



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(51) МПК

A61B 5/024 (2006.01)

A61B 5/00 (2006.01)

A61B 5/021 (2006.01)

A61B 5/11 (2006.01)

A61B 5/0205 (2006.01)

A61N 1/05 (2006.01)

A61N 1/365 (2006.01)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

A61B 5/0205 (2006.01); A61B 5/02416 (2006.01); A61B 5/1102 (2006.01); A61B 5/1118 (2006.01); A61N 1/36542 (2006.01)

(21)(22) Заявка: 2015128271, 06.12.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
06.12.2013

Дата регистрации:
28.05.2018

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
14.12.2012 US 61/737,410

(43) Дата публикации заявки: 23.01.2017 Бюл. № 3

(45) Опубликовано: 28.05.2018 Бюл. № 16

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 14.07.2015

(86) Заявка РСТ:
IB 2013/060707 (06.12.2013)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2014/091382 (19.06.2014)

Адрес для переписки:
129090, Москва, ул. Б. Спасская, 25, строение 3,
ООО "Юридическая фирма Городисский и
Партнеры"

(72) Автор(ы):

ГРОСС Брайан Дэвид (NL)

(73) Патентообладатель(и):

КОНИНКЛЕЙКЕ ФИЛИПС Н.В. (NL)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: US 2011270048 A1, 03.11.2011. US
2006084879 A1, 20.04.2006. WO 2010/095064
A1, 26.08.2010. US 2010145201 A1, 10.06.2010.
US 7794406 B2, 14.09.2010. EP 1908401 A1,
09.04.2008. RU 2426491 C1, 20.08.2011.

(54) СИСТЕМА И СПОСОБ ОБНАРУЖЕНИЯ ЗНАЧИМЫХ АРИТМИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ
ПОСРЕДСТВОМ ФОТОПЛЕТИЗМОГРАММЫ (PPG) И АКСЕЛЕРОМЕТРА

(57) Реферат:

Изобретение относится к медицинской технике. Медицинская система для обнаружения аритмических событий содержит PPG-датчик, размещенный на пациенте или внутри него, с возможностью передачи PPG-сигнала в процессор. Акселерометр размещен на пациенте или внутри него с возможностью передачи сигналов пульса и дыхания в процессор. Процессор сконфигурирован с возможностью приема фотоплетизмографического сигнала,

сформированного с использованием PPG-датчика, приема сигнала пульса и дыхания, сформированного с использованием акселерометра, выделения признаков из PPG-сигнала для формирования векторов PPG-признаков. Формирование векторов PPG-признаков включает выделение признаков из сигнала пульса для формирования векторов признаков пульса. Производят коррелирование векторов PPG-признаков с векторами признаков

пульса и оценку коррелированных векторов PPG-признаков и коррелированных векторов признаков пульса для обнаружения аритмических событий. Признаки, выделяемые из PPG-сигнала, включают в себя интервалы между биениями пульса для пар смежных биений пульса последнего заданного числа биений пульса.

Признаки, выделяемые из сигнала пульса, включают в себя интервалы между биениями пульса для пар смежных биений пульса последнего заданного числа биений пульса. Изобретение позволяет упростить обнаружение аритмических событий. 7 з.п. ф-лы, 3 ил.

R U 2 6 5 5 4 4 3 C 2

R U 2 6 5 5 4 4 3 C 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.

A61B 5/024 (2006.01)*A61B 5/00* (2006.01)*A61B 5/021* (2006.01)*A61B 5/11* (2006.01)*A61B 5/0205* (2006.01)*A61N 1/05* (2006.01)*A61N 1/365* (2006.01)**(12) ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

A61B 5/0205 (2006.01); *A61B 5/02416* (2006.01); *A61B 5/1102* (2006.01); *A61B 5/1118* (2006.01); *A61N 1/36542* (2006.01)

(21)(22) Application: **2015128271, 06.12.2013**

(24) Effective date for property rights:
06.12.2013

Registration date:
28.05.2018

Priority:

(30) Convention priority:
14.12.2012 US 61/737,410

(43) Application published: **23.01.2017** Bull. № 3(45) Date of publication: **28.05.2018** Bull. № 16(85) Commencement of national phase: **14.07.2015**

(86) PCT application:
IB 2013/060707 (06.12.2013)

(87) PCT publication:
WO 2014/091382 (19.06.2014)

Mail address:
**129090, Moskva, ul. B. Spasskaya, 25, stroenie 3,
OOO "Yuridicheskaya firma Gorodisskij i Partnery"**

(72) Inventor(s):

GROSS Brajan Devid (NL)

(73) Proprietor(s):

KONINKLEJKE FILIPS N.V. (NL)

**(54) SYSTEM AND METHOD TO DETECT SIGNIFICANT ARRHYTHMIC EVENTS THROUGH A
PHOTOPLETHYSMOGRAM (PPG) AND ACCELEROMETER**

(57) Abstract:

FIELD: medicine.

SUBSTANCE: invention relates to medical equipment. Medical system for arrhythmic event detection comprises a PPG sensor located on or inside the patient, with the possibility of transmitting a PPG signal to the processor. Accelerometer is placed on or inside the patient with the possibility to transmit pulse and breath signals to the processor. Processor is configured with the possibility of receiving a photoplethysmogram signal generated using a PPG sensor, receiving a pulse and respiration signal generated using an accelerometer, extracting indicia

from the PPG signal to form the vectors of the PPG indicia. Formation of PPG-signs vectors includes the selection of signs from the pulse signal to form vectors of signs of the pulse. Correlation of PPG-signs vectors with vectors of pulse signs and estimation of correlated vectors of PPG-signs and correlated vectors of pulse signs for the detection of arrhythmic events are made. Characteristics extracted from the PPG signal include intervals between heartbeats for the pairs of adjacent heartbeats of the last predetermined number of heartbeats. Signs extracted from the heart rate signal include intervals between heartbeats for the pairs of

adjacent heartbeats of the last predetermined number of heartbeats.
EFFECT: invention makes it possible to simplify

the detection of arrhythmic events.
8 cl, 3 dwg

R U 2 6 5 5 4 4 3 C 2

R U 2 6 5 5 4 4 3 C 2

Настоящая заявка относится в общем к наблюдению за пациентом. Она находит конкретное применение, в частности, в связи со снижением частоты ложных тревог и описана ниже конкретно в отношении упомянутого применения. Однако следует понимать, что настоящая заявка также находит применение в других ситуациях применения и не обязательно ограничена вышеупомянутым применением.

Электрокардиографическое (ЭКГ) отслеживание кардиальных событий, например ишемии и аритмических событий, важно для обнаружения ухудшения состояния пациента. Интересующие аритмические события включают в себя, например, наступление и окончание фибрилляции или трепетания предсердий (A-Fib), желудочковой тахикардии (V-Tach), фибрилляции желудочков (V-Fib) и асистолии. Однако наблюдение посредством ЭКГ представляет ряд проблем.

Обычные ЭКГ технологии являются обременительными, трудоемкими с точки зрения обеспечения получения сигналов и дорогими. Во многих случаях, непрерывная ЭКГ требует значительного объема работы медицинских работников по поддержке надлежащего контакта электродов и отведений с кожей. Невыполнение упомянутого действия может приводить к ложному обнаружению кардиальных событий и ложным тревогам или событиям, не сопровождающимся клиническими мерами. Кроме того, даже при разработке технологических решений меньшего размера, более дешевых и пригодных для носки, многие из этих проблем по-прежнему существуют.

Настоящая заявка обеспечивает новые и усовершенствованные способы и системы, которые устраняют вышеупомянутые и другие проблемы.

В соответствии с одним аспектом предложена медицинская система для обнаружения аритмических событий. Система включает в себя по меньшей мере один процессор, запрограммированный с возможностью приема фотоплетизмографического (PPG) сигнала, сформированного с использованием PPG-датчика, размещенного на пациенте или внутри него, и приема сигнала пульса, сформированного с использованием акселерометра, размещенного на пациенте или внутри него. Кроме того, по меньшей мере один процессор запрограммирован с возможностью выделения признаков из PPG-сигнала в вектора PPG-признаков, выделения признаков из сигнала пульса в вектора признаков пульса, коррелирования векторов PPG-признаков с векторами признаков пульса и оценки коррелированных векторов PPG-признаков и коррелированных векторов признаков пульса для обнаружения аритмических событий.

В соответствии с другим аспектом предложен медицинский способ обнаружения аритмических событий. Принимаются PPG-сигнал, сформированный с использованием PPG-датчика, размещенного на пациенте или внутри него, и сигнал пульса, сформированный с использованием акселерометра, размещенного на пациенте или внутри него. Выделяют признаки из PPG-сигнала в вектора PPG-признаков и выделяются признаки из сигнала пульса в вектора признаков пульса. Вектора PPG-признаков коррелируют с векторами признаков пульса и коррелированные вектора PPG-признаков и коррелированные вектора признаков пульса для обнаружения аритмических событий оценивают для обнаружения аритмических событий.

В соответствии с другим аспектом предложена медицинская система для обнаружения аритмических событий. Система включает в себя первый блок выделения признаков, выделяющий признаки из PPG-сигнала в вектора PPG-признаков. PPG-сигнал формируется с использованием PPG-датчика, размещенного на пациенте или внутри него. Система дополнительно включает в себя второй блок выделения признаков, выделяющий признаки из сигнала пульса и сигнала дыхания в вектора признаков пульса и вектора признаков дыхания, соответственно. Сигналы пульса и дыхания формируются

с использованием акселерометра, размещенного на пациенте или внутри него. Система дополнительно включает в себя блок аритмии, выполненный с возможностью коррелирования векторов PPG-признаков с векторами признаков пульса и дыхания и оценки коррелированных векторов PPG-признаков и коррелированных векторов признаков пульса и дыхания для обнаружения аритмических событий.

Одно преимущество состоит в более надежном обнаружении аритмических событий.

Другое преимущество состоит в обнаружении аритмических событий без необходимости в электрокардиографическом (ЭКГ) наблюдении.

Другое преимущество состоит в возможности обнаружения аритмических событий периодически, без необходимости в непрерывном наблюдении.

Другие дополнительные преимущества настоящего изобретения станут понятным специалистам в данной области техники при прочтении и изучении нижеследующего подробного описания, в том числе такие, как обнаружение других физиологических состояний, которые служат основанием для уведомления лица, осуществляющего уход за пациентом, или соответствующего специалиста, оказывающего помощь, об обнаруженном состоянии.

Настоящее изобретение может быть реализовано посредством различных компонентов и конфигураций компонентов и различных этапов и конфигураций этапов. Чертежи предназначены исключительно для иллюстрации предпочтительных вариантов осуществления и не подлежат истолкованию в качестве ограничения изобретения.

Фиг.1 – представление одного варианта осуществления медицинской системы для обнаружения аритмических событий.

Фиг.2 – представление другого варианта осуществления медицинской системы для обнаружения аритмических событий.

Фиг.3 – блок-схема обнаружения аритмических событий с помощью систем, изображенных на фиг.1 или 2.

Настоящее изобретение предлагает обнаруживать аритмические события с помощью плетизмографического (PPG-) сигнала и сигналов пульса и дыхания, при этом сигналы пульса и дыхания определяются по акселерометру. Данные события могут обнаруживаться с высокой достоверностью посредством кросскорреляции сигналов пульса и дыхания из акселерометра с PPG-сигналом. Кроме того, обнаруженные события можно использовать для формирования предупреждений об опасности для клиницистов с высокой достоверностью.

Как показано на фиг.1 и 2, медицинская система 10 включает в себя PPG-датчик 12, облегчающий формирование PPG-сигнала и/или другие сигналы. Обычно PPG-сигнал формируется с использованием пульсовой оксиметрии, но предполагаются и другие подходы к формированию PPG-сигнала. PPG-датчик 12 размещен на соответствующем пациенте 14 или внутри него.

Когда для формирования PPG-сигнала применяется пульсовая оксиметрия, PPG-датчик 12 размещается на тонкой части пациента 14 или вокруг нее. В случае младенца PPG-датчик 12 обычно размещают на стопе. В другом случае PPG-датчик 12 обычно размещают на кончике пальца, на мочке уха, в промежутке между указательным пальцем и большим пальцем (на большой артерии большого пальца) или на лбу. Кроме того, когда применяется пульсовая оксиметрия, PPG-датчик 12 включает в себя один или более источников света, которые являются управляемыми для пропускания света с красными (например, около 660 нм) и инфракрасными (например, около 940 нм) длинами волн последовательно сквозь пациента 14 к фотоприемнику PPG-датчика 12.

Изменяющееся поглощение на каждой из двух длин волн измеряется фотоприемником

для формирования оптического сигнала.

Блок 16 обработки PPG-сигнала (PSPU) обрабатывает один или более сигналов, сформированных PPG-датчиком 12 (например, оптический сигнал), для формирования PPG-сигнала и/или других сигналов. Соответственно, PPG-сигнал и/или другие сигналы являются непрерывными.

Кроме того, блок 18 выделения PPG-признаков (PFEU) обрабатывает PPG-сигнал для выделения одного или более признаков в вектора PPG-признаков. Признаки, которые можно выделять, включают в себя показатель качества сигнала (SQI) для PPG-сигнала, стабильность сигнала PPG-сигнала, опорные биения пульса (т.е. обнаруженные идентификаторы (ID) пульса) для последних n биений пульса (например, $n = 4$ или 8), интервалы между биениями пульса (IPI) для пар смежных биений пульса последних n биений пульса, медианный IPI для последних n биений пульса и передачу нерабочих сообщений. Опорное биение пульса для пульса может, например, быть показателем тактового сигнала. Обычно, все упомянутые признаки выделяются в вектор PPG-признаков.

PFEU 18 обычно выделяет признаки в вектор PPG-признаков, только когда показатель SQI PPG-сигнала превышает заданную пороговую величину. Заданная пороговая величина устанавливается на уровне, который пользователь медицинской системы 10 считает достаточно высоким качеством сигнала, чтобы надежно выделять признаки.

Кроме того, PFEU 18 обычно выделяет признаки только в соответствии с заданной периодичностью выборки, например 10 миллисекунд. Заданная периодичность выборки может устанавливаться пользователем медицинской системы 10 на основании вычислительных ресурсов (например, вычислительной мощности и памяти) медицинской системы 10 и/или степенью детализации векторов PPG-признаков, требуемых для надежного наблюдения за пациентами.

Каждый из PSPU 16 и PFEU 18 может быть программным обеспечением (т.е. командами, командами, выполняемыми процессором), аппаратным обеспечением или сочетанием обоих. Когда PSPU 16 или PFEU 18 представляет собой или включает в себя программное обеспечение, программное обеспечение хранится в одном или более элементах памяти и выполняется одним или более процессорами.

Устройство 20 PPG установлено вблизи пациента 14, обычно при кровати пациента или в виде автономного устройства. Кроме того, устройство PPG обычно является носимым пациентом 14. Кроме того, устройство 20 PPG может быть объединено с PPG-датчиком 12. Устройство 20 PPG управляет датчиком 12 PPG и принимает сигналы, формируемые датчиком 12 PPG. Устройство 20 PPG включает в себя PSPU 16 и обычно PFEU 18. Однако PFEU 18 может быть удаленным от устройства 20 PPG, например находится в системе наблюдения за пациентом (PMS) или агрегаторе данных.

С помощью PSPU 16 устройство 20 PPG обрабатывает сигналы для формирования PPG-сигнала. Когда устройство 20 PPG включает в себя PFEU 18, устройство 20 PPG использует PFEU 18 для обработки PPG-сигнала и формирования векторов PPG-признаков. Вектора PPG-признаков затем передаются по мере их формирования в PMS 22 с использованием блока 24 связи устройства 20 PPG. Когда устройство 20 PPG не включает в себя PFEU 18, устройство 20 PPG передает PPG-сигнал в PFEU 18 с использованием блока 24 связи. В качестве альтернативы, исходный PPG-сигнал может передаваться в PMS 22, когда выделение сигнала может осуществляться на реконструкции формы сигнала.

Один или более элементов 26 памяти программ устройства 20 PPG хранит любое программное обеспечение PSPU 16 и/или PFEU 18. Кроме того, один или более

процессоров 28 устройства 20 PPG выполняют программное обеспечение из элементов 26 памяти программ. Одна или более системных шин 30 соединяет компоненты устройства 20 PPG, например процессоры 28, элементы 26 памяти программ и блок 24 связи.

5 Как показано на фиг.1, как PSPU16, так и PFEU 18 являются программным обеспечением, хранящимся в элементах 26 памяти программ устройства 20 PPG, при этом процессоры 28 устройства 20 PPG выполняют программное обеспечение. Как показано на фиг.2, как PSPU 16, так и PFEU 18 являются программным обеспечением. PSPU 16 хранится в элементах 26 памяти программ устройства 20 PPG, при этом
10 процессоры 28 устройства 20 PPG выполняют программное обеспечение. Кроме того, PFEU 18 хранится в одном или более элементах 32 памяти программ PMS 22, при этом один или более процессоров 34 PMS 22 выполняют программное обеспечение.

Датчик 36 дыхания и пульса по ускорению (ABRP) размещен на пациенте 14 или внутри него, обычно вблизи сердца (например, в пределах грудной клетки) или переднего
15 реберного хряща. Кроме того, датчик 36 ABRP может быть объединен с PPG-датчиком 12, размещен на нем или установлен вблизи него. Датчик 36 ABRP включает в себя акселерометр 38. Обычно акселерометр 38 является трехмерным (3D) или 3-осевым акселерометром. Однако, акселерометр 38 может измерять ускорение по менее чем
20 трем измерениям. Акселерометр 38 формирует один или более акселерометрических сигналов, указывающих ускорение. Обычно акселерометрические сигналы включают в себя акселерометрический сигнал по каждому измерению акселерометра 38.

Блок 40 обработки ABRP-сигнала (сигнала дыхания и пульса по ускорению) (ASPU) обрабатывает акселерометрические сигналы для формирования сигналов пульса, дыхания, положения и активности из акселерометрических сигналов. Из
25 акселерометрических сигналов могут быть также сформированы другие сигналы, например баллистокardiографический (БКТ) сигнал или сигнал частоты сердечных сокращений. Сигнал положения указывает изменения положения датчика 36 ABRP с течением времени, и сигнал активности указывает уровень активности пациента 14. Уровень активности можно определять, например, посредством анализа изменения
30 положения в течение последнего заданного периода времени. Соответственно, сигналы являются непрерывными или прерывистыми с периодичностью, соответствующей периодичности PPG.

Кроме того, блок 42 выделения ABRP-признаков (признаков дыхания и пульса по ускорению) (AFEU), для каждого из сигналов пульса, дыхания, положения и ускорения,
35 обрабатывает сигнал, чтобы выделить один или более признаков в вектора ABRP-признаков. Вектор ABRP-признаков может быть вектором ABRP-признаков пульса, вектором ABRP-признаков дыхания, векторами ABRP-признаков положения или векторами ABRP-признаков активности, в зависимости от сигнала, из которого выделены признаки. Вектора ABRP-признаков пульса формируются совместно с векторами ABRP-признаков дыхания. Следовательно, когда формируется вектор ABRP-признаков пульса,
40 вектор ABRP-признаков пульса формируется для того же временного окна. Аналогичным образом, вектора ABRP-признаков положения формируются совместно с векторами ABRP-признаков активности.

Признаки, которые можно выделять для сигнала пульса, включают в себя SQI
45 (показатель качества сигнала) сигнала пульса, опорные биения пульса (т.е. обнаруженные идентификаторы (ID) пульса) для последних n биений пульса (например, $n = 4$ или 8), интервалы между биениями пульса (IPI) для пар смежных биений пульса последних n биений пульса, медианный IPI для последних n биений пульса и передачу

нерабочих сообщений. Опорное биение пульса для пульса может, например, быть показателем тактового сигнала. Признаки, которые можно выделять для сигнала дыхания, включают в себя SQI сигнала дыхания, Опорные дыхания (т.е. обнаруженные ID дыхания) для последних n дыханий (например, $n = 4$ или 8), интервалы между 5 дыханиями (IBI) для пар смежных дыханий в последних n дыханиях, медианный IBI для последних n дыханий и передачу нерабочих сообщений. Опорное дыхание для дыхания может быть, например, показателем тактового сигнала. Признаки, которые можно выделять для сигнала положения, включают в себя положение, предысторию положения (например, положение в течение последнего заданного промежутка времени) и интерфейс 10 передачи сообщений конечного пользователя. Признаки, которые можно выделять для сигнала активности, включают в себя уровень активности, предысторию уровня активности (например, активность в течение последнего заданного промежутка времени) и интерфейс передачи сообщений конечного пользователя. Обычно, выделяются все вышеперечисленные признаки для всех сигналов.

AFEU 42 выделяет признаки в вектор ABRP-признаков, только когда SQI соответствующего сигнала превышает заданную пороговую величину. Заданная пороговая величина устанавливается на уровне, который пользователь медицинской системы считает достаточно высоким качеством сигнала, чтобы надежно выделять 15 признаки. Вектор ABRP-признаков пульса формируется только тогда, когда как SQI для сигнала пульса превышает соответствующую заданную пороговую величину, так и SQI для сигнала дыхания превышает соответствующую заданную пороговую величину. То же самое относится к вектору ABRP-признаков дыхания. Аналогичным образом, вектор ABRP-признаков положения формируется только тогда, когда как SQI для сигнала положения превышает соответствующую заданную пороговую величину, так 20 и SQI для сигнала активности превышает соответствующую заданную пороговую величину. То же самое относится к вектору ABRP-признаков активности.

Кроме того, AFEU 42 в общем случае выделяет признаки из сигнала только в соответствии с заданной периодичностью выборки, например 10 миллисекунд. Заданная периодичность выборки может устанавливаться пользователем медицинской системы 30 10 на основании вычислительных ресурсов (например, вычислительной мощности и памяти) медицинской системы 10 и/или степенью детализации векторов ABRP-признаков, требуемых для надежного наблюдения за пациентами.

Обработка и формирование векторов ABRP-признаков соответственно выполняются параллельно с обработкой и формированием векторов PPG-признаков и независимо 35 от них. Кроме того, каждый из ASPU 40 и/или AFEU 42 может быть программным обеспечением (т.е. командами, выполняемыми процессором), аппаратным обеспечением или комбинацией обоих. Когда ASPU 40 или AFEU 42 представляет собой или включает в себя программное обеспечение, программное обеспечение хранится в одном или более элементов памяти и выполняется одним или более процессорами.

Устройство 44 ABRP установлено вблизи пациента 14, обычно при кровати пациента. Кроме того, устройство 44 ABRP может быть объединено с датчиком 36 ABRP и/или устройством 20 PPG. Устройство 44 ABRP управляет датчиком 36 ABRP и принимает акселерометрические сигналы, сформированные датчиком 36 ABRP. Устройство 44 40 ABRP включает в себя ASPU 40 и обычно AFEU 42. Однако ASPU 40 может быть удаленным от устройства 44 ABRP, например, в рамках PMS.

С помощью ASPU 40 устройство 44 ABRP обрабатывает акселерометрические сигналы для формирования сигналов пульса, дыхания, положения и активности. Когда устройство 44 ABRP включает в себя AFEU 42, устройство 44 ABRP использует AFEU

42 для обработки сигналов и формирования векторов ABRP-признаков. Затем вектора ABRP-признаков передаются по мере их формирования в PMS 22, с помощью блока 46 связи устройства 44 ABRP. Когда устройство 44 ABRP не включает в себя AFEU 42, устройство 44 ABRP передает сигналы в AFEU 42 с помощью блока 46 связи.

5 Один или более элементов 48 памяти программ устройства 44 ABRP хранят любое программное обеспечение ASPU 40 и/или AFEU 42. Кроме того, один или более процессоров 50 устройства 44 ABRP выполняют программное обеспечение из элементов 48 памяти программ. Одна или более системных шин 52 соединяет компоненты устройства 44 ABRP, например процессоры 50, элементы 48 памяти программ и блок
10 46 связи.

Как показано на фиг.1, как ASPU40, так и AFEU 42 являются программным обеспечением, хранящимся в элементах 48 памяти программ устройства 44 ABRP, при этом процессоры 50 устройства 44 ABRP выполняют программное обеспечение. Как показано на фиг. 2, как ASPU 40, так и AFEU 42 являются программным обеспечением.
15 ASPU 40 хранится в элементах 48 памяти программ устройства 44 ABRP, при этом процессоры 50 устройства 44 ABRP выполняют программное обеспечение. Кроме того, AFEU 42 хранится в элементах 32 памяти программ PMS 22, при этом процессоры 34 PMS 22 выполняют программное обеспечение.

Блок 54 аритмии PMS 22 принимает или формирует вектора PPG-признаков и вектора
20 ABRP-признаков из PFEU 18 и AFEU 42, соответственно. На основании векторов признаков блок 54 аритмии обнаруживает аритмические события, например фибрилляцию или трепетание предсердий (A-Fib), желудочковую тахикардию (V-Tach), фибрилляцию желудочков (V-Fib) и асистолию. Блок 54 аритмии может быть программным обеспечением (т.е. командами, выполняемыми процессорами),
25 аппаратным обеспечением или комбинацией обоих.

Когда принимаются вектора PPG-признаков, вектора ABRP-признаков пульса и вектора ABRP-признаков дыхания, соответствующие по времени векторам ABRP-признаков пульса, блок 54 аритмии использует стандартную программу совмещения сегментов для совмещения векторов PPG-признаков с векторами ABRP-признаков.
30 Следует отметить, что вектора ABRP-признаков дыхания и вектора ABRP-признаков пульса уже совмещены, так как данные вектора признаков формируются из одинакового временного окна или выводятся из данных, собранных и переданных в одинаковый период времени.

Стандартная программа совмещения сегментов совмещает вектора PPG-признаков
35 с векторами ABRP-признаков посредством совмещения биений пульса векторов PPG-признаков с биениями пульса векторов ABRP-признаков пульса. В качестве альтернативы, вектора ABRP-признаков пульса также могут быть совмещены с векторами PPG-признаков. Однако это потребует дополнительного действия по совмещению векторов ABRP-признаков дыхания. Следовательно, для облегчения
40 описания, предполагается, что вектора PPG-признаков совмещаются с векторами ABRP-признаков.

Один подход к совмещению векторов признаков состоит в использовании анализа тренда значений IBI (интервалов между дыханиями). В данном случае, тренд значений IBI векторов PPG-признаков совмещается по тренду значений IBI векторов ABRP-признаков пульса. Если тренды можно совместить, то опорные биения пульса векторов PPG-признаков сдвигаются таким образом, что опорные биения пульса для биений
45 пульса в векторах PPG-признаков согласуются с опорными биениями пульса для соответствующих биений пульса в векторах ABRP-признаков пульса. Равным образом,

пригодны и другие подходы к совмещению вектора PPG-признаков с векторами ABRP-признаков.

По выполнении стандартной программы совмещения сегментов выполняется определение относительно того, совмещены ли вектора PPG-признаков с векторами ABRP-признаков. Данное определение обычно учитывает значения IBI и выполняется в случае, если стандартная программа совмещения сегментов не способна совместить вектора PPG-признаков и вектора ABRP-признаков. Поскольку это действительно так, блок 54 аритмии ожидает дополнительных данных. Кроме того, пользователь медицинской системы 10 может быть запрошен посредством, например, устройства 56 отображения PMS 22 или сообщения, инициированного PMS 22 для пользователя, верифицировать, что вектора ABRP-признаков и вектора PPG-признаков получены от одного и того же пациента. В противном случае, блок 54 аритмии оценивает вектора ABRP-признаков и вектора PPG-признаков на предмет аритмических событий. Данная оценка включает в себя идентификацию характерных признаков, указывающих на аритмические события.

Наступление события A-Fib (фибрилляции или трепетания предсердий) обнаруживается, если тренд значений IPI переходит от регулярного к устойчиво неодинаково нерегулярному и уровень активности ниже заданной пороговой величины. Заданная пороговая величина устанавливается пользователем медицинской системы на уровнях, полагаемых достаточно показательными с точки зрения наступления события A-Fib. Аналогичным образом, окончание события A-Fib обнаруживается, если тренд значений IPI переходит от неодинаково нерегулярного к устойчиво регулярному, и уровень активности находится ниже заданной пороговой величины. Тахикардия с гемодинамическими нарушениями обнаруживается, если значение IPI становится регулярным, коротким и устойчивым, и уровень активности находится ниже заданной пороговой величины, и амплитуда PPG-сигнала снижается.

Если обнаруживается любое из вышеприведенных событий, то клиницистам может быть выдан запрос, например с помощью устройства 56 отображения произвести проверку на наличие обнаруженного события. Кроме того, если любые из вышеупомянутых событий обнаружены и либо положение указывает на падение, либо уровень активности резко снижается в активности, то событие считается более тяжелым. В данном случае, клиницистам может быть представлено предупреждение об опасности, например, с помощью устройства 56 отображения или альтернативных способов беспроводной передачи сообщений, например электронной почты, текстов, службы коротких сообщений (SMS), аудиоустройств, подходящих тактильных устройств и т.п.

Когда PMS 22 включает в себя программное обеспечение, например, из блока 54 аритмии, AFEU 42 или PFEU 18, PMS 22 включает в себя один или более элементов 32 памяти программ, хранящих программное обеспечение, и один или более процессоров 34, выполняющих программное обеспечение. Кроме того, связь с удаленными устройствами и/или системами, например устройствами и/или системами, включающими в себя PFEU 18 или AFEU 42, соответственно осуществляются по сети связи с использованием блока 58 связи PMS 22. Компоненты PMS 22 соответственно соединены между собой посредством системной шины 60 и/или сети связи.

Обращаясь к фиг.3, блок-схема 100 иллюстрирует, как PFEU 18, AFEU 42 и блок 54 аритмии скоординировано действуют для обнаружения аритмических событий. PFEU 18 принимает PPG-сигнал из, например, PSPU 16. Обычно, PPG-сигнал является непрерывным. PFEU 18 определяет 102, превышает ли показатель SQI пороговую величину. Если показатель SQI не превышает пороговую величину, то определение 102

повторяется, при необходимости после задержки. Если показатель SQI превышает пороговую величину, то из PPG-сигнала формируются 104 вектора PPG-признаков, и определение 102 повторяется, при необходимости после задержки.

AFEU 42 работает параллельно с PFEU 18 и независимо от него и принимает сигналы 5 дыхания, пульса, положения и активности, например, из ASPU 40. Обычно сигналы являются непрерывными. AFEU 42 определяет 106, являются ли оба показателя SQI упомянутых сигналов выше соответствующих пороговых величин. Если оба показателя SQI не превышают соответствующие пороговые величины, то определение 106 10 повторяется, при необходимости после задержки. Если оба показателя SQI превышают соответствующие пороговые величины, то вектора ABRP-признаков дыхания и пульса формируются 108 из сигналов пульса и дыхания, и определение 106 повторяется, при необходимости после задержки.

Кроме того, после формирования векторов ABRP-признаков дыхания и пульса AFEU 42 определяет 110, являются ли оба показателя SQI упомянутых сигналов выше 15 соответствующих пороговых величин. Если оба показателя SQI не превышают соответствующие пороговые величины, то определение 110 повторяется, при необходимости после задержки. Если оба показателя SQI превышают соответствующие пороговые величины, то вектора ABRP-признаков положения и активности формируются 112 из сигнала положения и сигнала активности, и определение 110 повторяется, при 20 необходимости после задержки.

Блок 54 аритмии принимает вектора PPG-признаков, а также вектора ABRP-признаков дыхания и пульса из PFEU 18 и AFEU 42. Когда выполняется определение 114, что 25 имеются как вектора PPG-признаков, так и вектора ABRP-признаков дыхания и пульса, стандартная программа совмещения сегментов выполняется 116 для попытки совмещения векторов PPG-признаков с векторами ABRP-признаков дыхания и пульса, 30 или наоборот. В ином случае повторяется определение 114 после ожидания новых данных 118. Соответственно, совмещение выполняется по значениям IPI.

После выполнения 116 стандартной программы совмещения сегментов, выполняется 35 определение 120, совмещены ли значения IPI векторов PPG-признаков по векторам ABRP-признаков дыхания и пульса. Если они не совмещены, то определение 114 наличия повторяется после ожидания 118 новых данных. Если они совмещены, то вектора PPG-признаков и вектора ABRP-признаков дыхания, пульса, положения и активности оцениваются 122 на наличие характерных признаков аритмии. Например, наступления события A-Fib обнаруживается, если тренд значения IPI переходит от регулярного к 40 устойчиво неодинаково нерегулярному, И уровень активности находится ниже заданной пороговой величины.

Несмотря на то, что элементы 26, 32 и 48 памяти показаны как отдельные элементы 45 памяти для удобства пояснения, в некоторых вариантах осуществления два или все упомянутые элементы памяти осуществлены в виде единственной памяти. Аналогичным образом, несмотря на то, что процессоры 28, 34, 50 показаны для удобства пояснения как отдельные процессоры, в некоторых вариантах осуществления два или все упомянутые процессоры осуществлены в виде единственного процессора. Более того, сообщения, уведомления и т.п., что было описано выше, могут передаваться пользователям с помощью устройств отображения или альтернативных способов 50 беспроводной передачи сообщений, например, электронной почты, текстов, службы коротких сообщений (SMS), аудиоустройств, подходящих тактильных устройств и т.п.

В контексте настоящей заявки элемент памяти включает в себя одно или более из постоянного машиночитаемого носителя; магнитного диска или другого магнитного

носителя данных; оптического диска или другого оптического носителя данных; оперативной памяти (RAM), постоянной памяти (ROM) или другого электронного запоминающего устройства или микросхемы, или набора функционально соединенных между собой микросхем; сервера сети Интернет/внутренней сети, из которого хранящиеся команды могут вызываться по сети Интернет/внутренней сети или локальной сети; и так далее. Кроме того, в контексте настоящей заявки, процессор включает в себя одно или более из микропроцессора, микроконтроллера, графического процессора (GPU), специализированной интегральной схемы (ASIC), программируемой вентильной матрицы (FPGA) и т.п.; контроллер включает в себя: 1) по меньшей мере один элемент памяти с командами, выполняемыми процессором, для выполнения функций контроллера; и 2) по меньшей мере один процессор, выполняющий команды, выполняемые процессором; пользовательское устройство вывода включает в себя принтер, устройство отображения и т.п.; и устройство отображения включает в себя одно или более из жидкокристаллического дисплея (ЖК-дисплея), дисплея на светоизлучающих диодах (СД-дисплея), плазменного дисплея, проекционного дисплея, дисплея с сенсорным экраном и т.п.

Изобретение описано выше в отношении предпочтительных вариантов осуществления. Специалистами при прочтении и изучении вышеприведенного подробного описания могут быть выполнены модификации и изменения. Предполагается, что изобретение следует интерпретировать как включающее в себя все упомянутые модификации и изменения в той мере, в которой они находятся в пределах объема приложенной формулы изобретения или ее эквивалентов.

(57) Формула изобретения

1. Медицинская система для обнаружения аритмических событий, при этом упомянутая система содержит:

PPG-датчик, размещенный на пациенте или внутри него, с возможностью передачи PPG-сигнала в процессор;

акселерометр, размещенный на пациенте или внутри него, с возможностью передачи сигналов пульса и дыхания в процессор;

по меньшей мере один процессор, сконфигурированный с возможностью: приема фотоплетизмографического (PPG-) сигнала, сформированного с использованием PPG-датчика;

приема сигнала пульса и дыхания, сформированного с использованием акселерометра; выделения признаков из PPG-сигнала для формирования векторов PPG-признаков, включая:

выделения признаков из сигнала пульса для формирования векторов признаков пульса;

коррелирования векторов PPG-признаков с векторами признаков пульса; и

оценки коррелированных векторов PPG-признаков и коррелированных векторов признаков пульса для обнаружения аритмических событий;

причем признаки, выделяемые из PPG-сигнала, включают в себя интервалы между биениями пульса (PI) для пар смежных биений пульса последнего заданного числа биений пульса; и

причем признаки, выделяемые из сигнала пульса, включают в себя интервалы между биениями пульса (PI) для пар смежных биений пульса последнего заданного числа биений пульса.

2. Медицинская система по п. 1, в которой по меньшей мере один процессор

сконфигурирован с возможностью:

приема сигнала дыхания, сформированного с использованием акселерометра, размещенного на пациенте или внутри него;

выделения признаков из сигнала дыхания для формирования векторов признаков дыхания;

коррелирования векторов PPG-признаков с векторами признаков дыхания; и оценки коррелированных векторов признаков дыхания для обнаружения аритмических событий.

3. Медицинская система по п. 2, в которой по меньшей мере один процессор сконфигурирован с возможностью выделения признаков сигналов пульса и дыхания, когда как показатель качества сигнала (SQI) сигнала пульса превышает заданную пороговую величину, так и показатель SQI сигнала дыхания превышает заданную пороговую величину.

4. Медицинская система по п. 1, в которой по меньшей мере один процессор сконфигурирован с возможностью коррелирования векторов PPG-признаков с векторами признаков пульса, включающего в себя:

совмещение трендов интервалов между биениями пульса (IPI) векторов признаков пульса с трендами значений IPI векторов PPG-признаков.

5. Медицинская система по п. 1, в которой по меньшей мере один процессор

сконфигурирован с возможностью:

приема сигнала положения и сигнала активности, сформированных с использованием акселерометра;

выделения признаков из сигнала положения и сигнала активности для формирования векторов признаков положения и векторов признаков активности, соответственно, при этом оценка коррелированных векторов PPG-признаков и коррелированных векторов признаков пульса для обнаружения аритмических событий использует вектора признаков положения и активности.

6. Медицинская система по п. 1, в которой по меньшей мере один процессор сконфигурирован с возможностью выделения признаков из PPG-сигнала параллельно с выделением признаков из сигнала пульса и независимо от него.

7. Медицинская система по п. 1, в которой по меньшей мере один процессор сконфигурирован с возможностью выполнения оценки коррелированных векторов PPG-признаков и коррелированных векторов признаков пульса для обнаружения аритмических событий, включающей в себя по меньшей мере одно из:

обнаружения наступления фибрилляции или трепетания предсердий (A-Fib) в ответ на переход тренда интервалов между биениями пульса (IPI) от регулярного к устойчиво неодинаково нерегулярному и нахождение уровня активности ниже заданной пороговой величины;

обнаружения окончания события A-Fib в ответ на переход тренда значений IPI от неодинаково нерегулярного к устойчиво регулярному и нахождение уровня активности ниже заданной пороговой величины; и

обнаружения тахикардии с гемодинамическими нарушениями в ответ на превращение значения IPI в регулярное, короткое и устойчивое и нахождение уровня активности ниже заданной пороговой величины, и снижение амплитуды PPG-сигнала.

8. Медицинская система по п. 1, дополнительно включающая в себя фотоплетизмографическое (PPG) устройство, формирующее PPG-сигнал с использованием PPG-датчика, размещенного на пациенте или внутри него; устройство дыхания и пульса по акселерометру (ABRP), формирующее сигнал пульса с

использованием акселерометра, размещенного на пациенте или внутри него.

5

10

15

20

25

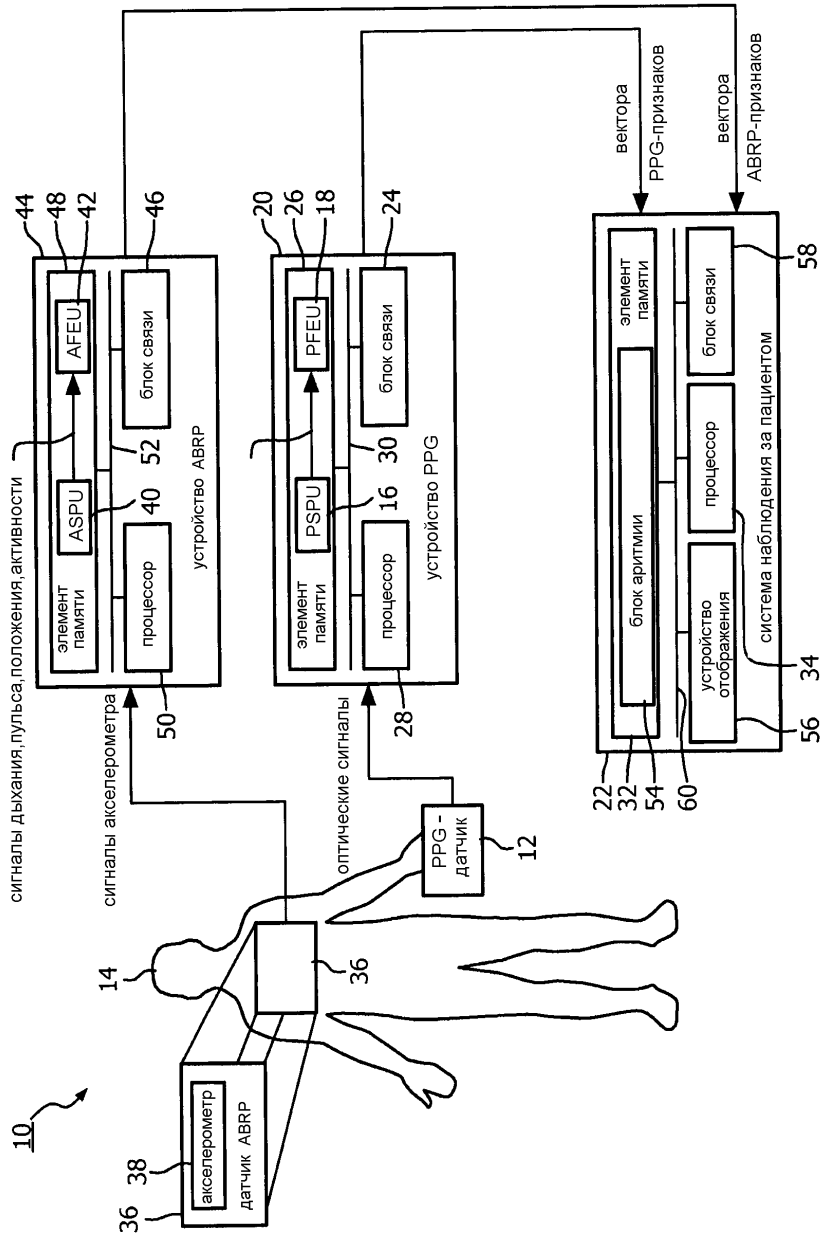
30

35

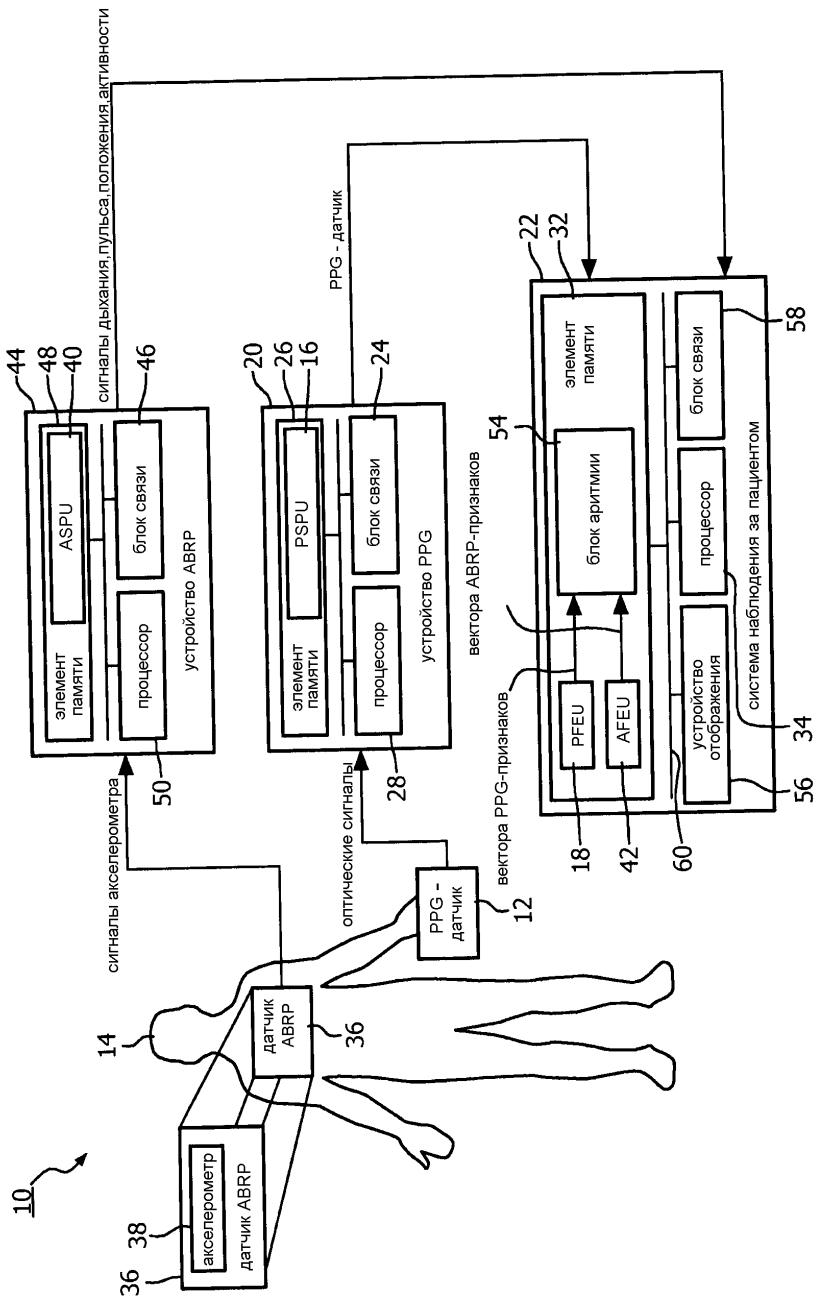
40

45

526162



ФИГ.1



ФИГ.2

