

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **045453**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.11.27

(51) Int. Cl. *A61B 5/02* (2006.01)

(21) Номер заявки
202390206

(22) Дата подачи заявки
2022.12.20

(54) **СПОСОБ ДИСТАНЦИОННОГО МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА**

(43) **2023.11.24**

(56) RU-U1-101347
US-B2-9144384
EA-024345
US-B2-10687193
CN-A-103070666

(96) **2022/EA/0069 (BY) 2022.12.20**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
"БЕЛОРУССКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАТИКИ И
РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ" (BY)**

(72) Изобретатель:
**Осипов Анатолий Николаевич,
Пацев Александр Владимирович,
Пацев Сергей Владимирович (BY)**

(57) Изобретение относится к области медицинской техники и может быть использовано для оперативного контроля физиологических параметров человека, а также для дистанционного контроля за его состоянием. Указанная задача достигается тем, что в способе дистанционного мониторинга состояния человека путем регистрации считываемых сигналов с датчиков биомедицинских сигналов и сравнения рассчитанных показателей с пороговыми значениями для выявления критических ситуаций для здоровья человека выявление критической ситуации осуществляют в два этапа: на первом этапе регистрируют и сравнивают полученные данные с пороговыми показателями частоты сердечных сокращений и сигналом падения человека; в случае превышения пороговых значений и/или наличия сигнала падения человека на втором этапе в соответствии с программой мобильного блока считывают дополнительные сигналы с других установленных на теле человека датчиков, вычисляют на их основе дополнительные показатели, коррелированные с частотой сердечных сокращений и сигналом падения человека, которые сравнивают с соответствующими пороговыми значениями, производят комбинированный анализ основных и дополнительно рассчитанных показателей сигналов. Сопоставительный анализ с известными способами показывает, что в заявленном изобретении обеспечивается минимизация постоянно контролируемых параметров за счет разделения этапа распознавания на два этапа. Это обеспечивает снижение энергопотребления датчиков и снижает объем передаваемой информации.

B1

045453

045453

B1

Изобретение относится к области медицинской техники, а именно к функциональной медицине, и может быть использовано для оперативного контроля физиологических параметров человека, а также для дистанционного контроля за его состоянием.

Известна система для оказания быстрой дистанционной медицинской консультации или помощи органами дежурной службы медицинской помощи пациентам [1], входящим в группу медицинского риска, а также пожилым и оставшимся без присмотра людям, находящимся вне стационара в зоне доступа систем сотовой связи при ухудшении до критических основных жизненно важных показателей их здоровья, а также своевременного оповещения конфидентов о внезапно постигшем кризисе/смерти людей, в том числе месте и времени произошедшего. Система работает на основе получения данных о жизненно важных показателях здоровья с помощью размещенных на пациенте датчиков.

Недостатками системы являются: малое количество регистрируемых биофизических параметров в одном устройстве и, соответственно, невысокая достоверность диагностирования. Отсутствует функция диалога системы и потребителя путем кратких электронных опросников здоровья в автоматическом режиме.

Наиболее близким по технической сущности к предлагаемому изобретению является способ [2], заключающийся в наложении датчиков биомедицинских сигналов на тело человека или использовании датчиков, имплантированных в тело человека, регистрации считываемых сигналов с установленных датчиков, передаче зарегистрированной диагностической информации в мобильный блок, обработке полученной информации в упомянутом блоке путем ее фильтрации от шумов и расчета диагностических показателей, сравнения рассчитанных показателей с пороговыми значениями для выявления критических ситуаций для здоровья человека, передаче и обработке полученных диагностических показателей в медицинский сервер хранения и обработки данных, который соединен с определенными пользователями или медицинскими учреждениями, обеспечение хранения, проведение углубленной обработки диагностических показателей, выработка экстренных решений в критических ситуациях и передаче их установленным пользователям или медицинским учреждениям для разрешения критической ситуации, а также выработка оптимального протокола лечения на основе анализа данных за предыдущий период.

Недостатком [2] является большое количество регистрируемой, передаваемой и обрабатываемой информации, что приводит к значительному энергопотреблению и снижает длительность автономной работы носимых блоков, неэффективному использованию полосы пропускания передачи и возможностей хранения диагностической информации и, как следствие, к низкому быстродействию системы и оперативности разрешения критических ситуаций медперсоналом.

Задачей настоящего изобретения является снижение энергопотребления носимого блока и датчиков биомедицинских сигналов и сокращение избыточности диагностической информации, регистрируемой в носимом блоке и передаваемой в медицинский сервер хранения и обработки данных за счет разделения этапа распознавания критической ситуации на два этапа и сокращения количества анализируемых биомедицинских сигналов на первом этапе.

Задача достигается тем, что в способе дистанционного мониторинга состояния человека, заключающемся в наложении датчиков биомедицинских сигналов на тело человека или использовании датчиков, имплантированных в тело человека, регистрации считываемых сигналов с установленных датчиков, передаче зарегистрированной диагностической информации в мобильный блок, обработке полученной информации в упомянутом блоке путем ее фильтрации от шумов, расчета диагностических показателей и сравнения рассчитанных показателей с пороговыми значениями для выявления критических ситуаций для здоровья человека, передаче и обработке полученных диагностических показателей в медицинский сервер хранения и обработки данных, который соединен с определенными пользователями или медицинскими учреждениями, обеспечение хранения, проведение углубленной обработки диагностических показателей, выработка экстренных решений в критических ситуациях и передаче их установленным пользователям или медицинским учреждениям для разрешения критической ситуации, а также выработка оптимального протокола лечения на основе анализа данных за предыдущий период, дополнительно выявление критической ситуации в мобильном блоке осуществляют в два этапа:

на первом этапе регистрируют и сравнивают полученные диагностические показатели с пороговыми показателями частоты сердечных сокращений и сигналом падения человека;

в случае превышения пороговых значений частоты сердечных сокращений и/или наличия сигнала падения человека и, соответственно, выявления возможной критической ситуации на втором этапе в соответствии с программой мобильного блока считывают дополнительные сигналы с установленных датчиков, вычисляют на их основе дополнительные диагностические показатели, такие как частота дыхания, содержание кислорода в крови и другие, коррелированные с частотой сердечных сокращений и сигналом падения человека, которые сравнивают с соответствующими пороговыми значениями, производят комбинированный анализ основных и дополнительно рассчитанных показателей, формируют сигнал тревоги с уровнем тревоги от "ошибка чтения с датчика" до "максимальная опасность", соответствующий степени критической ситуации, который совместно с диагностической информацией передают в медицинский сервер хранения и обработки данных для принятия решения и разрешения критической ситуации для здоровья человека,

при этом если уровень тревоги соответствует уровню "ошибка чтения с датчика", то мобильный

блок продолжает работу в режиме регистрации и анализа данных о частоте сердечных сокращений и сигнале падения человека, а при уровне тревоги выше, чем "ошибка чтения с датчика", мобильный блок в режиме реального времени передает диагностическую информацию в медицинский сервер хранения и обработки данных и принимает с него команды для разрешения критической ситуации.

Отличительным признаком указанного способа является то, что на втором этапе мобильный блок автоматически формирует запросы пациенту для подтверждения безошибочности регистрации и определения параметров частоты сердечных сокращений и сигнала падения человека, выполняет комбинированный анализ ответов человека на сформированные мобильным блоком запросы и параметры сигналов, коррелированных с частотой сердечных сокращений и сигналом падения человека.

Использование способа основано на определении, регистрации и записи процессов танатогенеза (умирания) - последовательности структурно-функциональных нарушений, вызванных взаимодействием организма с повреждающими факторами, которая приводит к смерти. Основными вариантами танатогенеза являются мозговой, сердечный и легочный механизмы. Менее распространенные печеночный, почечный, коагулопатический и эпинефральный механизмы характеризуются, как правило, низкой скоростью процессов и невозможностью (сложностью) амбулаторного наблюдения пациентов в современных условиях. Мозговой механизм смерти подразумевает поражение центральной нервной системы (ОМНК, травмы, интоксикация) и проявляется нарушением сознания, что возможно мониторировать амбулаторно вербальными и невербальными методами, фактом быстрого изменения положения тела в сочетании с проверкой уровня сознания. Наиболее предпочтительным для целей дистанционного мониторинга пациентов является контроль сердечно-сосудистой, легочной деятельности, уровень сознания. Ключевыми показателями, подлежащими дистанционному мониторингованию, являются параметр частоты сердечных сокращений и сигнал падения человека. В качестве дополнительных используют частоту дыхания, степень насыщения крови кислородом, систолическое, диастолическое артериальное давление, общее периферическое сопротивление сосудов (ОПСС), поверхностную температуру тела и другие.

В связи с этим анализ диагностических показателей для выявления критической ситуации, производимый в мобильном блоке, разделен на два этапа. На чертеже представлен концептуальный алгоритм работы системы дистанционного мониторинга состояния человека, поясняющий предлагаемый способ.

На первом этапе анализируются основные показатели: частота сердечных сокращений и наличие сигнала падения человека. Вычисление данных показателей осуществляется постоянно с требуемой периодичностью. Их регистрация и вычисление в носимом блоке выполняется со скоростью, сопоставимой с изменениями контролируемых физиологических процессов человека, и не требуют больших вычислительных ресурсов мобильного блока. Если анализируемый параметр не превысил порог, т.е. находится в "зеленой зоне", то система реагирует пассивно и продолжается регистрация и анализ основных параметров. При этом диагностическая информация с основных и дополнительных датчиков с установленной периодичностью пересылается на медицинский сервер хранения и обработки данных. Перед передачей данных на сервер выполняется регистрация дополнительных биомедицинских сигналов. Частота регистрации основных показателей биомедицинских сигналов выше частоты передачи диагностических показателей. Соответственно объем информации, считываемой с датчиков, существенно больше объема информации, передаваемой на сервер. Это позволяет снизить требования к скорости обмена данными между различными уровнями в системе мониторинга, минимизировать объем диагностической информации, передаваемой из носимого блока и хранимой в медицинском сервере.

При превышении пороговых значений параметров частота сердечных сокращений и/или наличия сигнала падения человека в мобильном блоке выполняется второй этап распознавания степени критичности ситуации и определение уровня тревоги. На втором этапе в соответствии с программой мобильного блока считывают дополнительные сигналы с других установленных датчиков на теле человека, вычисляют дополнительные показатели, такие как частота дыхания, содержание кислорода в крови и другие, коррелированные с частотой сердечных сокращений и сигналом падения человека. Также в качестве дополнительных показателей могут быть использованы показатели артериального давления, общее периферическое сопротивление сосудов, поверхностная температура тела и другие. В мобильном блоке выполняется сравнение дополнительных показателей с пороговыми значениями. Далее производится комбинированный анализ всех рассчитанных показателей (основных и дополнительных), на основании которого мобильный блок формирует сигнал тревоги с уровнем тревоги от "ошибка чтения с датчика" до "максимальная опасность", соответствующий степени критической ситуации. Сигнал тревоги совместно с диагностическими показателями из мобильного блока поступает в медицинский сервер хранения и обработки данных для принятия решения и разрешения критической ситуации для здоровья человека. Принятие решений в медицинском сервере хранения и обработки данных выполняется в соответствии с известными способами [3].

Дополнительно в способе предусмотрено использование обратной связи для проверки ошибочности полученных данных на первом этапе. Для этого на втором этапе в автоматическом режиме носимый блок формирует запросы пациенту для подтверждения безошибочности показателей, полученных на первом этапе. Это позволяет уточнить обрабатываемую информацию, а в ряде случаев исключить ложные или ошибочные срабатывания сенсоров. Например, вероятность определения падения человека современными

ми датчиками составляет 85%. При срабатывании датчика падения человека и в случае нормы показателя частоты сердечных сокращений, уточнение может быть осуществлено посредством направленного запроса. Отсутствие ответа либо отрицательный ответ являются подтверждением ошибочного срабатывания датчика падения.

Таким образом, в предлагаемом способе обеспечивается минимизация постоянно контролируемых параметров за счет разделения этапа распознавания на два этапа. На первом этапе контролируются основные показатели. В случае их несоответствия норме выполняется второй этап для подтверждения критической ситуации и определения степени тревоги. Это обеспечивает снижение энергопотребления датчиков и снижает объем передаваемой информации.

Источники информации

1. Патент RU 101347 U1, Система контроля жизненно важных показателей здоровья и оказания экстренной помощи пациенту, МПК А61В5/02, заявка 2010130347/14, 21.07.2010, опубл. 20.01.2011, бюл. № 2.
2. Energy-Efficient IoT-Health Monitoring System using Approximate Computing, Avrajit Ghosh, Arnab Raha, Amitava Mukherjee, journal homepage: www.elsevier.com/locate/iot, Internet of Things 9 (2020) 100166
3. Nora Mahmoud, Shaker El-Sappagh, Samir M. Abdelrazek, Hazem M. El-Bakry; A Real-time Framework for Patient Monitoring Systems based on a Wireless Body Area Network, International Journal of Computer Applications, 2020, 12-21p.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ дистанционного мониторинга состояния человека, заключающийся в наложении датчиков биомедицинских сигналов на тело человека и использовании имплантированных в тело человека датчиков, регистрации считываемых сигналов с датчиков биомедицинских сигналов, передаче зарегистрированной диагностической информации в мобильный блок, обработке полученной информации в упомянутом блоке путем ее фильтрации от шумов и расчета диагностических показателей и сравнения рассчитанных показателей с пороговыми значениями для выявления критических ситуаций для здоровья человека, передаче диагностических параметров в медицинский сервер хранения и обработки данных, который соединен с установленным пользователям или медицинскими учреждениями и обеспечивает хранение, углубленную обработку диагностических показателей, выработку экстренных решений в критических ситуациях и передачу их установленным пользователям или медицинским учреждениям для разрешения критической ситуации, а также выработку оптимального протокола лечения на основе анализа данных за предыдущий период, отличающийся тем, что выявление критической ситуации в мобильном блоке осуществляют в два этапа:

на первом этапе регистрируют и сравнивают полученные данные с пороговыми показателями частоты сердечных сокращений и сигналом падения человека;

в случае превышения пороговых значений и/или наличия сигнала падения человека и, соответственно, выявления возможной критической ситуации на втором этапе в соответствии с программой мобильного блока считывают дополнительные сигналы с других установленных на теле человека датчиков, вычисляют на их основе дополнительные показатели, такие как частота дыхания, содержание кислорода в крови и другие, коррелированные с частотой сердечных сокращений и сигналом падения человека, которые сравнивают с соответствующими пороговыми значениями, производят комбинированный анализ основных и дополнительно рассчитанных показателей сигналов, формируют сигнал тревоги с уровнем тревоги от "ошибка чтения с датчика" до "максимальная опасность", соответствующий степени критической ситуации, который совместно с диагностическими показателями передают в медицинский сервер хранения и обработки данных для принятия решения и разрешения критической ситуации для здоровья человека,

при этом если уровень тревоги соответствует уровню "ошибка чтения с датчика", то мобильный блок продолжает работу в режиме регистрации и анализа данных о частоте сердечных сокращений и сигнале падения человека, а при уровне тревоги выше, чем "ошибка чтения с датчика", мобильный блок в режиме реального времени передает диагностические показатели в медицинский сервер хранения и обработки данных и принимает с него команды для разрешения критической ситуации.

2. Способ дистанционного мониторинга состояния человека по п.1, отличающийся тем, что на втором этапе мобильный блок автоматически формирует запросы пациенту для подтверждения безошибочности регистрации и определения параметров частоты сердечных сокращений и сигнала падения человека и выполняет комбинированный анализ ответов человека на сформированные мобильным блоком запросы и параметры сигналов, коррелированных с частотой сердечных сокращений и сигналом падения человека.

