

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **047170**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2024.06.17

(51) Int. Cl. *A61B 5/02* (2006.01)
G06N 20/00 (2019.01)

(21) Номер заявки
202392746

(22) Дата подачи заявки
2023.10.30

(54) **СПОСОБ БЕСКОНТАКТНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЛИЧНОСТИ ЧЕЛОВЕКА ПО ПАРАМЕТРАМ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ**

(43) **2024.06.13**

(56) US-A1-20220075050
US-A1-20190347386
CN-A-111859352
US-A1-20140266696
CN-A-111062021

(96) **2023000176 (RU) 2023.10.30**
(71)(72)(73) Заявитель, изобретатель и патентовладелец:

**БОЛИБОК НИКОЛАЙ
ВЛАДИМИРОВИЧ (RU)**

(74) Представитель:
Луцковский М.Ю., Корниец Р.А. (RU)

(57) Способ бесконтактной идентификации личности человека по параметрам функционирования сердечно-сосудистой системы относится к обработке медицинской диагностической информации. Техническим результатом изобретения является повышение точности идентификации личности человека, который достигается за счет того, что способ бесконтактной идентификации личности человека по параметрам функционирования сердечно-сосудистой системы характеризуется тем, что производят запись обучающей выборки параметров функционирования сердечно-сосудистой системы, сформированной на основе регистрации электрофизиологических сигналов, параллельно получаемых с электрокардиографии и в результате регистрации параметров состояния беспроводных каналов связи, проводят обучение модели машинного обучения, которая в результате позволяет производить идентификацию личности человека.

047170
B1

047170
B1

Описание изобретения

Изобретение относится к обработке медицинской диагностической информации, а именно к судебной медицине, и может быть применено к способам идентификации личности человека по биологической активности сердца путем исследования параметров электрокардиографии.

Наиболее близким по технической сущности является Способ обнаружения и идентификации людей по характерным сигналам [CN114545355 (A), опубл. 27.05.2022], включающий получение одного или нескольких контролируемых физиологических параметров человека от одного или нескольких датчиков, причем контролируемые физиологические параметры включают параметры сердца, обработку сигналов от одного или более датчиков для идентификации человека на основе оценки биометрической подписи, обработку, включающую оценку контролируемых параметров, включающих сердечный параметр, определение одной или более настроек для устройства респираторной терапии на основе оценки биометрической подписи.

Основной проблемой прототипа является то, что в данном способе идентификация личности человека не производится по параметрам функционирования сердечно-сосудистой системы, регистрируемым с беспроводных каналов связи, получаемых со смарт-устройств, таких как смартфон, смарт-часы, смарт Wi-Fi роутер, а также параметров состояния беспроводных каналов связи, получаемых с репитера сотовой связи и канала базовой станции, что существенно повышает точность идентификации личности по параметрам беспроводных каналов связи. Кроме того, для повышения точности идентификации личности человека не используются современные методы машинного обучения, которые в настоящее время позволяют достигать высокой точности в задачах идентификации по данным различного физического происхождения.

Задачей изобретения является устранение недостатков прототипа.

Техническим результатом изобретения является повышение точности идентификации личности человека.

Указанный технический результат достигается за счет того, что способ бесконтактной идентификации личности человека по параметрам функционирования сердечно-сосудистой системы характеризуется тем, что первоначально производят запись обучающей выборки параметров функционирования сердечно-сосудистой системы, сформированной на основе регистрации электрофизиологических сигналов, параллельно получаемых с электрокардиографии и в результате регистрации параметров состояния беспроводных каналов связи, далее проводят обучение модели машинного обучения, в рамках которого осуществляют обучение модели машинного обучения на идентификацию личности человека путем обучения на сопоставление результатов диагностики пациента по электрофизиологическим сигналам, полученным с электрокардиографии, зарегистрированных параметров состояния беспроводных каналов связи с конкретной личностью человека, в результате чего модель машинного обучения обучается идентифицировать личность человека по результатам регистрируемых параметров электрокардиографии и по параметрам состояния беспроводных каналов связи, затем с помощью обученной модели машинного обучения производят идентификацию личности человека.

В частности, для записи обучающей выборки параметров функционирования сердечно-сосудистой системы проводят регистрацию RSSI и CSI параметров состояния беспроводных каналов связи.

В частности, если обученная модель машинного обучения на входе получает зарегистрированные электрофизические сигналы и параметры состояния беспроводных каналов связи, по которым обученная модель машинного обучения не выдает результат идентификации личности пациента, то данные зарегистрированные параметры подаются на переобучение модели машинного обучения.

В частности, идентификацию личности человека с помощью обученной модели машинного обучения производят по результатам регистрируемых параметров электрокардиографии.

В частности, идентификацию личности человека с помощью обученной модели машинного обучения производят по параметрам состояния беспроводных каналов связи.

В частности, идентификацию личности человека с помощью обученной модели машинного обучения производят по результатам регистрируемым параметрам электрокардиографии и параметрам состояния беспроводных каналов связи одновременно.

Осуществление изобретения

Как правило, для идентификации личности человека используют один или несколько биометрических параметров, таких как отпечатки пальцев, голосовые отпечатки, сканирование сетчатки глаза и черты лица. Но в существующих технических решениях не используют для идентификации личности параметры электрокардиографии, получаемые бесконтактным способом.

Сердечная мышца является миогенной, то есть обладает способностью к ритмическому сокращению без всяких видимых раздражений под влиянием импульсов, возникающих в самой мышце, что является характерной особенностью сердца. Так как импульсы появляются в мышечных волокнах, то говорят о миогенной автоматии. В основе миогенной регуляции сердца лежат особенности строения и функционирования кардиомиоцитов, особенности соединения мышечных клеток между собой. То есть, сердечная мышца способна генерировать потенциал действий - волну возбуждения, перемещающуюся по мембране живой клетки в виде кратковременного изменения мембранного потенциала на небольшом участке воз-

будимой клетки (нейрона или кардиомиоцита), в результате которого наружная поверхность этого участка становится отрицательно заряженной по отношению к внутренней поверхности мембраны, в то время, как в покое она заряжена положительно. Потенциал действия является физиологической основой нервного импульса, в результате чего формируются сигналы деполяризации и реполяризации внутри сердечной мышцы. Проводящая система сердца, состоящая из группы специализированных сердечных клеток (синоатриальный узел; атриовентрикулярный (предсердно-желудочковый) узел; пучок Гиса, отходящий от атриовентрикулярного узла и разделяющийся на две ножки (правую и левую), каждая из которых иннервирует соответствующий желудочек, а левая также делится на переднюю и заднюю ветви; волокна Пуркинье: мелкие нервные пучки, отходящие от ветвей ножек Гиса), которые передают электрический сигнал через сердце. На основе регистрации статистических параметров функционирования сердца, а именно пиковых амплитуд и/или длин временных интервалов, и/или углов векторов деполяризации-реполяризации и/или длин векторов деполяризации-реполяризации для электрических сигналов PQRST, связанных с сердечными волнам, можно производить идентификацию личности человека. Регистрируемые статистические параметры служат биометрическими признаками для идентификации личности человека. Для этого при регистрации необработанный сигнал электрокардиографии (ЭКГ) обрабатывается, а результаты в виде параметров сериализуются, то есть переводят структуру данных в битовую последовательность и сохраняются. При идентификации личности используют регистрируемые параметры для распознавания (классификации) субъектов на основе однотипных параметров сердечных сокращений, извлеченных из сигнала ЭКГ человека, подлежащего верификации или идентификации.

Экспериментальные исследования показали, что идентификация личности человека на основе регистрации параметров функционирования сердечной мышцы намного точнее, чем идентификация на основе параметров лица, и практически так же точно, как идентификация на основе отпечатка пальца. Способ бесконтактной идентификации личности человека по параметрам функционирования сердечно-сосудистой системы характеризуется тем, что первоначально проводят запись обучающей выборки параметров функционирования сердечно-сосудистой системы, сформированной на основе регистрации электрофизиологических сигналов, параллельно получаемых с электрокардиографии, выполненной с использованием электрокардиографа и получаемых в результате регистрации RSSI и CSI параметров состояния беспроводных каналов связи, получаемых со смарт-устройств, таких как сотовый (беспроводной) телефон, беспроводные мультимедиа аксессуары, беспроводные устройства умного дома, беспроводные метки, Wi-Fi роутер, беспроводное устройство nearlink, а также RSSI параметров состояния беспроводных каналов связи, получаемых с репитера сотовой связи и канала базовой станции. При этом экспериментальным путем было установлено, что репрезентативность обучающей выборки была достигнута при 1000 обучающих эталонах, сформированных при регистрации параметров функционирования сердечно-сосудистой системы 1000 человек, разного возраста, полового признака, при этом было установлено, что от возраста, состояния здоровья и полового признака, точность идентификации личности не зависит. Далее непосредственно проводят обучение модели машинного обучения, в рамках которого осуществляют обучение модели машинного обучения на идентификацию личности человека путем обучения на сопоставление результатов диагностики пациента по электрофизиологическим сигналам, полученным с электрокардиографии, зарегистрированных RSSI и CSI параметров состояния беспроводных каналов связи с конкретной личностью человека, в результате чего модель машинного обучения обучается идентифицировать личность человека как по результатам регистрируемых электрофизических сигналов, полученных с электрокардиографии, так и по RSSI и CSI параметрам состояния беспроводных каналов связи. Затем с помощью обученной модели машинного обучения на этапе обучения модели машинного обучения производят идентификацию личности человека, на котором идентифицируют личность пациента как по регистрируемым электрофизическим сигналам, полученным с электрокардиографии, так и по RSSI и CSI параметрам состояния беспроводных каналов связи, получаемых со смарт-устройств, таких как сотовый (беспроводной) телефон, беспроводные мультимедиа аксессуары, беспроводные устройства умного дома, беспроводные метки, Wi-Fi роутер, беспроводное устройство nearlink, а также регистрируемым RSSI параметрам состояния беспроводных каналов связи, получаемых с репитера сотовой связи и канала связи базовой станции.

В случае, если обученная модель машинного обучения на этапе обучения модели машинного обучения на этапе идентификации личности человека на входе получает зарегистрированные электрофизические сигналы, полученные с электрокардиографии, и параметры состояния беспроводных каналов связи, по которым обученная модель машинного обучения не выдает результат идентификации личности пациента, то данные зарегистрированные параметры подаются на переобучение модели машинного обучения.

Технический результат изобретения - повышение точности идентификации личности человека - достигается за счет того, что запись обучающей выборки параметров функционирования сердечно-сосудистой системы, сформированной на основе регистрации электрофизиологических сигналов, получаемых с электрокардиографии, и соответствующих параметров беспроводных каналов связи, позволяет существенно повысить качество обучения модели машинного обучения и, как следствие, повысить точность идентификации личности человека по параметрам функционирования сердечно-сосудистой систе-

мы, при этом такой подход к обучению модели машинного обучения и впоследствии идентификации личности человека, производящаяся на основе зарегистрированных как параметров электрофизических сигналов, так и беспроводных каналов связи, также позволяет повысить точность идентификации личности человека. Кроме того, повышение точности идентификации личности человека при регистрации параметров беспроводных каналов связи достигается за счет переобучения модели машинного обучения в случаях, когда в ходе идентификации регистрируются параметры электрофизических сигналов и беспроводных каналов связи, которые были не учтены при обучении модели машинного обучения.

Примеры достижения технического результата:

В примере 1 идентифицировалась женщина, 58 лет, для идентификации которой регистрировались RSSI и CSI параметры беспроводных каналов связи, получаемые со смарт-устройств, а именно сотового телефона, смарт-часов, беспроводных устройств умного дома, беспроводных меток, Wi-Fi роутера, беспроводного устройства nearlink, а также RSSI параметры состояния беспроводных каналов связи, получаемые с репитера сотовой связи и канала связи базовой станции, далее с помощью предварительно обученной модели машинного обучения данная женщина была идентифицирована с точностью 95%. Далее была проведена проверка идентификация данной женщины с помощью регистрируемых электрофизических параметров, получаемых в результате анализа электрокардиографии, точность идентификации составила 85%. Далее идентификация была произведена на основе параллельно регистрируемых RSSI и CSI параметров беспроводных каналов связи, получаемых со смарт-устройств, а именно сотового телефона, смарт-часов, беспроводных устройств умного дома, беспроводных меток, Wi-Fi роутера, беспроводного устройства nearlink, а также RSSI параметров состояния беспроводных каналов связи, получаемых с репитера сотовой связи и канала связи базовой станции и регистрируемых электрофизических параметров, получаемых в результате анализа электрокардиографии, точность идентификации при этом составила 98%.

Данный пример отражает реализацию заявляемого способа. Для этого была собрана группа людей в возрасте от 25 до 65 лет в количестве 50 человек. Для данных людей производились записи обучающих выборок, формируемых вначале на основе подключения испытуемых к электрокардиографу и снимали электрокардиографию на протяжении четырех дней по 5 электрокардиографий с периодом снятия каждой один час, в итоге было собрано 1000 электрокардиографий, которые были проанализированы на выделение электрофизических параметров (отклонения основных зубцов: P, Q, R, S и T).

Параллельно при снятии электрокардиографии регистрировались RSSI и CSI параметры беспроводных каналов связи, которые снимались со смарт-устройств, а именно сотового телефона, смарт-часов, беспроводных устройств умного дома, беспроводных меток, Wi-Fi роутера, беспроводного устройства nearlink и регистрировались на мобильный телефон: RSSI регистрируемыми параметрами были показатели мощности входящих сигналов, помехи и шумы, поступающие с базовых станций сотовой связи и репитеров, измеряемые в дБм, а CSI регистрируемыми параметрами были параметры сигнала, распространяемые от передатчика к приемнику и отражающие рассеяние, замирание и уменьшения мощности сигнала, а именно параметры мгновенной, статистической CSI.

На основе полученной обучающей выборки была проведено обучение модели машинного обучения, а именно сверточной нейронной сети. Для чего обучающая выборка, состоящая из наборов данных, включающая параметры электрофизических сигналов, получаемых в результате анализа электрокардиографий, и регистрируемые параметры беспроводных каналов связи, была разделана на обучающую - 50%, контрольную - 30% и тестовую - 20%. В результате чего нейронная сеть обучилась без переобучения правильной идентификации личности человека по параметрам электрофизических сигналов, получаемых с ЭКГ, с качеством 92%, по параметрам беспроводных каналов связи с качеством 96%, по параметрам электрофизических сигналов, получаемых с ЭКГ, и беспроводных каналов связи с качеством 98%. Для проверки использовалась тестовая выборка, данные которой не участвовали при обучении, а использовалась для оценки качества обучения сверточной нейронной сети.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ бесконтактной идентификации личности человека по параметрам функционирования сердечно-сосудистой системы, характеризующийся тем, что первоначально производят запись обучающей выборки параметров функционирования сердечно-сосудистой системы, сформированной на основе регистрации электрофизиологических сигналов, параллельно получаемых с электрокардиографии и в результате регистрации параметров состояния беспроводных каналов связи, которые снимались со смарт-устройств, а именно сотового телефона, смарт-часов, беспроводных устройств умного дома, беспроводных меток, Wi-Fi роутера, беспроводного устройства nearlink и регистрировались на мобильный телефон: RSSI регистрируемыми параметрами были показатели мощности входящих сигналов, помехи и шумы, поступающие с базовых станций сотовой связи и репитеров, измеряемые в дБм, а CSI регистрируемыми параметрами были параметры сигнала, распространяемые от передатчика к приемнику и отражающие рассеяние, замирание и уменьшения мощности сигнала, а именно параметры мгновенной, статистической CSI, далее проводят обучение модели машинного обучения, в рамках которого осуществляют обучение модели машинного обучения на идентификацию личности человека путем обучения на сопоставление результатов диагностики пациента по электрофизиологическим сигналам, полученным с электрокардиографии, зарегистрированных параметров состояния беспроводных каналов связи с конкретной личностью человека, в результате чего модель машинного обучения обучается идентифицировать личность человека по параметрам состояния беспроводных каналов связи и по результатам регистрируемых параметров электрокардиографии, при регистрации необработанный сигнал электрокардиографии (ЭКГ) обрабатывают, а результаты в виде параметров сериализуют, то есть переводят структуру данных в битовую последовательность и сохраняют, затем с помощью обученной модели машинного обучения производят идентификацию личности человека.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что для записи обучающей выборки параметров функционирования сердечно-сосудистой системы проводят регистрацию RSSI и CSI параметров состояния беспроводных каналов связи.

3. Способ по п.1, отличающийся тем, что если обученная модель машинного обучения на входе получает зарегистрированные электрофизические сигналы и параметры состояния беспроводных каналов связи, по которым обученная модель машинного обучения не выдает результат идентификации личности пациента, то данные зарегистрированные параметры подаются на переобучение модели машинного обучения.

4. Способ по п.1, отличающийся тем, что идентификацию личности человека с помощью обученной модели машинного обучения производят по результатам регистрируемых параметров электрокардиографии.

5. Способ по п.1, отличающийся тем, что идентификацию личности человека с помощью обученной модели машинного обучения производят по параметрам состояния беспроводных каналов связи.

6. Способ по п.1, отличающийся тем, что идентификацию личности человека с помощью обученной модели машинного обучения производят по результатам регистрируемых параметров электрокардиографии и параметрам состояния беспроводных каналов связи одновременно.

