれているか否かが判定される。

【0082】

このような判定手法によれば、例えばスペクトログラム解析では埋もれてしまうような音であっても、正確に判別することが可能となる。また、比較的簡単な処理で判定が行えるため、処理負荷を効果的に低減することも可能である。

【0083】

ちなみに、断続性ラ音以外の音であっても、同様の傾向を示す音（即ち、取得される信号のパルス度合に特徴のある音）であれば、本実施例による生体音解析装置において判別することができる。

30

【0084】

本発明は、上述した実施形態に限られるものではなく、特許請求の範囲及び明細書全体から読み取れる発明の要旨或いは思想に反しない範囲で適宜変更可能であり、そのような変更を伴う生体音解析装置及び生体音解析方法、並びにコンピュータプログラム及び記録媒体もまた本発明の技術的範囲に含まれるものである。

【符号の説明】

【0085】

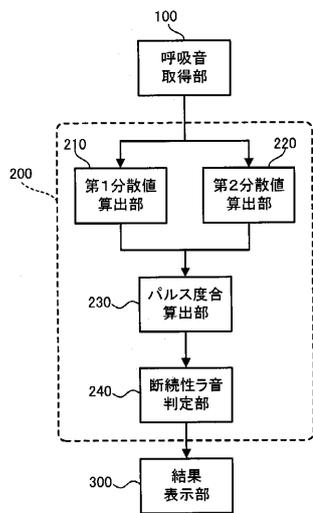
- 100 呼吸音取得部
- 200 処理部
- 210 第1分散値算出部
- 220 第2分散値算出部
- 230 パルス度合算出部
- 240 断続性ラ音判定部
- 300 結果表示部
- w1 第1期間幅
- w2 第2期間幅
- $Vw1(t)$ 第1分散値
- $Vw2(t)$ 第2分散値
- $P(t)$ パルス度合

40

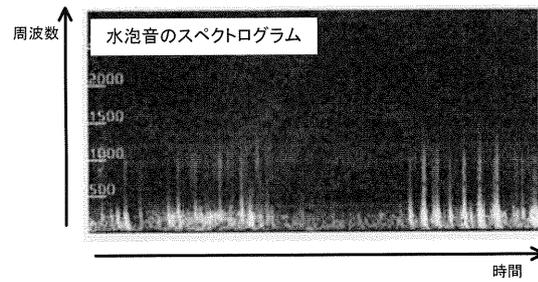
50

D 断続性ラ音傾向

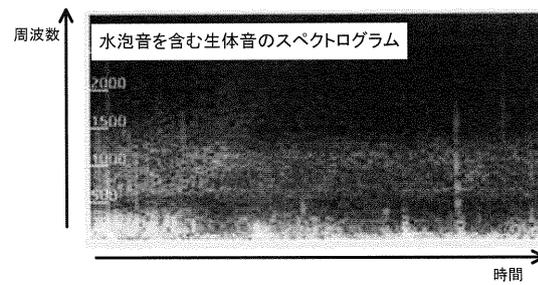
【図 1】



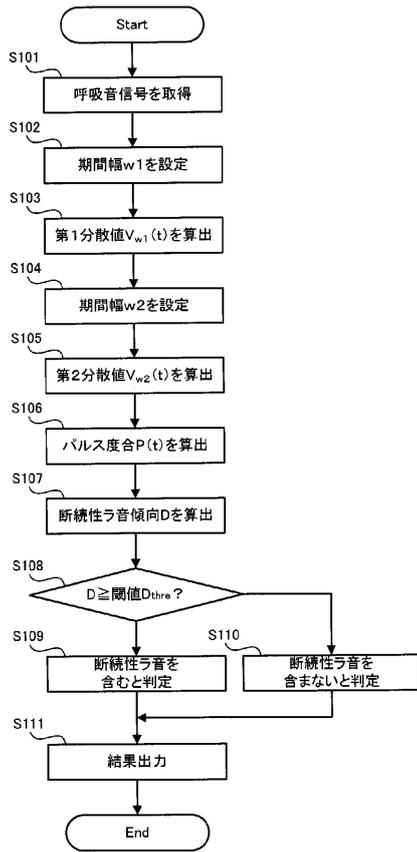
【図 2】



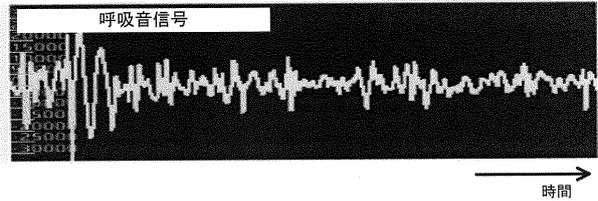
【図 3】



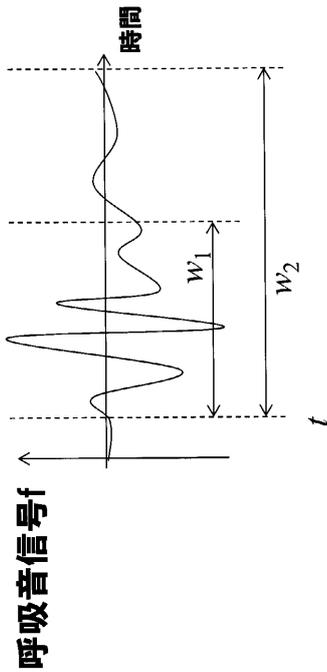
【 図 4 】



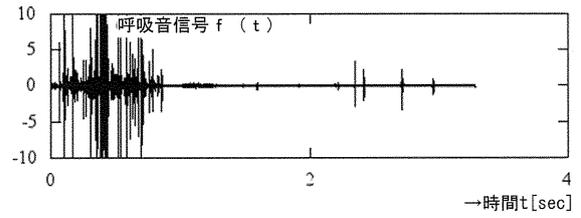
【 図 5 】



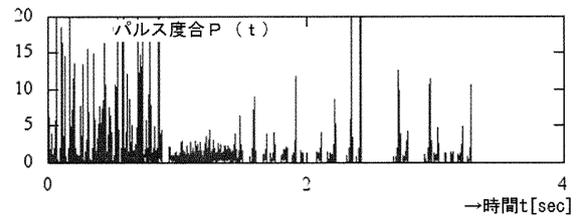
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2004-357758(JP,A)
特開2005-066045(JP,A)
特開2008-106574(JP,A)
特開2014-090722(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 5/08
A61B 7/04