

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6488291号
(P6488291)

(45) 発行日 平成31年3月20日(2019.3.20)

(24) 登録日 平成31年3月1日(2019.3.1)

(51) Int.Cl.

F 1

A 6 1 B 5/02 (2006.01)

A 6 1 B 5/02 3 1 O B

A 6 1 B 5/08 (2006.01)

A 6 1 B 5/08

請求項の数 19 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2016-522797 (P2016-522797)
 (86) (22) 出願日 平成26年9月28日 (2014.9.28)
 (65) 公表番号 特表2016-537054 (P2016-537054A)
 (43) 公表日 平成28年12月1日 (2016.12.1)
 (86) 國際出願番号 PCT/EP2014/070714
 (87) 國際公開番号 WO2015/055405
 (87) 國際公開日 平成27年4月23日 (2015.4.23)
 審査請求日 平成29年9月26日 (2017.9.26)
 (31) 優先権主張番号 13189037.8
 (32) 優先日 平成25年10月17日 (2013.10.17)
 (33) 優先権主張国 歐州特許庁 (EP)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 590000248
 コーニンクレッカ フィリップス エヌ
 ヴェ
 KONINKLIJKE PHILIPS
 N. V.
 オランダ国 5656 アーネー アイン
 ドーフェン ハイテック キャンパス 5
 High Tech Campus 5,
 NL-5656 AE Eindhoven
 (74) 代理人 100107766
 弁理士 伊東 忠重
 (74) 代理人 100070150
 弁理士 伊東 忠彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】リモート光体積変動記録法のための自動カメラ調整

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被験体の生命徵候を取得するよう構成された装置であって、
 被験体の画像フレームの集合を受領するよう構成されたインターフェースであって、画像フレームは、関連付けられたピクセル値を有する複数の画像ピクセルを含む、インターフェースと；

少なくとも一つのプロセッサとを有しており、前記少なくとも一つのプロセッサは：
 画像フレームの前記集合から前記被験体の光体積変化記録法 (PPG) 信号を抽出する段階と；

前記被験体の取得すべき生命徵候に関して前記抽出されたPPG信号の情報内容の品質を示す前記PPG信号の特徴を前記PPG信号に基づいて決定する段階と；

前記抽出されたPPG信号の決定された特徴に基づいて、かつ、前記抽出されたPPG信号の前記決定された特徴の値を複数のビニング構成のうちの一つに対応付けるルックアップテーブルまたは前記決定された特徴の連続的もしくは離散的な関数に基づいて、ビニング構成を決定する段階であって、前記ビニング構成は画像フレームの画像ピクセルのビニングを制御するために与えられる、段階と；

決定されたビニング構成に基づいて画像フレームの画像ピクセルをビニングして、ビニングされた画像フレームを得る段階と；

前記ビニングされた画像フレームから抽出されたPPG信号から生命徵候情報を決定する段階とを実行するようプログラムされている、

10

20

装置。

【請求項 2】

前記PPG信号の前記特徴が、前記PPG信号の信号対雑音比、ゆらぎ指標、分位数、平均値、トレンド、外挿されたもしくは投射された値および／または極値である、請求項1記載の装置。

【請求項 3】

前記インターフェースが、ビニングされた画像フレームの集合を受領し、ビニングされた画像フレームの画像ピクセルは、所定のビニング構成に基づいてビニングされている場合、

前記少なくとも一つのプロセッサは、受領された前記ビニングされた画像フレームからPPG信号を抽出するようさらにプログラムされている、

請求項1記載の装置。

【請求項 4】

前記少なくとも一つのプロセッサは：

画像フレームの複数の画像ピクセルから平均ピクセル強度を決定する段階と；

前記平均ピクセル強度に基づき、かつ前記抽出されたPPG信号の前記決定された特徴に基づき、前記ビニング構成を決定する段階とを実行するようさらにプログラムされている、

請求項1記載の装置。

【請求項 5】

あらかじめ定義されたスペクトル範囲における現在の光強度を表わすスペクトル強度を取得するよう構成された、光センサーをさらに有しております、

前記少なくとも一つのプロセッサは、前記スペクトル強度に基づき、かつ前記抽出されたPPG信号の前記決定された特徴に基づき、前記ビニング構成を決定するようさらにプログラムされている、

請求項1記載の装置。

【請求項 6】

前記少なくとも一つのプロセッサは、画像フレームにおいて一様なピクセル値をもつ近隣の画像ピクセルの集合を決定する段階と；

近隣の画像ピクセルの前記集合のピクセル値の変動指標を決定する段階であって、前記変動指標は、それらのピクセル値の変動を示す、段階と；

前記変動指標に基づき、かつ前記抽出されたPPG信号の前記決定された特徴に基づいて、前記ビニング構成を決定する段階とを実行するようさらにプログラムされている、

請求項1記載の装置。

【請求項 7】

前記PPG信号の前記特徴が、前記PPG信号の信号対雑音比であり、

前記少なくとも一つのプロセッサは、

前記PPG信号のフーリエ変換を決定し、それからあらかじめ定義された帯域幅におけるエネルギーの割合を決定し、

あらかじめ定義された帯域幅におけるエネルギーの前記割合に基づいて前記PPG信号の信号対雑音比を計算するようさらにプログラムされている、

請求項1ないし6のうちいずれか一項記載の装置。

【請求項 8】

前記ビニング構成は、ビニングされた画像フレームを決定するためにビニングするべき画像ピクセルの量および／または空間的パターンを含む、請求項1記載の装置。

【請求項 9】

前記ルックアップテーブルは、

画像フレームの複数の画像ピクセルの平均ピクセル強度；

光センサーによって取得されるスペクトル強度；および

画像フレームにおいて一様なピクセル値をもつ近隣のピクセルのピクセル値の変動指標

10

20

30

40

50

のうちの少なくとも一つに依存して前記抽出されたPPG信号の前記決定された特徴の値を複数のビニング構成のうちの一つに対応付けるものである、

請求項1記載の装置。

【請求項10】

被験体の画像フレームを取得するよう構成されたフォトセンサーをさらに有する、請求項1記載の装置。

【請求項11】

被験体の生命徵候を取得する方法を実行するためにプロセッサによって実行可能な命令を記憶している非一時的なコンピュータ可読媒体であって、前記方法は、

被験体の画像フレームの集合を受領する段階であって、画像フレームは、関連付けられたピクセル値を有する複数の画像ピクセルを含む、段階と；

画像フレームの前記集合から前記被験体の光体積変化記録法(PPG)信号を抽出する段階と；

前記被験体の取得すべき生命徵候に関して前記抽出されたPPG信号の情報内容の品質を示す前記PPG信号の特徴を前記PPG信号に基づいて決定する段階と；

前記抽出されたPPG信号の決定された特徴と、前記抽出されたPPG信号の前記決定された特徴の値を複数のビニング構成のうちの一つに対応付けるルックアップテーブルまたは前記決定された特徴の連續的もしくは離散的な関数に基づいてビニング構成を決定する段階であって、前記ビニング構成は画像フレームの画像ピクセルのビニングを制御するために与えられる、段階と；

画像フレームの集合をビニングして、ビニングされた画像フレームを生成する段階と；

前記ビニングされた画像フレームからPPG信号をさらに抽出する段階と；

前記さらに抽出されたPPG信号から生命徵候情報を決定する段階とを含む、
非一時的なコンピュータ可読媒体。

【請求項12】

ビニングされた画像フレームの集合を受領する段階であって、ビニングされた画像フレームの画像ピクセルは、所定のビニング構成に基づいてビニングされている、段階と；

受領された前記ビニングされた画像フレームからPPG信号を抽出する段階とをさらに含む、

請求項11記載の非一時的なコンピュータ可読媒体。

【請求項13】

画像フレームの複数の画像ピクセルから平均ピクセル強度を決定する段階と；

前記平均ピクセル強度に基づき、かつ前記抽出されたPPG信号の前記決定された特徴に基づき、前記ビニング構成を決定する段階とをさらに含む、

請求項11記載の非一時的なコンピュータ可読媒体。

【請求項14】

画像フレームにおいて一様なピクセル値をもつ近隣の画像ピクセルの集合を決定する段階と；

近隣の画像ピクセルの前記集合のピクセル値の変動指標を決定する段階であって、前記変動指標は、それらのピクセル値の変動を示す、段階と；

前記変動指標に基づき、かつ前記抽出されたPPG信号の前記決定された特徴に基づいて、前記ビニング構成を決定する段階とをさらに含む、

請求項11記載の非一時的なコンピュータ可読媒体。

【請求項15】

被験体の生命徵候を取得するよう構成された装置であって、

被験体の画像フレームの集合を受領するよう構成されたインターフェースであって、画像フレームは、関連付けられたピクセル値を有する複数の画像ピクセルを含む、インターフェースと；

少なくとも一つのプロセッサとを有しており、前記少なくとも一つのプロセッサは：

画像フレームの前記集合から前記被験体の光体積変化記録法(PPG)信号を抽出する

10

20

30

40

50

段階と；

前記被験体の取得すべき生命徵候に関して前記抽出されたPPG信号の情報内容の品質を示す前記PPG信号の特徴を前記PPG信号に基づいて決定する段階と；

前記抽出されたPPG信号の決定された特徴に基づいて、かつ、前記抽出されたPPG信号の前記決定された特徴の値を複数のビニング構成のうちの一つに対応付けるルックアップテーブルまたは前記決定された特徴の連続的もしくは離散的な関数に基づいて、ビニング構成を決定する段階であって、前記ビニング構成は画像フレームの画像ピクセルのビニングを制御するために与えられる、段階と；

前記抽出されたPPG信号の前記決定された特徴に基づいて決定されたビニング構成に基づいてビニングされた画像フレームから生命徵候情報を決定する段階とを実行するようプログラムされている、10

装置。

【請求項 1 6】

前記PPG信号の前記特徴が、前記PPG信号の信号対雑音比であり、
前記PPG信号の信号対雑音比は、前記PPG信号のフーリエ変換における、あらかじめ定義された帯域幅におけるエネルギーの割合に基づく、
請求項 1 5 記載の装置。

【請求項 1 7】

前記インターフェースが、ビニングされた画像フレームの集合を受領し、ビニングされた画像フレームの画像ピクセルは、所定のビニング構成に基づいてビニングされている場合、20

前記少なくとも一つのプロセッサは、受領された前記ビニングされた画像フレームからPPG信号を抽出するようさらにプログラムされている、

請求項 1 5 記載の装置。

【請求項 1 8】

前記少なくとも一つのプロセッサは：

画像フレームの複数の画像ピクセルから平均ピクセル強度を決定する段階と；

前記平均ピクセル強度に基づき、かつ前記抽出されたPPG信号の前記決定された特徴に基づき、前記ビニング構成を決定する段階とを実行するようさらにプログラムされている、30

請求項 1 5 記載の装置。

【請求項 1 9】

前記少なくとも一つのプロセッサは：

画像フレームにおいて一様なピクセル値をもつ近隣の画像ピクセルの集合を決定する段階と；

近隣の画像ピクセルの前記集合のピクセル値の変動指標を決定する段階であって、前記変動指標は、それらのピクセル値の変動を示す、段階と；

前記変動指標に基づき、かつ前記抽出されたPPG信号の前記決定された特徴に基づいて、前記ビニング構成を決定する段階とを実行するようさらにプログラムされている、

請求項 1 5 記載の装置。40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、被験体の生命徵候〔バイタルサイン〕を取得する装置および方法に関する。特に、本発明は、人間または動物のような観察される被験体における生命徵候を検出するために使用できる邪魔にならない光学的測定手法に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

人の生命徵候、たとえば心拍数（HR）、呼吸数（RR）または血中酸素飽和度は、人の現在状態の指標のはたらきをし、医療イベントの予測子として使用できる。この理由により50

、生命徵候は入院患者および外来患者のケア場面において、家庭においてまたはさらなる健康、レジャーおよびフィットネスの場面において、広くモニタリングされている。

【0003】

生命徵候を測定する一つの方法は、体積変動記録法〔プレチスマグラフィー〕である。体積変動記録法とは一般に、器官または身体部分の体積変化の測定、特に毎心拍とともに被験体の身体を通じて進行する心臓血管パルス波に起因する体積変化の検出をいう。光体積変動記録法(PPG: photoplethysmography)は、関心領域または関心体積の光反射または光透過の時間変動する変化を評価する光学的測定技法である。PPGは、血液は周囲の組織よりも多くの光を吸収するので、毎心拍による血液体積の変動は対応して透過または反射に影響するという原理に基づく。心拍数についての情報のほか、PPG波形(PPG信号とも称される)は、呼吸のようなさらなる生理学的現象に帰せることができる情報を含むことができる。異なる波長(典型的には赤と赤外)における透過率および/または反射率を評価することによって、血中酸素飽和度が決定できる。通常のパルスオキシメーターはしばしば患者の皮膚に取り付けられ、よって、「接触」PPGデバイスと称される。

10

【0004】

近年、邪魔にならない測定のための非接触式のリモートPPG(RPPG)デバイスが導入された。リモートPPGは、関心対象の被験体からリモートに配置された光源または一般には放射源を利用する。同様に、検出器、たとえばカメラまたは光検出器も、関心対象の被験体からリモートに配置されることができる。よって、リモートPPGシステムおよび装置は、邪魔にならず、医療および非医療の日常用途に好適であると考えられる。

20

【0005】

非特許文献1は、光体積変動記録信号が、環境光および通常の消費者レベルのビデオ・カメラを使ってリモートに測定できることを実証している。カメラ・ベースの生命徵候モニタリングの、身体上のセンサーに対する主要な利点の一つは、きわめて使いやすいことである。すなわち、センサーを取り付ける必要がなく、単に被験体の皮膚/胸部にカメラを向ければよい。カメラ・ベースの生命徵候モニタリングの、身体上のセンサーに対するもう一つの利点は、動き堅牢性を達成する可能性である。すなわち、接触センサーはほとんど単一要素の検出器からなるのに対して、カメラはかなりの空間分解能をもつ。

【0006】

カメラ・ベースの生命徵候モニタリングは、皮膚の色の非常に微妙な変動を注意深く解析することによって実行されるので、カメラ・センサーがそうした変動を捕捉する能力に強く依存する。この技術のための主要な困難の一つは、低光量環境においてまたは全面的な日光から夜間の寝室の光レベルまでの範囲があるさまざまな環境照明条件の下で堅牢な測定を達成できようすることである。よって、このプロセスではカメラ感度が主要な問題になる。通例、ビデオ信号はアナログ領域で捕捉されて、次いでデジタル化される。RPPGのための関心対象の信号、すなわち光強度または輝度における変動は、典型的には弱く(0.25 LSBのオーダー)、特に市販カメラが使用される場合または周囲の照明条件がかなり弱い場合にそうである。よって、捕捉された画像信号におけるノイズのため、信号、すなわち有意な情報を、アナログ デジタル(AD)変換段階の間に、完全に失ってしまう高い可能性がある。

30

【0007】

特許文献1では、画像処理方法および装置が記述されている。提示されている方法および装置は、シーンの内容を捕捉し、シーンを表わすピクセルについてのビニング・パターンを、それらのピクセルの測定された輝度値に基づいて決定し、該ビニング・パターンを使って画像の内容を捕捉することを許容する。そのような方法は、より低解像度という代償でカメラ・ノイズを低減することを許容することがあり、ビニング設定を決定するときに使用されうる。

40

【0008】

特許文献2は、ビデオ・データとメタデータの組み合わせを提供する方法を開示している。本方法は、ビデオ・カメラによって捕捉される画像のシーケンスを得ることを含む。

50

画像の該シーケンスから少なくとも一つの信号が抽出され、各抽出された信号は、光強度および色の少なくとも一方における局所的な時間的変動を特徴付ける。少なくとも一つのビデオ圧縮技法が前記シーケンスからの画像の画像データに対して適用される。抽出された信号は、画像から、前記少なくとも一つのビデオ圧縮技法をそれらの画像からの画像データに適用する前の状態において、抽出される。圧縮されたビデオ・データは、それらの画像の少なくとも一部において表現されている被験体における少なくとも一つのプロセスを特徴付けるためのメタデータを与えられる。該プロセスは、被験体から捕捉される光の色または強度の少なくとも一方における局所的な時間的変動を生じさせるものである。

【0009】

特許文献3は、解析のための第一の信号を取得して、その少なくとも一つの周期成分を特徴付けることを容易にする方法を開示している。この方法は、捕捉された電磁放射の強度を表わす少なくとも二つの第二の信号であって、それぞれ異なる放射周波数範囲に対応するものを得ることを含む。第一の信号は、第二の信号に変換を適用することによって取得可能な出力信号から少なくとも導出可能である。それにより、出力信号の任意の値は対応する時点におけるそれぞれの第二の信号からの値に基づく。この方法はさらに、第二の信号に対応する信号が捕捉され前記変換が適用されるときに前記出力信号に対するそれぞれの第二の信号の少なくとも諸成分の影響を決定する少なくとも一つの変数の少なくとも一つの値を得ることを含む。これは：(i) 前記第二の信号、前記第二の信号に前記変換を適用することによって得られる出力信号および前記出力信号から導出される第一の信号のうちの少なくとも一つを解析して、該解析を使って前記変数のそれぞれに対応する少なくとも一つのパラメータの少なくとも一つの値を選択すること；および(ii) 前記変数のそれぞれに対応する少なくとも一つの時間変動する因子の値を計算し、各因子の値は少なくとも一つの第二の信号値に基づき、各因子を、いくつかの並列な動作シーケンスのうちの少なくとも一つのシーケンスにおける動作（該シーケンスは少なくとも一つのそのような動作を含む）において適用し、前記第二の信号のそれぞれに対応する信号を入力として取ること、のうちの少なくとも一方による。

10

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

【特許文献1】米国特許出願公開第2010/0066849号

30

【特許文献2】国際公開第2011/055288号

【特許文献3】国際公開第2011/042839号

【非特許文献】

【0011】

【非特許文献1】Verkruysse et al、"Remote plethysmographic imaging using ambient light"、Optics Express, 16(26), 22 December 2008, pp.21434-21445

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

潜在的には全面的な日光から夜間の寝室の光レベルまでの範囲がある変動する照明条件のもとで被験体の生命徵候を信頼できる仕方でかつ正確に取得するための装置および方法を提供することが目的である。

40

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明の第一の側面では、被験体の生命徵候を取得する装置が提示される。本装置は、被験体の画像フレームの集合を受領するインターフェースであって、画像フレームは、関連付けられたピクセル値を有する複数の画像ピクセルを含む、インターフェースと、画像フレームの前記集合から前記被験体の光体積変化記録法(PPG)信号を抽出する信号抽出ユニットと、前記被験体の所望される生命徵候に関して前記抽出されたPPG信号の情報内容を示す前記PPG信号の特徴を決定する信号評価ユニットと、前記抽出されたPPG信号の決

50

定された特徴に基づいて、かつ前記抽出されたPPG信号の前記決定された特徴の異なる値についてのいくつかのビニング構成を含むルックアップテーブルまたはその連続的もしくは離散的な関数に基づいてビニング構成を決定する処理ユニットであって、前記ビニング構成(binning configuration)は画像フレームの画像ピクセルのビニングを制御するために与えられる、処理ユニットと、決定されたビニング構成に基づいて画像フレームの画像ピクセルをビニングして、ビニングされた画像フレームを得るビニング・ユニットであって、前記信号抽出ユニットは、前記ビニングされた画像フレームから前記PPG信号を抽出するよう構成される、ビニング・ユニットと、前記抽出されたPPG信号から生命徵候情報を決定するための生命徵候決定ユニットとを有する。

【0014】

10

本発明の第二の側面では、被験体の生命徵候を得るために対応する方法が提示される。

【0015】

本発明のさらなる側面では、コンピュータ・プログラムであって、該コンピュータ・プログラムがコンピュータ上で実行されるときに本稿に開示される方法の段階をコンピュータに実行させるためのプログラム・コード手段を有するコンピュータ・プログラムならびにプロセッサによって実行されたときに本稿に開示される方法の実行を引き起こすコンピュータ・プログラム・プロダクトを記憶している非一時的なコンピュータ可読記録媒体が提供される。

【0016】

20

本発明の好ましい実施形態は従属請求項において定義される。特許請求される方法およびコンピュータ・プログラムは、特許請求される装置や従属請求項において定義されるのと同様のおよび／または同一の好ましい実施形態をもつことは理解されるものとする。

【0017】

画像信号におけるノイズは統計的に空間的な領域にわたって分布しているので、ノイズのある画像信号に対処する一つの可能性は、ビニングである。ビニングとは、(物理的な)ピクセルのクラスターを単一の(仮想)ピクセルに組み合わせることをいう。たとえば、 2×2 のビニングは通例、4つの(物理的)ピクセルのアレイを単一の、より大きな(仮想)ピクセルに組み合わせて全体的なピクセル数を減らすことをいう。その一つの欠点は、画像分解能も下がるということである。いくつかの市販のカメラは手動のビニング制御を提供する。すなわち、ユーザーが手動で、記録された画像に基づいて使われるべきビニング設定についての決定をすることができる。

30

【0018】

通例、目標は、合理的な程度の画像解像度を得るためにビニングされるピクセルの数を最小限に保ちながらも画像信号の十分な信号対雑音比を得るために十分な数のピクセルがビニングされるという意味で最適なビニング構成を適用することである。このように、ビニング構成の決定は、捕捉されるノイズと画像解像度との間のトレードオフと見ることができる。既知のアプローチは、手動で記録された画像の品質に基づいてビニング構成を選ぶこと、あるいはピクセルの輝度に基づいてビニング構成を決定することを必要とする。画像フレームがPPG信号を抽出し、それから生命徵候情報を決定するために使われる用途では、これらのアプローチは不十分なビニングが適用され、有意なPPG信号を抽出することができなくなるリスク、あるいはあまりに多くのピクセルがビニングされて画像フレームの解像度が不必要に低下してしまうリスクを冒す。

40

【0019】

これらの効果を避けるために、本発明は、抽出されたPPG信号から決定される特徴に基づいてビニング構成を決定することを提案する。PPG信号は抽出され、特にそれから抽出されるべき特定の生命徵候に関して評価される。このPPG信号(またはその特徴)に基づいて、それに基づいて生命徵候情報を決定できる有意なPPG信号を抽出することができながらも最小限の数のピクセルがビニングされるという意味で最適であるビニング構成が決定される。

【0020】

50

ビニング構成が自動的に決定され、手動で調整される必要がないことが本発明の利点である。本発明によれば、ビニング構成の決定は、直接、所望される生命徵候情報に基づき、環境照明条件の評価のみに基づくのではない。よって、決定されるビニング構成は、特定の所望される生命徵候に適応される。抽出されたPPG信号がすでに（十分な精度での）生命徵候情報の決定を許容する場合には、さらなるビニングは必要とされない。他方、抽出されたPPG信号およびそれから決定される特徴が生命徵候情報の十分に正確な抽出を許容しない場合には、ビニング構成は、よりよいPPG信号を得るために適応されることができる。それにより、生命徵候情報の決定のために必要とされるのでなければ、あまりに多くのピクセルのビニングは避けられる。このように、本稿で提案されるPPG信号の決定された特徴に基づいてビニング構成を決定することは、最適なビニング構成を選ぶことを許容する。別の生命徵候が所望される場合または照明条件が変化する場合には、ビニング構成は適応されることができる。本発明のコンテキストにおいて決定され、使用されうるPPG信号の特徴の例は、特に、信号対雑音比、分散または標準偏差などのゆらぎ指標、分位数（quantile）、平均値、トレンド、外挿されたもしくは投射された値、極値などを含む。
10

もう一つの実施形態では、処理ユニットは、前記抽出されたPPG信号の前記決定された特徴の異なる値についてのいくつかのビニング構成を含むルックアップテーブルまたはその連続的もしくは離散的な関数に基づいてビニング構成を決定するよう構成される。好適なビニング構成を決定するための一つの可能なアプローチは、前記抽出されたPPG信号の前記決定された特徴の異なる値についてのビニング構成を含むルックアップテーブルを利用することである。そのようなルックアップテーブルは、好適なビニング構成を定義するためにさらなる計算や処理が必要とされないという利点をもつ。
20

ルックアップテーブルは、複数のPPG信号の評価および異なる被験体についてのそれらの決定された特徴に基づいて決定されてもよい。好適なルックアップテーブルを得るために一つの可能性は、さまざまな環境照明条件のもとでいくつかの被験体についていくつかのPPG信号およびそれらの決定された特徴を実験的に決定することである。さらに、生命徵候は、接触センサーなどのような参照システムによってモニタリングされてもよい。次いで、前記抽出されたPPG信号に基づく前記リモートに決定された生命徵候情報は参照値と比較されてもよく、統計的考察に基づいて必要とされる精度が定義されてもよい（すなわち、許容可能な誤差を決定する）。すると、この実験的な評価が、適切なルックアップテーブルの定義のための基礎となりうる。あるいはまた、医療従事者は、抽出されたPPG信号およびそれから抽出された生命徵候情報が十分良好であるか否かを自分の経験に基づいて定義してもよい。
30

【0021】

上記の装置のある好ましい実施形態では、信号評価ユニットは、前記PPG信号の信号対雑音比を決定するよう構成されている。ここで、前記決定された特徴は、PPG信号の信号対雑音比に対応する。よって、不十分な信号対雑音比をもつ信号が、生命徵候情報の十分正確な抽出を許容しない場合には、よりよいPPG信号、すなわちより高い信号対雑音比をもつPPG信号を得るために、ビニング構成は適応されることができる。抽出されたPPG信号の信号対雑音比は、生命徵候情報についてのその有意性に関して、PPG信号の品質指標と解釈されてもよい。
40

【0022】

ある実施形態では、本装置はさらに、決定されたビニング構成に基づいて画像フレームの画像ピクセルをビニングして、ビニングされた画像フレームを得るビニング・ユニットを有する。ここで、前記信号抽出ユニットは、前記ビニングされた画像フレームから前記PPG信号を抽出するよう構成される。ビニング・ユニットが当該装置に含まれる場合、受領された画像フレームは当該装置内でビニングされてもよい。よって、受領された画像フレームにおけるピクセルは組み合わされて、新たな（仮想）ピクセルが決定され、ビニングされた画像フレームを与える。それにより、通例複数のピクセル、たとえば 2×2 のピクセル（もとのピクセル）が一つのピクセル（ビニングされた画像フレームにおける新しい
50

仮想ピクセル)に組み合わされる。ここで、ビニングされた画像フレームとは、前記インターフェースによって受領された受領画像フレームの一つにおける画像ピクセルのビニングに基づいて決定されている画像フレームをいう。前記さらなる処理、すなわちPPG信号の抽出は、次いで、ビニングされた画像フレームに基づいて実行される。このように、決定されたビニング構成は、受領された画像フレームを処理するために、直接使われる。

【0023】

もう一つの実施形態では、前記インターフェースは、ビニングされた画像フレームの集合を受領するよう構成され、ビニングされた画像フレームの画像ピクセルは、前記決定されたビニング構成に基づいてビニングされており、前記信号抽出ユニットは、前記ビニングされた画像フレームから改善されたPPG信号を抽出するよう構成される。上記の実施形態の代わりに、前記インターフェースによって受領される画像フレームは、前記インターフェースによって受領される前にビニングされた、すでにビニングされている画像フレームであってもよい。よって、ビニングは特に、フォトセンサー(イメージセンサーとも呼ばれる)で実行されていてもよい。該センサーは、画像フレームを取得したときに使われたものであり、対応するビニング機能を提供する。このように、当該装置によって決定されたビニング構成は、外部で提供された設定、すなわちビニング構成に基づいてピクセルのビニングを提供できるフォトセンサーに渡される。それにより、ビニングされた画像フレームは通常、フォトセンサー上で、複数の光感応性素子(時に物理的ピクセルとも称される)を一つの画像ピクセル(時に仮想画像ピクセルとも称される)に組み合わせることによって直接決定され、該仮想ピクセルに基づく画像フレーム(ビニングされた画像フレーム)が上記のように当該装置に提供される。次いで、本発明に基づく装置が、受領されたビニングされた画像フレームに基づいてすべてのさらなる処理を実行する。

10

【0024】

さらにもう一つの実施形態によれば、前記信号評価ユニットは、画像フレームの複数の画像ピクセルから平均ピクセル強度を決定するよう構成されており、前記処理ユニットは、前記平均ピクセル強度に基づき、かつ前記抽出されたPPG信号の前記決定された特徴に基づき、ビニング構成を決定するよう構成される。この実施形態の基本的発想は、抽出されたPPG信号またはその特徴とは別に、環境照明条件の指標を追加的に使用することである。そのような指標を決定する一つの可能性は、画像フレームの複数の画像ピクセルから平均ピクセル強度を抽出することである。この複数の画像ピクセルは、近隣の画像ピクセル、ランダムに選ばれた画像ピクセル、特定の領域の画像ピクセル、特定の光スペクトルについてのピクセル値を与える画像ピクセルまたは画像フレームの前記画像ピクセルの他の部分集合を指していてもよい。次いで、この決定された平均ピクセル強度も、抽出されたPPG信号の前記決定された特徴に加えて、ビニング構成を決定するときに考慮される。これは、画像フレームが、被験体の生命徵候情報の抽出とは別に、ビデオ・ストリームの表示などといった他の用途にも使われる場合に特に有利でありうる。また、追加的に環境照明条件を含めることは、たとえば血中酸素飽和度の場合など、種々のスペクトル帯域の評価に依拠する生命徵候抽出が考慮される場合に有用であるビニング構成を決定することを許容する。ここで、平均化は、重み付けされた平均を計算することもある。

20

30

【0025】

もう一つの実施形態では、当該装置はさらに、あらかじめ定義されたスペクトル範囲における現在の光強度を表わすスペクトル強度を取得するために、光センサー、特にフォトダイオードを有する。ここで、前記処理ユニットは、前記スペクトル強度に基づき、かつ前記抽出されたPPG信号の前記決定された特徴に基づき、ビニング構成を決定するよう構成される。画像フレームの画像ピクセルを評価することによる環境照明条件の指標の決定の代わりにまたはそれに加えて、環境の照明についての比較可能な情報を取得するために、専用の光センサーを利用することも可能である。それにより、専用の光センサー、特にフォトダイオードを利用することは、特定のスペクトル帯域において現在の環境照明条件についての情報を得ることを許容する。たとえば所望される生命徵候が異なる光ス

40

50

ペクトルから抽出されたPPG信号を処理することを要求する場合（たとえば、血中酸素飽和度）、これら異なる光スペクトルにおいてスペクトル強度を決定することが有利であることがある。このために、本実施形態では、専用の光センサーが使われる。環境照明条件の指標の上記の決定に比べて、追加的な光センサーを含めることは、非常に特定的な帯域幅について、あるいは揺動する照明条件を示す環境について、より高い精度を提供しうる。

【0026】

さらにもう一つの実施形態では、前記信号評価ユニットは、画像フレームにおいて実質的に一様なピクセル値をもつ近隣の画像ピクセルの集合を決定し、近隣の画像ピクセルの前記集合のピクセル値の変動指標を決定するよう構成される。前記変動指標は、それらのピクセル値の変動を示す。さらに、前記処理ユニットは、前記変動指標に基づき、かつ前記抽出されたPPG信号の前記決定された特徴に基づいて、ビニング構成を決定するよう構成される。近隣の画像ピクセルの集合のピクセル値の変動指標を決定することも有用であることがありうる。それにより、近隣の画像ピクセルは特に、実質的に一様な領域をなす空間的に隣り合う画像ピクセルを指す。PPG信号抽出のコンテキストでは、そのような実質的に一様な領域は、しばしば有意なPPG信号の抽出のために使われる。それにより、単一ピクセルを評価することとは別に、PPG信号はしばしば、一様な領域の複数のピクセルの合同評価および組み合わせに基づいて抽出される。単一の外れ値ピクセルに対してより堅牢な信号を与えるために、これらのピクセルのピクセル値はたとえば、平均によって組み合わされてもよい。この実施形態によれば、前記抽出されたPPG信号の前記決定された特徴とは別に、画像フレーム中のそのような一様な領域について決定された変動指標にさらにに基づいて、ビニング構成を決定することが提案される。そのような変動指標を含めることは、PPG信号抽出が実質的に一様な領域の複数の画像ピクセルに基づく場合にビニング構成を最適に選ぶことを許容しうる。実質的に一様な領域とは、特に、ピクセル値（たとえば強度、色および／または輝度値など）が、中心地などのある範囲内、たとえばある割合以内または絶対的なある範囲内である領域と称されてもよい。変動指標についての例はピクセル値の標準偏差または分散を含んでいてもよい。

【0027】

さらにもう一つの実施形態では、前記信号評価ユニットは、PPG信号のフーリエ変換を決定し、それからあらかじめ定義された帯域幅におけるエネルギーの割合を決定し、あらかじめ定義された帯域幅におけるエネルギーの前記割合に基づいてPPG信号の信号対雑音比を計算するよう構成される。この実施形態によれば、PPG信号の前記決定された特徴は、PPG信号の信号対雑音比に対応し、あらかじめ定義された帯域幅におけるPPG信号のエネルギーの前記割合に基づく。この帯域幅は通常、所望される生命徵候に依存する。たとえばPPG信号から被験者の心拍数を抽出することが望まれる場合には、このPPG信号の信号対雑音比は、心拍数に関連する帯域幅、たとえば0.5～3HzにおいてPPG信号に含まれるエネルギーの前記割合を計算することによって決定されてもよい。信号のフーリエ変換に基づいて決定されるエネルギーのこの割合がたとえばある閾値を超えていれば、抽出されたPPG信号は、所望される生命徵候情報の抽出のために好適であると考えられてもよい。すると、さらなるビニングは必要とされなくてもよい。信号対雑音比（または他の決定される特徴）が低すぎる場合には、さらなるビニング（すなわち、別のビニング構成）が要求されてもよい。すると、ビニングされた画像フレームに基づいて決定されたPPG信号の信号対雑音比（または他の決定される特徴）が再び決定されてもよく、前記信号が十分良好であるか否かが判断されてもよい。

【0028】

もう一つの実施形態では、ビニング構成は、ビニングされた画像フレームを決定するためにビニングすべき画像ピクセルの量および／または空間的パターンを含む。より具体的には、この実施形態に基づくビニング構成は、ビニングされた画像フレームの画像ピクセルに組み合わされるべき画像ピクセルの数またはその空間的パターンを指してもよい。特に関連する例は、正方形の2×2または3×3のピクセルまたは十字形（空間的パターン）

10

20

30

40

50

をなす5つのピクセルの集合をビニングすることである。画像ピクセルまたは光検出器の光感応性素子の配列に依存して、さまざまな他の空間的パターンまたは数が可能である。決定されたビニング構成はそのような情報を含んでいてもよい。_____

【0029】

もう一つの実施形態によれば、前記処理ユニットは、前記抽出されたPPG信号の前記決定された特徴、画像フレームの複数の画像ピクセルの平均ピクセル強度、光センサー、特にフォトダイオードによって取得されるスペクトル強度および画像フレームにおいて実質的に一様なピクセル値をもつ近隣のピクセルのピクセル値の変動指標のうちの少なくとも一つの、異なる値についてのいくつかのビニング構成を含むルックアップテーブルに基づいてビニング構成を決定するよう構成される。この実施形態によれば、ルックアップテーブルは、特に、多次元の仕方で構成されてもよい。すなわち、二つ以上のパラメータの組み合わせについてビニング構成を与えてよい。一つの例は、スペクトル強度に基づく第一の選択にあってもよい。次いで、決定されたスペクトル強度について、前記抽出されたPPG信号の前記決定された特徴の異なる値に基づく第二の選択が提供されてもよい(すなわち、複数のビニング構成の提供)。この実施形態の利点は、決定されるビニング構成が、特定の環境からまたは特定の所望される生命徵候から帰結するニーズに応じて適応されうるということである。

10

【0030】

さらにもう一つの実施形態では、上記の装置はさらに、被験体の画像フレームを取得するための撮像ユニットを有する。たとえばCCDまたはCMOSフォトセンサーを有する撮像ユニットが本発明に基づく装置の一部である場合、早くもフォトセンサーのレベルでの、特にフォトセンサーの光感応性素子の読みをAD変換する前でのビニング構成の考察が、容易にされうる。すると、当該装置は、被験体の生命徵候を得るために生命徵候機能を含むカメラ装置に対応しうる。前記カメラ装置は、前記抽出されたPPG信号に基づく自動的なビニングを提供する。前記撮像ユニット内において、ビニングされた画像フレームに基づいて決定される画像またはビデオ・ストリームの品質を改善するための画質処理ユニットも含まれることも可能でありうる。カメラが画像またはビデオ・ストリームを提供するためにも使われる場合、改善された画質を得るために、この画像またはビデオ・ストリームは、そのような画質処理ユニットによって後処理されてもよい。

20

【0031】

本発明のさらにもう一つの実施形態では、前記撮像ユニットは、取得された画像フレームに基づき、かつビニング構成に基づき、ビニングされた画像フレームを決定するためのビニング制御モジュールを含む。そのようなビニング制御モジュールは、フォトセンサーの一部であってもよく、別個のモジュールに含まれてもよい。

30

【図面の簡単な説明】

【0032】

本発明のこれらおよび他の側面は、以下に記載される実施形態から明白となり、これを参照することで明快にされるであろう。

【図1】本発明に基づく被験体の生命徵候情報を得るために装置の実施形態を含む例示的な被験体モニタリング・セットアップを示す図である。

40

【図2】本発明に基づく装置のある実施形態の概略図である。

【図3】種々のビニング構成に基づく画像フレームからの抽出されたPPG信号の見本を示す図の一つである。

【図4】種々のビニング構成に基づく画像フレームからの抽出されたPPG信号の見本を示す図の一つである。

【図5】種々のビニング構成に基づく画像フレームからの抽出されたPPG信号の見本を示す図の一つである。

【図6】本発明に基づく装置のさらなる実施形態の概略図を示す図である。

【図7】本発明に基づく装置のさらなる実施形態の概略図を示す図である。

50

【図8】本発明に基づく装置の実施形態において使われる例示的なルックアップテーブルを示す図である。

【図9】本発明に基づく装置の実施形態において使われる例示的なルックアップテーブルを示す図である。

【図10】本発明に基づく装置の実施形態の別の概略図である。

【図11】本発明に基づく方法を示す概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0033】

図1は、本発明に基づく被験体14の生命徵候を得るための装置12を含むモニタリング・システム10のある例示的な実施形態を示している。被験体14、すなわち患者は、たとえば病院または他のヘルスケア施設においてベッド16に横たわっている。被験体14の生命徵候をモニタリングすることが所望される。このために、被験体14の画像フレームが、好適なフォトセンサーを含むカメラ18によって捕捉される。カメラ18は記録された画像フレームを装置12に転送する。その中で、記録された画像フレームからPPG信号が抽出され、生命徵候情報が決定される。装置12はさらに、決定された生命徵候情報を表示するためおよび/または医療人員に装置12、カメラ18もしくはモニタリング・システム10の設定を変更するためのインターフェースを提供するためのケア担当者インターフェース20に接続されている。そのようなケア担当者インターフェースは、種々のディスプレイ、ボタン、タッチスクリーン、キーボードまたは他の人間機械インターフェース手段を有していてもよい。

【0034】

図1に示されるモニタリング・システム10は、たとえば、病院、ヘルスケア施設、高齢者介護施設などに位置していてもよい。患者のモニタリングとは別に、本発明は、新生児モニタリング、一般監視用途、セキュリティー・モニタリングまたはフィットネス設備のようないわゆるライブスタイル環境などのような他の分野でも応用されうる。装置12、カメラ18およびケア担当者インターフェース20の間の単方向または双方通信は、無線もしくは有線の通信インターフェースを介して機能しうる。本発明の他の実施形態は、カメラ18またはケア担当者インターフェース20において統合される装置を含んでいてもよい。

【0035】

図2は、本発明に基づく装置12の第一の実施形態12aのより詳細な概略図を示している。装置12aは、被験体の画像フレーム24の集合を受領するためのインターフェース22を有することが示されている。それにより、インターフェース22は、有線もしくは無線のネットワーク接続、任意の種類のシリアル接続または他の標準もしくは非標準の通信インターフェースに対応しうる。受領された画像フレーム24は特に、たとえば(デジタル)カメラにおける、アナログまたはデジタル・フォトセンサーによって捕捉されたビデオ・シーケンスに対応しうる。そのようなカメラは通例、CMOSまたはCCDセンサーのようなフォトセンサーを含む。該センサーは特定のスペクトル範囲(可視、IR)で動作してもよく、あるいは種々のスペクトル範囲について情報を提供してもよい。カメラはアナログまたはデジタル信号を与えうる。画像フレーム24は、関連付けられたピクセル値をもつ複数の画像ピクセルを含む。特に、画像フレームは、フォトセンサーの種々の光感応性素子を用いて捕捉された光強度値を表わすピクセルを含む。これらの光感応性素子は特定のスペクトル範囲(すなわち、特定の色を表わす範囲)において感度をもちうる。画像フレームは、被験体の皮膚部分を表わす少なくともいくつかの画像ピクセルを含む。それにより、画像ピクセルは、光検出器の一つの光感応性素子またはその(アナログまたはデジタルの)出力に対応してもよく、あるいは前記光感応性素子のうちの複数の組み合わせ(ビニング)に基づいて決定されてもよい。

【0036】

本発明に基づく装置12aはさらに、画像フレーム24の集合から被験体のPPG信号を抽出するための信号抽出ユニット26を含む。そのような信号抽出ユニット26は特に、

10

20

30

40

50

アナログまたはデジタル信号プロセッサに対応してもよい。PPG信号は特に、画像フレーム24の時系列に基づいて決定される光強度のゆらぎを表わす信号に対応してもよい。そのようなPPG信号は、心拍数、呼吸数または血中酸素飽和度のような被験体の生命徵候を表わしうる。信号抽出ユニット26は特に、複数の画像ピクセルに基づき、および／または時間連続的な諸画像フレームの系列に基づき、前記PPG信号を抽出してもよい。

【0037】

装置12aはさらに、信号評価ユニット28を有する。この信号評価ユニット28において、PPG信号は評価され、その特徴が決定される。以下の例においては、PPG信号の信号対雑音比がPPG信号の決定された特徴に対応して決定される。それにより、PPG信号の信号対雑音比は特に、PPG信号の品質指標に対応する。しかしながら、抽出されたPPG信号の一つまたは複数の他の特徴が、信号対雑音比と同じまたは類似の仕方で使用されてもよい。10

【0038】

前記抽出されたPPG信号の信号対雑音比に基づいてビニング構成を決定するために、処理ユニット30が設けられる。ひとたびビニング構成が決定されたら、該ビニング構成はフォトセンサーに与えられてもよく（適用されるべきビニングを構成設定することを許容する）、あるいは画像ピクセルを組み合わせてビニングされた画像フレームを得るために、受領された画像フレームに適用されてもよい。ここで、ビニングとは、画像ピクセルを組み合わせることをいう。ビニング構成は、この組み合わせがどのように計算されるべきかを記述する。特に、ビニング構成は、何個のピクセルが組み合わされるべきか、どんなパターンに従ってピクセルが組み合わされるべきかおよび／または組み合わせはどのように実行されるべきか（たとえば、平均、重み付けされた平均またはピクセル値もしくはその部分集合の他の関数）を記述する。20

【0039】

装置12aはさらに、抽出されたPPG信号から生命徵候情報を決定するための生命徵候決定ユニット32を有する。ここで、生命徵候情報は、たとえば、脈拍数もしくは呼吸数、血中酸素飽和度、体温、脈波伝搬時間、ECG信号またはそのようなパラメータの関数／組み合わせ／微分を指しうる。この決定された生命徵候情報は次いで、たとえばモニタリングされる被験体の健康状態を評価するために、データベースまたはケア担当者インターフェースに通信される。

【0040】

ここで、信号抽出ユニット26、信号評価ユニット28、処理ユニット30および生命徵候決定ユニットは、本発明がどこでどのように適用されるかに依存して、一つまたは複数のデジタルまたはアナログ・プロセッサに含まれてもよい。種々のユニットは、完全にまたは部分的にソフトウェアで実装され、カメラ装置のような被験体の画像フレームを得るために装置に接続されたパーソナル・コンピュータで実行されてもよい。要求される機能の一部または全部は、ハードウェアにおいて、たとえば特定用途向け集積回路（ASIC）またはフィールド・プログラマブル・ゲート・アレイ（FPGA）において実装されてもよい。30

【0041】

図3ないし図5では、リモートPPG信号取得がどのようにAD変換段階によって影響されるかが、シミュレーションされた低光量条件において示されている。示されるPPG信号は、フォトセンサー（すなわちイメージセンサー）と組み合わせた対応するフィルタと組み合わせたIR領域における狭波長光源によって照明される画像から抽出されたものである。図3では、PPG信号は、全くビニングされていない画像フレームから抽出されている。抽出されたPPG信号が強いノイズ成分を示す、すなわち低い信号対雑音比をもつことが見て取れる。そのようなPPG信号は、PPG信号に基づく生命徵候情報の抽出を難しくするおよび／または不正確な生命徵候推定につながる可能性がある。図4では、 2×2 ビニングが適用されたビニングされた画像フレームから抽出されたPPG信号が示されている。抽出されたPPG信号はすでに、図3に示したPPG信号より高い信号対雑音比を示すことが見て取れる。図5は、 4×4 ビニングが適用されたビニングされた画像フレームから抽出されたPPG信号4050

を示している。図3から図5へとビニング値の増大とともにPPG信号がますます顕著になることが明瞭に見て取れる。図3、図4、図5に示される例では、利得以外のすべての他のカメラ設定は同一のままであった。画像解像度における経験される低下は、特にビデオ・ストリーム可視化が必要とされる用途では、欠点である。したがって、抽出されたPPG信号に基づいて適切なビニング設定（すなわち、ビニング構成）を決定することが本発明の目標である。

【0042】

ここで、信号対雑音比を抽出することは、特に、フーリエ領域における信号の有用または有意な部分（実施形態に依存して基本成分および高調波成分）のエネルギーと、スペクトルの残りに含まれるエネルギーとの比を計算することを含む。その際、比は、10

$$|FFT(s)_i| / |FFT(s)_j|$$

を計算することによって決定される。ここで、 i は所望される生命徵候信号の基本周波数（および高調波）のFFTビンを表わし、 j は残りのFFTビン（ノイズ）を表わす。たとえば、所望される生命徵候が患者の心臓に対応する場合、フーリエ領域における有用な信号のエネルギーの比を抽出することは、特に、PPG信号における0.5ないし3Hzの範囲内のエネルギーの比率を決定することに対応してもよい。ここで、0.5ないし3Hzは1分当たり30から180拍の間の心拍数に対応する。対応する範囲は、呼吸数または血中酸素飽和度について決定されることもできる。

【0043】

ここで、ビニング構成の決定、すなわちカメラまたはフォトセンサー設定の適応が、初期化フェーズの間にまたは連続的に（たとえば毎奇数画像フレームを使ってカメラ設定を自動的に調整し、毎偶数フレームを使ってPPG測定を実行する）影響されることができることが特に重要である。20

【0044】

図6では、本発明に基づく装置12のもう一つの実施形態12bが示されている。示される装置12bは、上述したインターフェース22と、信号抽出ユニット26と、信号評価ユニット28と、処理ユニット30と、生命徵候決定ユニット32とを有する。これらに加えて、画像フレームの画像ピクセルをビニングするためのビニング・ユニット34が含まれる。このビニング・ユニット34は、インターフェース22によって受領された画像フレーム24に基づいて、ビニングされた画像フレームを決定するために、処理ユニット30によって決定されるビニング構成を利用してよい。こうして、PPG信号の信号対雑音比が信号評価ユニット28において解析され、処理ユニット30において前記抽出されたPPG信号のよりよい信号対雑音比を得るために、ビニング構成が変更または適応される必要があるかどうかが判定される。次いで、この決定されたビニング構成がビニング・ユニット34にフィードバックされて、はいってくる画像フレーム24は、信号抽出ユニット26におけるPPG信号の抽出の前に、ビニング・ユニット34におけるビニングにかけられる。30

【0045】

図7では、本発明に基づく装置12のさらにもう一つの実施形態12cが示されている。上述したインターフェース22と、信号抽出ユニット26と、信号評価ユニット28と、処理ユニット30と、生命徵候決定ユニット32とは別に、光センサー36も含まれている。この光センサー36は、あらかじめ定義されたスペクトル範囲において現在の光強度を表わすスペクトル強度を取得することを許容する。そのような光センサー36は特に、特定のスペクトル範囲における光強度を（通例は電圧スケール上で）表わす出力信号を提供するフォトダイオードによって表わされてもよい。このスペクトル強度は次いで、処理ユニット30においてビニング構成を決定することにおいて使われることもできる。40

【0046】

図8は、抽出されたPPG信号の種々の信号対雑音比についてビニング構成を与えるルックアップテーブル38の例を示している。そのようなルックアップテーブル38は、抽出されたPPG信号の信号対雑音比の、ルックアップテーブルにおけるあらかじめ決定された50

信号対雑音比（またはその範囲／関数）との比較に基づいて、ビニング構成を決定するために使用できる。図示した例では、PPG信号の信号対雑音比が0.5dBより小さければ、 4×4 ピクセルをビニングすることに対応するビニング構成4が返される。そのようなルックアップテーブル38は、前記処理ユニットが前記抽出されたPPG信号の信号対雑音比に基づいてどのようにビニング構成を決定できるかの一例を表わす。他の例は、PPG信号の信号対雑音比からビニング構成を直接決定する数学的な関数を含んでいてもよい。ルックアップテーブルは、たとえば、種々の光条件のもとで種々の患者の実験的研究およびそれに基づく統計的考察から得られてもい。さらに、（たとえば経験のある医療従事者による）専門家の判断が考慮されることができる。

【0047】

10

図9は、フォトダイオードによって決定される種々の電圧出力についてビニング構成を与えるルックアップテーブル40のさらなる例を示している。図9の例によれば、フォトダイオードが出力電圧 $> 4V$ をもつ場合にはビニングは必要とされない（すなわち、ビニング構成1）。こうして、十分な環境光のある環境では、ビニングは適用されない。使用されるルックアップテーブルの他の例は、複数のパラメータ、たとえば抽出されたPPG信号の信号対雑音比およびフォトダイオードの電圧出力の組み合わせについて適切なビニング構成を与える多次元ルックアップテーブルを含む。こうして、ルックアップテーブルは、第一段階では抽出されたPPGの信号対雑音比が考慮され、次いで第二段階においてフォトダイオードの電圧出力が考慮される多層構造と見ることができる。このように、図8および図9の二つの示されるルックアップテーブルに基づく一例は、次元（PPG、SNRおよび電圧出力）当たり三つのエントリーを有する多次元ルックアップテーブルからなることができ、これは全部で9個のエントリーにつながる。

20

【0048】

図10は、本発明に基づく装置42のさらにもう一つの実施形態である。装置42はさらに、上記のような種々のユニット22、26、28、30、32に加えて撮像ユニット44を有する。装置42の図示した実施形態は、このように、特に、被験体の生命徵候情報ならびに被験体のビデオ・シーケンスもしくは画像を取得するためのカメラ装置に対応する。本発明の要素の異なる他の組み合わせが一般に可能である。

【0049】

30

図11は、本発明に基づく方法であって、被験体の画像フレームの集合を受領する段階（ステップS10）と、被験体のPPG信号を抽出する段階（ステップS12）と、そのPPG信号の信号対雑音比を決定する段階（ステップS14）と、それに基づいてビニング構成を決定する段階（ステップS16）と、抽出されたPPG信号から生命徵候情報を決定する段階（ステップS18）とを含む方法を示している。そのような方法は、特に、パーソナル・コンピュータ上でまたはカメラもしくはモニタリング・システムに含まれるプロセッサ上で実行されてもよい。そのような方法はまた、病院情報システムなどにおける中央処理ユニットにおいて部分的または完全に実行されてもよい。

【0050】

本発明は図面および上記の記述において詳細に示され、記述されているが、そのような図示および記述は例解または例示するものと考えられるべきである。本発明は開示されている実施形態に限定されるものではない。開示されている実施形態に対する他の変形が、図面、本開示および付属の請求項の吟味から、特許請求される発明を実施する際に当業者によって理解され、実施されることができる。

40

【0051】

請求項において、「有する／含む」の語は他の要素やステップを排除するものではない。単数表現は複数を排除するものではない。单一の要素または他のユニットが請求項において記述されているいくつかの項目の機能を充足してもよい。ある種の施策が互いに異なる從属請求項において記載されているというだけの事実が、これらの施策の組み合わせが有利に使用できないことを示すものではない。

【0052】

50

コンピュータ・プログラムは、他のハードウェアと一緒にまたは他のハードウェアの一部として供給される光記憶媒体または半導体媒体のような好適な非一時的媒体上で記憶／頒布されてもよく、あるいはインターネットまたは他の有線もしくは無線の遠隔通信システムを介してなど他の形で頒布されてもよい。

【0053】

請求項に参照符号があったとしても、範囲を限定するものと解釈するべきではない。

いくつかの態様を記載しておく。

[態様 1]

被験体の生命徵候を取得する装置であって、

被験体の画像フレームの集合を受領するインターフェースであって、画像フレームは、 10
関連付けられたピクセル値を有する複数の画像ピクセルを含む、インターフェースと；
画像フレームの前記集合から前記被験体の光体積変化記録法（PPG）信号を抽出する信
号抽出ユニットと；

前記被験体の所望される生命徵候に関して前記抽出されたPPG信号の情報内容を示す前
記PPG信号の特徴を決定する信号評価ユニットと；

前記抽出されたPPG信号の決定された特徴に基づいてビニング構成を決定する処理ユニ
ットであって、前記ビニング構成は画像フレームの画像ピクセルのビニングを制御するた
めに与えられる、処理ユニットと；

前記抽出されたPPG信号から生命徵候情報を決定するための生命徵候決定ユニットとを
有する、 20
装置。

[態様 2]

前記信号評価ユニットは、前記PPG信号の信号対雑音比、ゆらぎ指標、分位数、平均値
、トレンド、外挿されたもしくは投射された値および／または極値を決定するよう構成さ
れている、態様 1 記載の装置。

[態様 3]

決定されたビニング構成に基づいて画像フレームの画像ピクセルをビニングして、ビニ
ングされた画像フレームを得るビニング・ユニットをさらに有しており、前記信号抽出ユ
ニットは、前記ビニングされた画像フレームから前記PPG信号を抽出するよう構成され
る、態様 1 記載の装置。 30

[態様 4]

前記インターフェースは、ビニングされた画像フレームの集合を受領するよう構成され
、ビニングされた画像フレームの画像ピクセルは、前記決定されたビニング構成に基づい
てビニングされており、

前記信号抽出ユニットは、前記ビニングされた画像フレームから、改善されたPPG信号
を抽出するよう構成されている、

態様 1 記載の装置。

[態様 5]

前記信号評価ユニットは、画像フレームの複数の画像ピクセルから平均ピクセル強度を
決定するよう構成されており、前記処理ユニットは、前記平均ピクセル強度に基づき、か
つ前記抽出されたPPG信号の前記決定された特徴に基づき、前記ビニング構成を決定する
よう構成されている、態様 1 記載の装置。 40

[態様 6]

あらかじめ定義されたスペクトル範囲における現在の光強度を表わすスペクトル強度を
取得するために、光センサー、特にフォトダイオードを有しており、前記処理ユニットは
、前記スペクトル強度に基づき、かつ前記抽出されたPPG信号の前記決定された特徴に基
づき、前記ビニング構成を決定するよう構成される、態様 1 記載の装置。

[態様 7]

前記信号評価ユニットは、画像フレームにおいて実質的に一様なピクセル値をもつ近隣
の画像ピクセルの集合を決定し、近隣の画像ピクセルの前記集合のピクセル値の変動指標 50

を決定するよう構成されており、前記変動指標は、それらのピクセル値の変動を示し、前記処理ユニットは、前記変動指標に基づき、かつ前記抽出されたPPG信号の前記決定された特徴に基づいて、前記ビニング構成を決定するよう構成されている、
態様 1 記載の装置。

[態様 8]

前記信号評価ユニットは、
前記PPG信号のフーリエ変換を決定し、それからあらかじめ定義された帯域幅におけるエネルギーの割合を決定し、
あらかじめ定義された帯域幅におけるエネルギーの前記割合に基づいて前記PPG信号の信号対雑音比を計算するよう構成されている、
態様 1 記載の装置。

10

[態様 9]

前記ビニング構成は、ビニングされた画像フレームを決定するためにビニングするべき画像ピクセルの量および/または空間的パターンを含む、態様 1 記載の装置。

[態様 10]

前記処理ユニットは、前記抽出されたPPG信号の前記決定された特徴の異なる値についてのいくつかのビニング構成を含むルックアップテーブルまたはその連続的もしくは離散的な関数に基づいて前記ビニング構成を決定するよう構成されている、態様 1 記載の装置。

20

[態様 11]

前記処理ユニットは、
画像フレームの複数の画像ピクセルの平均ピクセル強度；
光センサー、特にフォトダイオードによって取得されるスペクトル強度；および
画像フレームにおいて実質的に一様なピクセル値をもつ近隣のピクセルのピクセル値の変動指標
のうちの少なくとも一つの、異なる値についてのいくつかのビニング構成を含むルックアップテーブルに基づいて前記ビニング構成を決定するよう構成される、
態様 1 記載の装置。

[態様 12]

被験体の画像フレームを取得するための撮像ユニットをさらに有する、態様 1 記載の装置。

30

[態様 13]

前記撮像ユニットは、取得された画像フレームに基づき、かつ前記ビニング構成に基づきビニングされた画像フレームを決定するためのビニング制御モジュールを含む、態様 1 記載の装置。

[態様 14]

被験体の生命徵候を取得する方法であって、
被験体の画像フレームの集合を受領する段階であって、画像フレームは、関連付けられたピクセル値を有する複数の画像ピクセルを含む、段階と；
画像フレームの前記集合から前記被験体の光体積変化記録法（PPG）信号を抽出する段階と；
前記被験体の所望される生命徵候に関して前記抽出されたPPG信号の情報内容を示す前記PPG信号の特徴を決定する段階と；

40

前記抽出されたPPG信号の決定された特徴に基づいてビニング構成を決定する段階であって、前記ビニング構成は画像フレームの画像ピクセルのビニングを制御するために与えられる、段階と；

前記抽出されたPPG信号から生命徵候情報を決定する段階とを含む、
方法。

[態様 15]

コンピュータ上で実行されたときに該コンピュータに態様 1 記載の方法の段階を実行

50

させるためのプログラム・コード手段を有するコンピュータ・プログラム。

【図1】

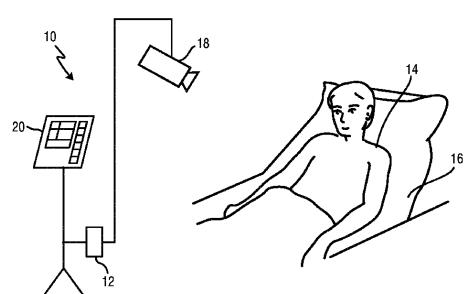


FIG.1

【図2】

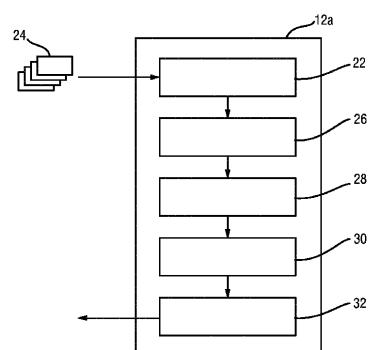
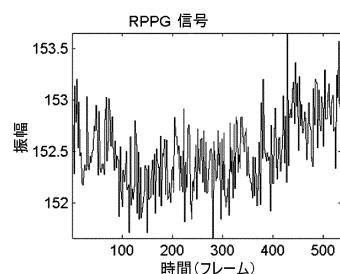
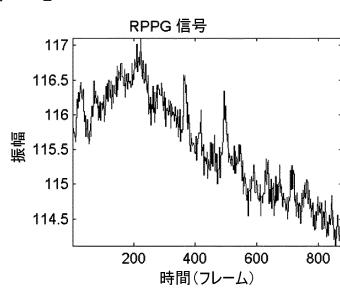


FIG.2

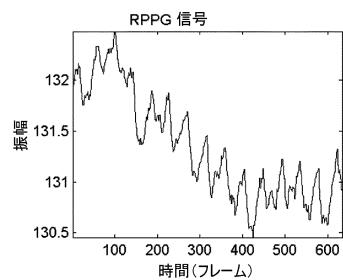
【図3】



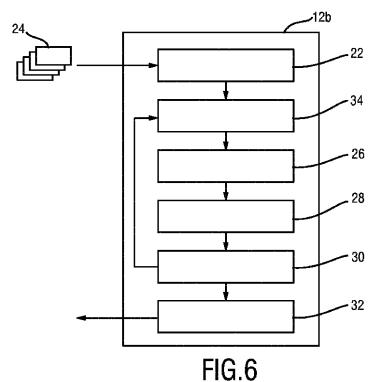
【図4】



【図5】



【図6】



【図7】

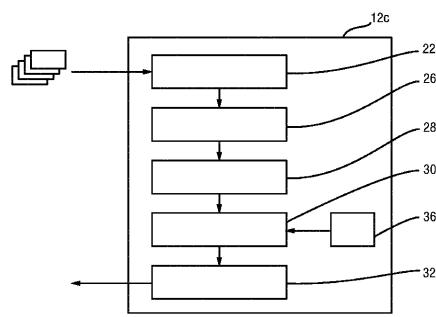


FIG.7

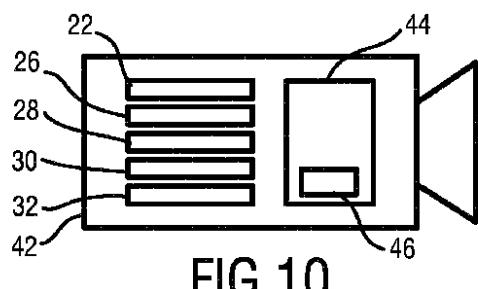
【図8】

38	
PPG SMR	ピニング構成
[>2] dB	1
[0.5-2] dB	2
[<0.5] dB	4

【図9】

40	
Voltage output	ピニング構成
[>4] Volts	1
[2-4] Volts	2
[<2] Volts	4

【図10】



【図11】

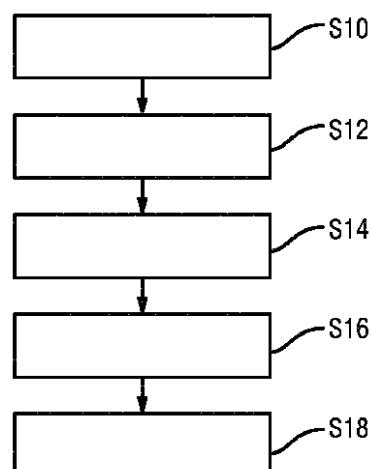


FIG.11

フロントページの続き

(74)代理人 100091214

弁理士 大貫 進介

(72)発明者 ジャンヌ , ヴァンサン

オランダ国 , 5656 アーエー アインドーフェン , ハイ・テク・キャンパス 5

(72)発明者 ステルケン , ヘンドリキュス ペトリュス マリア

オランダ国 , 5656 アーエー アインドーフェン , ハイ・テク・キャンパス 5

審査官 山口 裕之

(56)参考文献 特表2012-519527 (JP, A)

特開2013-056001 (JP, A)

国際公開第2012/093358 (WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 5/02

A61B 5/08