

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **047406**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2024.07.17

(51) Int. Cl. *A61B 5/00* (2006.01)

(21) Номер заявки
202391950

(22) Дата подачи заявки
2021.01.22

(54) **СИСТЕМА, СПОСОБ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНОЙ АСИММЕТРИИ ЧАСТЕЙ ТЕЛА**

(43) **2023.09.25**

(56) US-A1-20100312136
US-A1-20180263703
WO-A1-2018002697

(86) PCT/US2021/014562

(87) WO 2022/159093 2022.07.28

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
УАБ ДИАБЕТИС (LT)

(72) Изобретатель:
**Марине Гингаре (US), Стейкуниене
Урте, Гузайтис Йонас, Заянскаускас
Рытис (LT)**

(74) Представитель:
Бавлакова А.В. (KZ)

(57) Предложены системы, способы и устройство для выявления патологии на основе оценки температурной асимметрии. Система может содержать тепловизионную камеру, выполненную с возможностью выявления тепловых изображений исследуемой части тела и референсной части тела, которая может быть противоположной относительно исследуемой части тела. Система может дополнительно содержать оптическую камеру, выполненную с возможностью выявления оптических изображений исследуемой части тела и референсной части тела. Система может дополнительно содержать удаленное мобильное устройство, содержащее процессор мобильного устройства, запрограммированный на управление тепловой камерой для выявления тепловых изображений и оптической камерой для выявления оптических изображений. Система может дополнительно содержать удаленный сервер, содержащий диагностический процессор, запрограммированный на определение возникновения функционального нарушения или воспаления исследуемой части тела путем анализа тепловых изображений и оптических изображений.

B1

047406

**047406
B1**

Перекрестная ссылка на родственные заявки

Настоящая заявка является частичным продолжением заявки на получение патента США № 16/646,103 под названием "Система, способ и устройство для измерения температурной асимметрии частей тела", которая была подана 10 марта 2020 г. и является вошедшей в национальную фазу заявкой РСТ/IB2020/051950 под названием "Система, способ и устройство для измерения температурной асимметрии частей тела", которая была подана 6 марта 2020 г. Полное содержание всех упомянутых заявок включено в настоящий документ посредством ссылки.

Предпосылки создания изобретения

1. Область техники

Настоящее изобретение относится к системам, способам и устройству для формирования тепловых изображений в медицинских применениях, а более конкретно, к оценке температурной асимметрии частей тела.

2. Уровень техники

Как правило температура тела человека выше температуры окружающей среды. Определенные технологии, такие как формирование инфракрасных тепловых изображений, позволяют получать температурные карты тела человека или других частей тела животного. Когда субъект страдает от заболевания или функционального изменения, воздействующего на часть тела, температура части тела, подвергаемой этому воздействию, может существенно отличаться от температуры нормальной ткани. Воспаление, образование предраковых тканей, рост опухолей и другие факторы могут повышать температуру части тела, подвергнутой воздействию, тогда как такие заболевания, как васкулит или артериальный склероз, могут снижать температуру части тела, подвергнутой воздействию.

Например, раны или язвы, обусловленные синдромом диабетической стопы (DFU), входят в число наиболее распространенных осложнений на стопы, оказывая критическое воздействие приблизительно на 15% диабетиков. Рисками, которые могут привести к развитию язв стопы, в основном являются нейропатия и болезни артерий нижних конечностей. В случае диабетиков с нейропатией DFU могут развиваться после незначительных ран или кожных повреждений на нижней конечности. DFU трудно поддаются ранней диагностике и лечению. Запоздалая постановка диагноза, лечение и другие факторы могут вносить свой вклад в дальнейшие осложнения язвы, что зачастую приводит к необходимости хирургических вмешательств, а в некоторых случаях даже к ампутациям. Как правило оценка и лечение DFU требует вовлечения многопрофильной команды по уходу за стопами. Такая оценка может включать ознакомление с анамнезом человека, результатами лабораторных исследований, а также состояния кожного покрова, опорно-двигательного аппарата, сосудов и неврологического статуса. Самостоятельный осмотр ступней является важной частью выявления диабетических осложнений на ранних стадиях, однако этому зачастую препятствуют ухудшения состояния здоровья, связанные с диабетом и другими сопутствующими заболеваниями, такими как ухудшение зрения, ограниченная подвижность и ухудшение социализации. Альтернативой самостоятельной оценке является частое прохождение исследований у медицинских специалистов, однако это как правило влечет за собой высокие затраты, занимает много времени и не является обычным вариантом выбора для многих людей.

Таким образом, существует потребность в продвинутом инструменте самостоятельной оценки для слежения за ступнями людей-диабетиков.

Раскрытие сущности изобретения

В настоящем документе описаны системы, способы и устройство для выявления патологии на основе оценки температурной асимметрии. Система может содержать тепловизионную камеру. Тепловизионная камера может быть выполнена с возможностью выявления тепловых изображений. Система может дополнительно содержать оптическую камеру. Оптическая камера может быть выполнена с возможностью выявления оптических изображений исследуемой части тела и референсной части тела. Референсная часть тела может быть противоположной относительно исследуемой части тела. Система может дополнительно содержать процессор для определения возникновения функционального нарушения или воспаления исследуемой части тела путем анализа тепловых изображений и оптических изображений.

В соответствии с вариантом реализации настоящего изобретения, может быть предусмотрена система для выявления патологии на основе оценки температурной асимметрии. Система может содержать формирователь изображений. Формирователь изображений может содержать тепловизионную камеру. Тепловизионная камера может быть выполнена с возможностью выявления тепловых изображений, соответствующих исследуемой части тела и референсной или противоположной части тела. Формирователь изображений может содержать порт ввода/вывода. Порт ввода/вывода формирователя изображений может быть выполнен с возможностью передачи тепловых изображений и оптических изображений. Система может содержать оптическую камеру. Оптическая камера может быть выполнена с возможностью выявления оптических изображений, соответствующих исследуемой части тела и референсной или противоположной части тела. Система может дополнительно содержать диагностический процессор. Диагностический процессор может быть удаленным относительно формирователя изображений. Диагностический процессор может быть запрограммирован на

определение возникновения функционального нарушения или воспаления исследуемой части тела путем анализа тепловых изображений и оптических изображений.

Система может дополнительно содержать мобильное устройство. Мобильное устройство может быть удаленным относительно формирователя изображений. Мобильное устройство может представлять собой устройство ввода. Устройство ввода может быть выполнено с возможностью приема пользовательского ввода, соответствующего запросу на начало захвата изображений. Мобильное устройство может дополнительно содержать процессор мобильного устройства. Процессор мобильного устройства может быть запрограммирован на управление тепловизионной камерой и оптической камерой для выявления тепловых изображений и оптических изображений, соответственно, на основе принятого пользовательского ввода.

Система может дополнительно содержать удаленный сервер. Удаленный сервер может содержать диагностический процессор и порт ввода/вывода сервера. Мобильное устройство может дополнительно иметь порт ввода/вывода мобильного устройства, выполненный с возможностью приема тепловых изображений и оптических изображений от порта ввода/вывода формирователя изображений. Процессор мобильного устройства может быть дополнительно запрограммирован на управление портом ввода/вывода мобильного устройства для передачи тепловых изображений и оптических изображений на порт ввода/вывода сервера.

Диагностический процессор может быть дополнительно выполнен с возможностью оценки сдвига исследуемого зарегистрированного изображения на основе исследуемого оптического изображения из числа оптических изображений и исследуемого теплового изображения из числа тепловых изображений. Исследуемое оптическое изображение и исследуемое тепловое изображение могут соответствовать исследуемой части тела. Диагностический процессор может быть дополнительно выполнен с возможностью оценки сдвига референсного зарегистрированного изображения на основе референсного оптического изображения из числа оптических изображений и референсного теплового изображения из числа тепловых изображений. Референсное оптическое изображение и референсное тепловое изображение могут соответствовать референсной или противоположной части тела. Определение возникновения функционального нарушения или воспаления исследуемой части тела может осуществляться путем сравнения исследуемого теплового изображения с референсным тепловым изображением на основе сдвига исследуемого зарегистрированного изображения, соответствующего исследуемой части тела, и сдвига референсного зарегистрированного изображения, соответствующего референсной или противоположной части тела. Порт ввода/вывода мобильного устройства может быть выполнен с возможностью физического и логического сопряжения с портом ввода/вывода формирователя изображений. Оптическая камера может быть расположена на мобильном устройстве таким образом, что физическое сопряжение порта ввода/вывода мобильного устройства с портом ввода/вывода формирователя изображений сохраняет постоянное положение оптической камеры относительно тепловизионной камеры. Оптическая камера может быть расположена на формирователе изображений.

Система может дополнительно содержать блок основы. Блок основы может содержать подставку. Подставка может быть выполнена с возможностью размещения на ней и поддержания исследуемой части тела и референсной или противоположной части тела. Блок основы может содержать соединитель для формирователя изображений. Соединитель для формирователя изображений может быть выполнен с возможностью физического сопряжения с формирователем изображений и с возможностью поддержания формирователя изображений на месте относительно подставки. Исследуемая часть тела может включать в себя первую голень или ступню. Референсная или противоположная часть тела может включать в себя вторую голень или ступню. Подставка может иметь первую физическую опору. Первая физическая опора может быть выполнена с возможностью размещения на ней и поддержания первой голени или ступни. Подставка может иметь вторую физическую опору. Вторая физическая опора может быть выполнена с возможностью размещения на ней и поддержания второй голени или ступни. Блок основы может содержать корпусную часть, имеющую подставку. Блок основы может дополнительно содержать аппаратную часть, имеющую соединитель для формирователя изображений. Блок основы может дополнительно содержать выдвижную часть между корпусной частью и аппаратной частью. Выдвижная часть может быть выполнена с возможностью осуществления по меньшей мере одного действия из выдвижения или задвигания для регулировки расстояния между подставкой и соединителем для формирователя изображений. Система может дополнительно содержать устройство вывода, сопряженное с диагностическим процессором. Устройство вывода может быть выполнено с возможностью вывода данных о состоянии, соответствующих текущему состоянию формирователя изображений.

В соответствии с аспектом настоящего изобретения, может быть предусмотрена система для выявления патологии на основе оценки температурной асимметрии. Система может содержать формирователь изображений. Формирователь изображений может содержать тепловизионную камеру. Тепловизионная камера может быть выполнена с возможностью выявления тепловых изображений, соответствующих исследуемой части тела и референсной или противоположной части тела. Формирователь изображений может дополнительно содержать оптическую камеру. Оптическая камера

может быть выполнена с возможностью выявления оптических изображений, соответствующих исследуемой части тела и референсной или противоположной части тела. Формирователь изображений может содержать порт ввода/вывода формирователя изображений. Порт ввода/вывода формирователя изображений может быть выполнен с возможностью передачи тепловых изображений и оптических изображений. Система может дополнительно содержать диагностический процессор. Диагностический процессор может быть удаленным относительно формирователя изображений. Диагностический процессор может быть запрограммирован на определение возникновения функционального нарушения или воспаления исследуемой части тела путем анализа тепловых изображений и оптических изображений.

Система может дополнительно содержать мобильное устройство. Мобильное устройство может быть удаленным относительно формирователя изображений. Мобильное устройство может представлять собой устройство ввода. Устройство ввода может быть выполнено с возможностью приема пользовательского ввода, соответствующего запросу на начало захвата изображений. Мобильное устройство может содержать процессор мобильного устройства. Процессор мобильного устройства может быть запрограммирован на управление тепловизионной камерой и оптической камерой для выявления тепловых изображений и оптических изображений, соответственно, на основе принятого пользовательского ввода. Система может дополнительно содержать удаленный сервер. Удаленный сервер может содержать диагностический процессор и порт ввода/вывода сервера. Мобильное устройство может дополнительно содержать порт ввода/вывода мобильного устройства. Порт ввода/вывода мобильного устройства может быть выполнен с возможностью приема тепловых изображений и оптических изображений от порта ввода/вывода формирователя изображений. Процессор мобильного устройства может быть дополнительно запрограммирован на управление портом ввода/вывода мобильного устройства для передачи тепловых изображений и оптических изображений на порт ввода/вывода сервера.

Диагностический процессор может быть дополнительно выполнен с возможностью оценки сдвига исследуемого зарегистрированного изображения на основе исследуемого оптического изображения из числа оптических изображений и исследуемого теплового изображения из числа тепловых изображений. Исследуемое оптическое изображение и исследуемое тепловое изображение могут соответствовать исследуемой части тела. Диагностический процессор может быть дополнительно выполнен с возможностью оценки сдвига референсного зарегистрированного изображения на основе референсного оптического изображения из числа оптических изображений и референсного теплового изображения из числа тепловых изображений. Референсное оптическое изображение и референсное тепловое изображение могут соответствовать референсной или противоположной части тела. Определение возникновения функционального нарушения или воспаления исследуемой части тела может осуществляться путем сравнения исследуемого теплового изображения с референсным тепловым изображением на основе сдвига исследуемого зарегистрированного изображения, соответствующего исследуемой части тела, и сдвига референсного зарегистрированного изображения, соответствующего референсной или противоположной части тела.

Система может дополнительно содержать блок основы. Блок основы может содержать подставку. Подставка может быть выполнена с возможностью размещения на ней и поддержания исследуемой части тела и референсной или противоположной части тела. Блок основы может содержать соединитель для формирователя изображений. Соединитель для формирователя изображений может быть выполнен с возможностью физического сопряжения с формирователем изображений и с возможностью поддержания формирователя изображений на месте относительно подставки.

В соответствии с аспектом настоящего изобретения, может быть предусмотрен способ выявления патологии на основе оценки температурной асимметрии. Способ может включать этап, на котором выявляют тепловые изображения, соответствующие исследуемой части тела и референсной или противоположной части тела, посредством тепловизионной камеры формирователя изображений. Способ может дополнительно включать этап, на котором выявляют оптические изображения, соответствующие исследуемой части тела и референсной или противоположной части тела, посредством оптической камеры формирователя изображений. Способ может дополнительно включать этап, на котором принимают тепловые изображения и оптические изображения посредством мобильного устройства. Способ может дополнительно включать этап, на котором передают тепловые изображения и оптические изображения на сервер посредством мобильного устройства. Способ может дополнительно включать этап, на котором определяют возникновение функционального нарушения или воспаления исследуемой части тела путем анализа тепловых изображений и оптических изображений посредством диагностического процессора сервера. Способ может дополнительно включать этап, на котором принимают пользовательский ввод, соответствующий запросу на начало захвата изображений, посредством устройства ввода в мобильном устройстве. Способ может дополнительно включать этап, на котором управляют тепловизионной камерой и оптической камерой для выявления тепловых изображений и оптических изображений, соответственно, на основе принятого пользовательского ввода посредством процессора мобильного устройства.

Способ может дополнительно включать этап, на котором оценивают сдвиг исследуемого зарегистрированного изображения на основе исследуемого оптического изображения из числа оптических изображений и исследуемого теплового изображения из числа тепловых изображений посредством диагностического процессора. Исследуемое оптическое изображение и исследуемое тепловое изображение могут соответствовать исследуемой части тела. Способ может дополнительно включать этап, на котором оценивают сдвиг референсного зарегистрированного изображения на основе референсного оптического изображения из числа оптических изображений и референсного теплового изображения из числа тепловых изображений посредством диагностического процессора. Референсное оптическое изображение и референсное тепловое изображение могут соответствовать референсной или противоположной части тела. Определение возникновения функционального нарушения или воспаления исследуемой части тела может осуществляться путем сравнения исследуемого теплового изображения с референсным тепловым изображением на основе сдвига исследуемого зарегистрированного изображения, соответствующего исследуемой части тела, и сдвига референсного зарегистрированного изображения, соответствующего референсной или противоположной части тела. Способ может дополнительно включать этап, на котором выводят данные о состоянии, соответствующих текущему состоянию формирователя изображений, посредством устройства вывода.

Краткое описание чертежей

Другие системы, способы, признаки и преимущества настоящего изобретения будут или станут ясны специалисту в данной области техники после ознакомления с описанными далее фигурами и представленным далее описанием. Подразумевается, что все такие дополнительные системы, способы, признаки и преимущества входят в объем настоящего описания, в объем настоящего изобретения и на них будет распространяться защита согласно прилагаемой формуле изобретения. Компоненты, изображенные на чертежах, не обязательно выполнены в масштабе и могут быть увеличены для обеспечения лучшей иллюстрации существенных признаков настоящего изобретения. На различных видах чертежей подобными ссылочными позициями обозначены подобные детали, где:

на фиг. 1 изображен вид в перспективе системы для выявления патологии на основе оценки температурной асимметрии, согласно аспекту настоящего изобретения;

на фиг. 2 изображен вид в перспективе блока основы системы, показанной на фиг. 1, в невыдвинутом положении, а также соединитель для формирователя изображений в закрытом положении, согласно аспекту настоящего изобретения;

на фиг. 3 изображен отдельный вид спереди формирователя изображений системы, показанной на фиг. 1, согласно аспекту настоящего изобретения;

на фиг. 4 изображена блок-схема, на которой изображены различные компоненты системы, показанной на фиг. 1, согласно аспекту настоящего изобретения;

на фиг. 5А изображен способ эксплуатации системы, показанной на фиг. 1, согласно аспекту настоящего изобретения;

на фиг. 5В изображен способ эксплуатации системы, показанной на фиг. 1, согласно аспекту настоящего изобретения; и

на фиг. 6 изображена диаграмма способа выявления патологии на основе оценки температурной асимметрии, согласно аспекту настоящего изобретения.

Подробное описание

Системы, способы и устройство, описанные в настоящем документе, могут применяться для выявления патологии на основе оценки температурной асимметрии. Выявляемой патологией может быть функциональное нарушение или воспаление. В частности, выявляемой патологией может быть рана или язва диабетической стопы (DFU). Системы могут осуществлять захват тепловых изображений исследуемой части тела и референсной части тела человека посредством тепловой камеры. Системы также могут осуществлять захват оптических изображений исследуемой части тела и референсной части тела посредством оптической камеры. Исследуемой частью тела может быть стопа или голень человека. Референсной частью тела может быть противоположная стопа или голень человека. Управление тепловой и оптической камерами может осуществляться посредством мобильного устройства. Тепловое и оптическое изображения могут быть переданы на удаленный процессор, который может представлять собой процессор удаленного сервера. Процесс может анализировать тепловое и оптическое изображения и, преимущественно, определять наличие функционального нарушения или воспаления в исследуемом организме. Более конкретно, процессор может оценивать сдвиг зарегистрированного изображения исследуемой части тела и сдвиг зарегистрированного изображения референсной части тела, а также сравнивать эти две оценки для определения наличия патологии части тела. Оценка сдвига зарегистрированного изображения исследуемой части тела может быть основана на оптическом изображении и тепловом изображении исследуемой части тела. Оценка сдвига зарегистрированного изображения референсной части тела может быть основана на оптическом изображении и тепловом изображении референсной части тела. Системы могут содержать устройство вывода, находящееся в связи с процессором, преимущественно, для вывода данных, указывающих на наличие патологии части тела. Исследования с помощью этих систем могут проводиться самостоятельно. В качестве

преимущества, системы могут использоваться без необходимости в помощи со стороны другого человека или медицинского специалиста. В качестве альтернативы, системы, преимущественно, пригодны для использования при помощи со стороны другого человека или медицинского специалиста, если это необходимо. Поэтому под термином "пользователь" может подразумеваться пациент, медицинский специалист, присматривающее лицо, ассистент или ухаживающее лицо.

На фиг. 1 изображен вид в перспективе системы 100 для выявления патологии на основе оценки температурной асимметрии, согласно аспекту настоящего изобретения. Система 100 может содержать мобильное устройство 102, формирователь 104 изображений и блок 106 основы.

Мобильное устройство 102 может представлять собой сотовый телефон, планшет, ноутбук или другое портативное вычислительное устройство. Мобильное устройство 102 может содержать дисплей 103. Дисплей 103 может представлять собой жидкокристаллический (ЖК) дисплей, светодиодный (LED) дисплей, органический светодиод (OLED), плазменный дисплей, дисплей на электронно-лучевой трубке (ЭЛТ), дисплей с цифровой оптической обработкой (DLPT), микродисплей, проекционный дисплей или любой другой дисплей, известный специалисту в данной области техники. На дисплее 103 могут отображаться интерфейсы пользователя, текст, изображения и/или подобное. Интерфейс может обеспечивать пользователю возможность управления мобильным устройством 102, а также одним или более компонентами системы 100. Кроме того, интерфейс может обеспечивать пользователю возможность просмотра информации, выдаваемой системой 100. Дисплей 103 может представлять собой сенсорный экран и использоваться для ввода пользовательских команд. Мобильное устройство 102 может содержать оптическую камеру 108a. Оптическая камера 108a может быть расположена на передней стороне 110 мобильного устройства 102, как показано на фиг. 1. В некоторых вариантах реализации оптическая камера 108a может быть расположена на задней стороне (не показана) мобильного устройства 102. Оптическая камера 108a может содержать оптический инструмент для регистрации статических или динамических изображений. Оптическая камера 108a может содержать линзу, которая фокусирует свет, отражающийся от части тела человека, а также механизм регистрации изображений. Оптическая камера 108a может быть встроена в мобильное устройство 102, как показано на фиг. 1. В некоторых вариантах реализации оптическая камера 108a может представлять собой отдельное аппаратное средство, имеющее удаленный корпус, выполненный с возможностью соединения с мобильным устройством 102 или системой 100 в целом. Соединение может осуществляться с помощью любых типов универсальной серийной шины (USB) (например, микро USB, USB-C), шнуров питания и любых других традиционных средств соединения. Это соединение также может представлять собой беспроводное соединение с помощью технологии Bluetooth, инфракрасной передачи (ИК) данных, WiFi и подобного.

Мобильное устройство 102 может быть соединено с формирователем 104 изображений. Соединение может представлять собой электронное соединение. Устройство 112 вывода в формирователе 104 изображений может быть соединено с устройством 114 ввода в мобильном устройстве 102. Соединение может осуществляться с помощью любых типов USB, шнуров питания и любых других традиционных средств соединения. Это соединение также может представлять собой беспроводное соединение с помощью технологии Bluetooth, ИК передачи данных, WiFi и подобного. Формирователь 104 изображений может содержать оптическую камеру 108b. Оптическая камера 108b может использоваться вместо оптической камеры 108a. Оптическая камера 108b может содержать те же самые или подобные компоненты, что и оптическая камера 108a. В некоторых вариантах реализации система 100 может содержать или оптическую камеру 108a, или оптическую камеру 108b. Формирователь 104 изображений может дополнительно содержать тепловизионную камеру 116. Тепловизионная камера 116 может содержать оптический инструмент для регистрации статических или динамических изображений с помощью инфракрасного излучения в длинноволновом инфракрасном диапазоне (LWIR) (т.е. от 0,000315 дюйма до 0,000551 дюйма, от 8 микрометров (мкм) до 14 мкм). Тепловизионная камера 116 может содержать тепловизионный датчик и механизм регистрации изображений. Тепловизионная камера 116 может быть встроена в формирователь 104 изображений, как показано на фиг. 1. Тепловизионная камера 116 и оптическая камера 108b могут быть уложены друг на друга. Тепловизионная камера 116 и оптическая камера 108b могут иметь одинаковый внешний вид и внешние особенности. Тепловизионная камера 116 и оптическая камера 108b могут быть располагаться по вертикали друг относительно друга, как показано на фиг. 1. В некоторых вариантах реализации тепловизионная камера 116 и оптическая камера 108b могут располагаться по горизонтали или по диагонали друг относительно друга. В некоторых вариантах реализации тепловизионная камера 116 может представлять собой отдельное аппаратное средство, имеющее удаленный корпус, выполненный с возможностью соединения с формирователем 104 изображений или системой 100 в целом. Соединение может осуществляться с помощью любых типов USB, шнуров питания и любых других традиционных средств соединения. Это соединение также может представлять собой беспроводное соединение с помощью технологии Bluetooth, ИК передачи данных, WiFi и подобного. В некоторых вариантах реализации тепловизионная камера 116 может быть встроена в мобильное устройство 102.

Мобильное устройство 102 и формирователь 104 изображений могут быть механически соединены с блоком 106 основы. Блок 106 основы может быть выполнен из металла, пластмассы, дерева и/или подобного. Блок 106 основы может представлять собой конструкцию, выполненную за единое целое или составленную из нескольких частей, соединенных вместе посредством любой известной технологии скрепления (например, с помощью прессовой посадки, винтов, адгезивов). Блок 106 основы может иметь такую форму и размеры, чтобы быть портативным. Блок 106 основы может быть выполнен таким образом, что он имеет по существу плоскую нижнюю поверхность 117. По существу плоская нижняя поверхность 117 может обеспечить возможность размещения блока 106 основы на поверхности. Предпочтительно, поверхность может быть плоской и гладкой. Блок 106 основы может иметь края с ободами. Края с ободами могут быть удобными для пользователя и обеспечивать возможность простого удержания блока 106 основы.

Блок 106 основы может иметь корпусную часть 118 и аппаратную часть 120. Корпусная часть 118 и аппаратная часть 120 могут быть соединены с выдвижной частью 112, расположенной между корпусной частью 118 и аппаратной частью 120. Выдвижная часть 122 может быть прикреплена к корпусной части 118 и аппаратной части 120 посредством механизма направляющих рельс. Корпусная часть 118 и аппаратная часть 120 могут двигаться друг от друга относительно выдвижной части 122 для расширения блока 106 основы. В некоторых вариантах реализации выдвижная часть 122 может представлять собой один или более отдельных средств крепления, каждое из которых имеет разную длину. Пользователь может выбрать тип крепления исходя из желаемой длины выдвижения. Желаемая длина выдвижения может зависеть от габаритов пользователя (например, роста, длины конечностей, размера стопы). Выдвижение может позволять пользователю придерживать периметра захвата изображения формирователем 104 изображений. Например, формирователю 104 изображений может быть необходимо, чтобы изображения частей тела, подлежащих исследованию, находились в пределах виртуального шаблона, имеющего заранее определенные размеры.

Корпусная часть 118 может иметь подставку 124, выступающую из нее. Подставка 124 может быть выполнена с возможностью размещения на ней и поддержания голени, щиколотки или стопы пользователя. Подставка 124 может приподнимать поддерживаемые части тела над корпусной частью 118. В некоторых вариантах реализации подъем подставки 124 над корпусной частью 118 может быть регулируемым. Подставка 124 может иметь две опорные поверхности 126а, б. Поддерживаемые части тела могут вступать в прямой контакт с опорными поверхностями 126а, б. Каждая опорная поверхность 126а, б может иметь изгиб, имеющий такую форму и размеры, чтобы вмещать поддерживаемые части тела, при этом дополняя естественную форму поддерживаемых частей тела.

Аппаратная часть 120 может иметь соединитель 128 для формирователя изображений. Соединитель 128 для формирователя изображений может быть выполнен с возможностью соединения с формирователем 104 изображений. Соединитель 128 для формирователя изображений может удерживать формирователь 104 изображений на месте относительно подставки 124. Это может обеспечить возможность выдачи изображений частей тела лучшего качества формирователем 104 изображений за счет его неподвижности во время захвата изображений. Формирователь 104 изображений может быть съемным образом соединен с соединителем 128 для формирователя изображений. Для соединения формирователя 104 изображений с соединителем 128 для формирователя изображений могут быть использованы любые известные технологии непостоянного скрепления (например, вставка, монтажные зажимы, крюки, винты). Соединитель 128 для формирователя изображений также может быть выполнен с возможностью соединения с мобильным устройством 102. Мобильное устройство 102 может быть съемным образом соединено с соединителем 128 для формирователя изображений. Для соединения мобильного устройства 102 с соединителем 128 для формирователя изображений могут быть использованы любые известные технологии непостоянного скрепления (например, вставка, монтажные зажимы, крюки, винты). Соединитель 128 для формирователя изображений может быть шарнирно соединен с аппаратной частью 120 или иметь корпус, шарнирно вращающийся относительно аппаратной части 120. Возможность шарнирного вращения соединителя 128 для формирователя изображений может обеспечивать возможность установки мобильного устройства 102 и формирователя 104 изображений под желаемым углом. Соединитель 128 для формирователя изображений может поднимать мобильное устройство 102 и/или формирователь 104 изображений над аппаратной частью 120. Подъем мобильного устройства 102 и подъем формирователя 104 изображений над аппаратной частью 120 могут регулироваться одновременно или независимо.

На фиг. 2 изображен вид в перспективе блока 106 основы в невыдвинутом положении и соединитель 128 для формирователя изображений в закрытом положении, согласно аспекту настоящего изобретения. Соединитель 128 для формирователя изображений может складываться в закрытое положение, когда система 100 не используется, а находится на хранении или транспортируется. Может быть необходимо отсоединить мобильное устройство 102 и формирователь 104 изображений от соединителя 128 для формирователя изображений перед переводом соединителя 128 для формирователя изображений в закрытое положение. Соединитель 128 для формирователя изображений может вращаться на шарнирном соединении 130, с помощью которого соединитель 128 для формирователя изображений

прикреплен к основе 132 для соединителя для формирователя изображений. В некоторых вариантах реализации шарнирное соединение 130 может прикреплять соединитель 128 для формирователя изображений непосредственно к блоку 106 основы. При закрытом положении соединитель 128 для формирователя изображений может быть по существу параллелен блоку 106 основы. В соединителе 128 для формирователя изображений может быть выполнено отверстие 134. Отверстие 134 может иметь такую форму и размеры, чтобы обеспечивать пользователю возможность захвата соединителя 128 для формирователя изображений одним или более пальцами для перевода соединителя 128 для формирователя изображений в закрытое положение из открытого положения и наоборот. В некоторых вариантах реализации вместо отверстия 134 может быть выполнен выступ, такой как рукоятка или кольцевое крепление.

Корпусная часть 118 и аппаратная часть 120 могут быть расположены заподлицо в невыдвинутом положении. В корпусной части 118 может быть выполнена полость 136. Полость 136 может быть выполнена на верхней поверхности 138 корпусной части 118. Полость 136 может быть выполнена вблизи ближнего конца 140, если корпусная часть 118 и ближний конец 140 находятся на расстоянии от аппаратной части 120. Полость 136 может обеспечивать пользователю возможность захвата корпусной части одним или более пальцами для перевода блока 106 основы в выдвинутое положение из невыдвинутого положения и наоборот. В аппаратной части 120 также может быть выполнена полость (не показана), являющаяся зеркальным отражением полости 136. Пользователь может переводить блок 106 основы в выдвинутое положение из невыдвинутого положения и наоборот от корпусной части 118, аппаратной части 120 или их обеих. В некоторых вариантах реализации вместо полости 136 может быть выполнен выступ.

На фиг. 3 изображен отдельный вид спереди формирователя 104 изображений в системе 100 согласно аспекту настоящего изобретения. Формирователь 104 изображений может содержать компоненты, скрепленные вместе с помощью кожуха 142. Этими компонентами могут быть оптическая камера 108b, тепловизионная камера 116, устройство 112 вывода, выключатель 144, световой индикатор 146 питания, средство 148 захвата и зарядный порт (не показан). Формирователь 104 изображений может иметь аккумулятор, расположенный в кожухе 142. Аккумулятор может заряжаться через зарядный порт. Зарядный порт подходит для всех типов USB, шнуров питания и любых других традиционных кабелей питания. В некоторых вариантах реализации в формирователе 104 изображений могут использоваться одноразовые аккумуляторы (например, AA, AAA). Световой индикатор 146 питания может указывать на то, включено, заряжено, заряжается ли и/или требуется ли зарядки формирователь 104 изображений. Световой индикатор 146 питания может мигать и/или излучать свет конкретного цвета, связанный с состоянием питания. Световой индикатор 146 питания может представлять собой светоизлучающий диод (LED). Выключатель 144 может использоваться для включения и выключения формирователя 104 изображений. В некоторых вариантах реализации выключатель 144 также может использоваться для захвата изображений посредством оптической камеры 108b и/или тепловизионной камеры 116. Выключатель 144 может принимать множество вводов различными способами активации выключателя 144 (например, через выполнение определенного числа нажатий, нажатие и удержание, постоянное нажатие, сдвиг). Средство 148 захвата может представлять собой шероховатую поверхность на кожухе 142. Средство 148 захвата может проходить в множество сторон кожуха 142. Средство 148 захвата может обеспечивать пользователю возможность удобного удержания формирователя 104 изображений, не закрывая оптическую камеру 108b или тепловизионную камеру 116, тем самым предотвращая падения и создание нежелательных отпечатков пальцев на оптической камере 108b и тепловизионной камере 116.

На фиг. 4 изображена блок-схема, на которой показаны различные компоненты системы 100 согласно аспекту настоящего изобретения. Система 100 может содержать мобильное устройство 102, формирователь 104 изображений, диагностический процессор 150 и устройство 152 вывода. Мобильное устройство 102 может содержать процессор 154. Процессор 154 может быть выполнен с возможностью исполнения машиночитаемых инструкций. В некоторых вариантах реализации может быть предусмотрено множество процессоров 154. Процессор 154 может представлять собой, например, микропроцессор или микроконтроллер. Процессор 154 может быть запрограммирован на управление тепловизионной камерой и/или оптической камерой для выявления тепловых изображений и/или оптических изображений на основе пользовательского ввода.

Пользовательский ввод может быть принят через устройство 156 ввода. Устройство 156 ввода может быть встроено в мобильное устройство 102. Устройство 156 ввода может принимать визуальный, звуковой и/или сенсорный ввод. Например, устройство 156 ввода может представлять собой камеру, микрофон, сенсорный экран, кнопку или удаленное устройство ввода. Устройство 156 ввода может быть выполнено за единое целое с дисплеем 103 мобильного устройства 102. Устройство 156 ввода может принимать биометрические данные, голос пользователя и/или сенсорный ввод пользователя, выполненный одним или более пальцами. Ввод может представлять собой запрос на начало захвата изображений.

В некоторых вариантах реализации управление мобильным устройством 102 может осуществляться автоматически с помощью алгоритма, хранящегося в памяти 158. Память 158 может представлять собой

оперативное запоминающее устройство (ОЗУ), диск, флеш-память, накопители на оптических дисках, гибридную память или любой другой носитель данных, способный хранить данные. Память 158 может хранить программный код, исполняемый процессором 154. Память 158 может хранить данные в зашифрованном или любом другом подходящем безопасном виде. Мобильным устройством 102 можно управлять для того, чтобы начать выявление изображений как только известное или распознанное изображение вошло в поле обзора оптической камеры 108 и/или тепловизионной камеры 116. После выявления изображений процессор 154 мобильного устройства может передать изображения на диагностический процессор 150.

Диагностический процессор 150 может иметь возможности диагностики, отслеживания и прогнозирования. Диагностический процессор 150 может быть частью удаленного компьютера или удаленного сервера. Диагностический процессор 150 может находиться в беспроводной или проводной связи с мобильным устройством 102. Беспроводная связь может осуществляться по сети Интернет, WiFi, Bluetooth, ИК и т.п. В некоторых вариантах реализации некоторые или все вышеуказанные способы связи могут быть доступными для выбора пользователем исходя из предпочтений или приемлемости (например, расстояния передачи сигнала, доступности сигнала, помех сигнала, скорости передачи сигнала). Проводная связь может осуществляться с помощью всех типов USB, шнуров питания и т.п. В некоторых вариантах реализации диагностический процессор 150 может быть встроен в мобильное устройство 102. Диагностический процессор 150 может быть реализован на множестве компьютеров, соединенных с образованием сети, или множестве виртуальных машин в облачной инфраструктуре. Удаленный компьютер или удаленный сервер может хранить, анализировать и сравнивать передаваемые изображения. Удаленный компьютер или удаленный сервер может хранить данные, включая оптические и тепловые изображения, файлы и информацию об учетной записи пользователя. Диагностический процессор 150 может распознавать контур исследуемой части тела и референсной части тела, оценивать разницу температур и определять, помимо прочего, возникновение функционального нарушения или воспаления исследуемой части тела. В диагностическом процессоре 150 могут использоваться технологии фильтрации и углубленные статистические модели для реализации некоторых или всех его функций. В некоторых вариантах реализации для реализации некоторых или всех его функций могут использоваться машинное обучение и искусственный интеллект. Диагностический процессор 150 может отправлять обратную связь на мобильное устройство 102 и/или устройство 152 вывода.

Устройство 152 вывода может быть выполнено с возможностью вывода данных о состоянии формирователя 104 изображений. Данные о состоянии могут включать в себя оптические и тепловые изображения, выявленные формирователем 104 изображений, и/или данные, выданные диагностическим процессором 150 после проведения анализа оптических и тепловых изображений. Устройство 152 вывода может представлять данные о состоянии в визуальной или звуковой форме. Устройство 152 вывода может представлять собой дисплей (например, сенсорный экран), динамик или подобное. Дисплей может представлять собой жидкокристаллический (ЖК) дисплей, светодиодный (LED) дисплей, органический светодиод (OLED), плазменный дисплей, дисплей на электронно-лучевой трубке (ЭЛТ), дисплей с цифровой оптической обработкой (DLPT), микродисплей, проекционный дисплей или любой другой дисплей, известный специалисту в данной области техники. На дисплее могут отображаться интерфейсы пользователя, текст, изображения и/или подобное. В некоторых вариантах реализации устройство 152 вывода может быть выполнено за единое целое с мобильным устройством 102 или формирователем 104 изображений. Устройство 152 вывода может находиться в беспроводной или проводной связи с диагностическим процессором 150. Беспроводная связь может осуществляться по сети Интернет, WiFi, Bluetooth, ИК и т.п. В некоторых вариантах реализации некоторые или все вышеуказанные способы связи могут быть доступными для выбора пользователем исходя из предпочтений или приемлемости (например, расстояния передачи сигнала, доступности сигнала, помех сигнала, скорости передачи сигнала). Проводная связь может осуществляться с помощью всех типов USB, шнуров питания и т.п.

Данные о состоянии также могут быть переданы непосредственно медицинскому специалисту, которого назначили следить за ступнями или общим состоянием здоровья пользователя. Эта передача может осуществляться по электронной почте, по телефону, через обмен текстовыми сообщениями, посредством программных уведомлений или с помощью другого средства передачи данных. Данные о состоянии могут быть зашифрованы во время передачи и расшифрованы после приема. Когда пользователь и/или назначенный ему медицинский специалист получает обратную связь о состоянии ступней, он может назначить соответствующий курс лечения.

На фиг. 5А изображен способ использования системы 100 согласно аспекту настоящего изобретения. Система 100 может быть размещена на плоской поверхности 160. Пользователем может быть пациент 162. Пациент 162 может выполнять самостоятельное исследование своих ступней, щиколоток и/или голеней. Пациент 162 может размещать и класть свои пятки 164 на подставку 124. Это может требовать от пациента принять положение сидя на плоской поверхности 160 или другой подходящей поверхности вблизи системы 100. Голеней 166 пациента могут проходить с минимальным сгибом от коленей, при этом голеней 166 расположены по существу параллельно плоской поверхности

160. Мобильное устройство 102 и формирователь 104 изображений могут быть обращены к пациенту 162 таким образом, что оптическая камера 108 и тепловизионная камера 116 обращены к ступням 168 пациента. При желании и необходимости пациент 162 может находиться в положении лежа.

На фиг. 5B изображен способ использования системы 100 согласно аспекту настоящего изобретения. Пользователями может быть пациент 162 и ассистент 170. Ассистентом 170 может быть медицинский специалист, присматривающее лицо, друг, один из родителей или ухаживающее лицо. Ассистент 170 может держать мобильное устройство 102 и формирователь 104 изображений. Пациент 162 может находиться в том же самом положении, что и на фиг. 5A, за исключением того, что пятки 164 могут не лежать непосредственно на поверхности. Ассистент 170 может принимать такое положение, чтобы держать формирователь 104 изображений таким образом, что оптическая камера 108 и тепловизионная камера 116 обращены к ступням 168 пациента 162 и в пределах его досягаемости. Затем ассистент 170 может использовать устройство 152 вывода, которым может быть мобильное устройство 102 или формирователь 104 изображений, для получения обратной связи анализа.

На фиг. 6 изображена диаграмма способа выявления патологии на основе оценки температурной асимметрии, согласно аспекту настоящего изобретения. Способ может начинаться с этапа, на котором принимают пользовательский ввод для начала захвата изображений, в блоке 172. Пользовательский ввод может быть принят через устройство 156 ввода. Устройство 156 ввода может быть встроено в мобильное устройство 102. Принятый ввод может активировать оптическую камеру 108 и тепловизионную камеру 116. Пользователю может понадобиться выполнить регистрацию или вход в учетную запись пользователя с помощью устройства 156 ввода перед вводом команды на начало захвата изображений. Способ может быть продолжен блоком 174.

В блоке 174 может выполняться управление оптической камерой и тепловизионной камерой 116 посредством процессора 154 мобильного устройства для выявления оптических изображений и тепловых изображений исследуемой части тела и референсной части тела. Управляющие команды могут вводиться через устройство 156 ввода. В некоторых вариантах реализации процессор 154 мобильного устройства может автономно управлять оптической камерой 108 и тепловизионной камерой 116 для начала выявления оптических изображений и тепловых изображений после определения того, что исследуемая часть тела и референсная часть тела находятся в правильном положении относительно оптической камеры 108 и тепловизионной камеры 116. Способ может быть продолжен блоками 176a,b, выполняемыми одновременно или последовательно.

В блоке 176a может быть выявлено тепловое изображение исследуемой части тела и тепловое изображение референсной части тела посредством тепловизионной камеры 116. В блоке 176b может быть выявлено оптическое изображение исследуемой части тела и оптическое изображение референсной части тела посредством оптической камеры 108. В некоторых вариантах реализации выявление тепловых изображений и оптических изображений может осуществляться одновременно. Например, выявление тепловых изображений и оптических изображений может осуществляться одновременно, в течение 0,1 с, в течение 0,5 с, в течение 1 с или подобного периода. В некоторых вариантах реализации выявление тепловых изображений и оптических изображений может осуществляться последовательно. Выявление одного из оптических изображений и тепловых изображений может осуществляться с интервалом в несколько секунд или минут относительно другого из оптических изображений и тепловых изображений. Исследуемая часть тела и референсная часть тела должны находиться приблизительно в одном и том же положении во время выявления оптических изображений и тепловых изображений. Выявление оптического изображения и теплового изображения исследуемой части тела может осуществляться одновременно, перед или после оптического изображения и теплового изображения референсной части тела. Способ может быть продолжен блоком 178.

В блоке 178 мобильное устройство 102 может принимать выявленные тепловые изображения и оптические изображения. Устройство 112 вывода в формирователе 104 изображений может передавать тепловые изображения и оптические изображения на устройство 114 ввода в мобильном устройстве 102. Соединение может осуществляться с помощью любых типов USB, шнуров питания и любых других традиционных средств соединения. Это соединение также может представлять собой беспроводное соединение с помощью технологии Bluetooth, ИК передачи данных, WiFi и подобного. В некоторых вариантах реализации оптическая камера 108 и/или тепловизионная камера 116 может быть встроена в мобильное устройство 102. В таких вариантах реализации передача может осуществляться в пределах мобильного устройства 102. Мобильное устройство 102 может хранить тепловые изображения и оптические изображения в памяти 158 и/или в облачном хранилище. Мобильное устройство 102 также может передавать тепловые изображения и оптические изображения на диагностический процессор 150 в блоке 180, не сохраняя тепловые изображения и оптические изображения.

В блоке 180 мобильное устройство 102 может передавать тепловые изображения и оптические изображения на диагностический процессор 150. Диагностический процессор 150 может быть частью удаленного компьютера или удаленного сервера. Мобильное устройство 102 может находиться в беспроводной или проводной связи с диагностическим процессором 150. Беспроводная связь может осуществляться по сети Интернет, WiFi, Bluetooth, ИК и т.п. Проводная связь может осуществляться с

помощью всех типов USB, шнуров питания и т.п. В некоторых вариантах реализации диагностический процессор 150 может быть встроен в мобильное устройство 102. В таких вариантах реализации передача может осуществляться в пределах мобильного устройства 102. Тепловые изображения и оптические изображения могут храниться на удаленном сервере или удаленном компьютере. Диагностический процессор 150 может извлекать хранимые тепловые изображения и оптические изображения для проведения анализа. Способ может быть продолжен блоком 182.

В блоке 182 диагностический процессор 150 может оценивать сдвиг зарегистрированных изображений исследуемой части тела. Сдвиг изображения может быть основан на оптических изображениях и тепловых изображениях исследуемой части тела. В блоке 184 диагностический процессор 150 может оценивать сдвиг зарегистрированных изображений референсной части тела. Сдвиг изображения может быть основан на оптических изображениях и тепловых изображениях референсной части тела. Этапы в блоках 182, 184 могут выполняться одновременно или последовательно в любом порядке.

Во время оценки сдвига изображения на тепловых изображениях и оптических изображениях могут находиться ключевые точки. Предпочтительно, ключевые точки могут быть явным образом видны на тепловых изображениях и оптических изображениях (например, резкие границы). Кроме того, предпочтительно, ключевые точки могут представлять один и тот же объект или его часть. Путем решения задачи оптимизации любым широко известным образом (например, градиент снижения, генетический алгоритм) может быть получен сдвиг с помощью регулировки тепловых изображений и оптических изображений таким образом, что общая ошибка ввиду несовпадения между парами ключевых точек становится минимальной. Ошибка ввиду несовпадения может быть вычислена как функция ошибки, представляющая расстояние между соответствующими частями ключевых точек, любым известным или другим способом (например, вычислением среднеквадратической ошибки).

Шаблон исследуемой части тела может быть локализован на основе контура исследуемой части тела на тепловом изображении и оптическом изображении исследуемой части тела. Может выполняться оценка аффинного преобразования, способного преобразовывать изображение референсной части тела таким образом, чтобы оно соответствовало контуру исследуемой части тела на тепловом изображении и оптическом изображении. Параметры преобразования (например, масштаб, вращение, переход, зеркальное отображение, сдвиг) могут оцениваться путем решения задачи оптимизации любым известным способом (например, градиент снижения, генетический алгоритм). Конформность шаблонов частей тела может оцениваться любым известным способом соответствия между векторной линией и линией или границей на изображении, например, путем обнаружения границ. Сопоставление с деформируемым шаблоном может использоваться для распознавания контуров исследуемой и референсной частей тела на тепловом изображении и оптическом изображении.

Шаблон исследуемой части тела может быть точно настроен на основе контура исследуемой части тела на тепловом изображении и оптическом изображении исследуемой части тела. Во время процесса точной настройки точки на шаблоне исследуемой части тела, преобразованном путем аффинного преобразования, могут сопоставляться с линией или границей контура части тела для достижения оптимального соответствия. Однако анатомическая форма части тела может быть сохранена за счет использования накопленных обратных положений соответствующих точек на ранее проанализированной форме части тела. Таким образом, форма части тела может быть получена путем подгонки формы части тела на тепловом изображении и оптическом изображении.

Шаблон референсной части тела может быть локализован на основе контура референсной части тела на тепловом изображении и оптическом изображении референсной части тела. Может выполняться оценка аффинного преобразования, способного преобразовывать базовое изображение части тела таким образом, чтобы оно соответствовало контуру референсной части тела на тепловом изображении и оптическом изображении. Параметры преобразования (например, масштаб, вращение, переход, зеркальное отображение, сдвиг) могут оцениваться путем решения задачи оптимизации любым известным способом (например, градиент снижения, генетический алгоритм). Конформность шаблонов частей тела может оцениваться любым известным способом соответствия между векторной линией и линией или границей на изображении, например, путем обнаружения границ.

Шаблон референсной части тела может быть точно настроен на основе контура референсной части тела на тепловом изображении и оптическом изображении референсной части тела. Во время процесса точной настройки точки на шаблоне референсной части тела, преобразованном путем аффинного преобразования, могут сопоставляться с линией или границей контура части тела для достижения оптимального соответствия. Однако анатомическая форма части тела может быть сохранена за счет использования накопленных обратных положений соответствующих точек на ранее проанализированных формах части тела. Таким образом, форма части тела может быть получена путем подгонки формы части тела на тепловом изображении и оптическом изображении.

Наборы интересующих точек для исследуемой части тела и референсной части тела могут оцениваться на основе подходящих шаблонов части тела. Положения интересующих точек могут оцениваться путем применения аффинных и неаффинных преобразований после базового набора

интересующих точек для каждой части тела. Коэффициенты неаффинного преобразования могут оцениваться согласно точкам шаблона соответствующей части тела. Дополнительные точки, лежащие в пределах многогранной формы части тела, также могут использоваться для подготовки улучшенного преобразования.

Согласно соответствующему набору интересующих точек могут быть оценены температурные карты для исследуемой части тела и референсной части тела. Каждое значение температурных карт может быть оценено путем обобщения значений температуры, расположенных вблизи положения интересующих точек на тепловом изображении соответствующей части тела. Может использоваться любой известный тип обобщения значений температуры (например, поиск среднего значения, поиск медианного значения, поиск взвешенного среднего значения). Может быть выполнена оценка карты диспаратности температур. Эта оценка может выполняться путем вычитания значений температуры на температурной карте референсной части тела из соответствующих значений температуры на температурной карте исследуемой части тела.

В блоке 186 может выполняться определение возникновения функционального нарушения или воспаления исследуемой части тела посредством диагностического процессора 150. Объединение участков воспаления или функционального нарушения может выполняться путем анализа карты диспаратности температур для поиска локальных участков, содержащих значения диспаратности температур, которые выше установленного медицинского порогового значения. Потенциальные участки воспаления или функционального нарушения могут быть составлены из близко расположенных точек на карте диспаратности температур, превышающих установленное медицинское пороговое значение. Пороговое значение может быть найдено в медицинской литературе, установлено исследователем или врачом, или найдено любым другим способом. Для каждого потенциального участка воспаления или функционального нарушения может быть создан описательный вектор признаков, состоящий из обобщенных значений точек, интерпозиции, температур или любой их комбинации.

Анализ участков воспаления или функционального нарушения может выполняться путем исследования векторов признаков. Во время этого процесса сомнительные участки воспаления или функционального нарушения могут быть отброшены для исключения из перечня случайно отмеченных участков без воспаления (например, участков слишком маленького размера, температура которых превышена относительно слабо). С целью обеспечения улучшенной конформности, для выполнения этой задачи могут использоваться любые архивные накопленные данные. Для выполнения этой задачи может быть использован любой тип функционального этапа классифицирования или машинного обучения (например, машина опорных векторов, искусственная нейронная сеть).

Каждая исследуемая часть тела может иметь пороговое значение для разниц температур, указывающих на воспаление или функциональное нарушение. Разницы температур могут быть получены путем сравнения отличий между тепловыми изображениями исследуемой и референсной частей тела. В случае исследования непарной части тела, исследуемая часть тела может сравниваться с участком вблизи непарной исследуемой части тела. Например, в случае исследования участка брюшной полости, соседняя область брюшной полости может использоваться для сравнения в качестве референсной. Та же самая исследуемая часть тела может использоваться в качестве референсной или противоположной части тела, когда используются данные с другого и ранее выявленного теплового изображения. Разницы температур, которые превышают пороговое значение, могут свидетельствовать о воспалении части тела. Кроме того, может быть заподозрено раннее наступление воспаления или другого функционального нарушения.

В блоке 188 данные о состоянии формирователя 104 изображений могут быть выведены устройством 152 вывода. Устройство 152 вывода может представлять данные о состоянии в визуальной или звуковой форме. Устройство 152 вывода может получать данные о состоянии от диагностического процессора 150 по беспроводной или проводной связи. Беспроводная связь может осуществляться по сети Интернет, WiFi, Bluetooth, ИК и т.п. Проводная связь может осуществляться с помощью всех типов USB, шнуров питания и т.п. Просматривая данные о состоянии, пользователь получает информацию о своем состоянии здоровья или о состоянии здоровья своего пациента. Если разницы температур ниже порогового значения, то пользователь информируется о том, что признаки функционального нарушения или воспаления исследуемых частей тела не были обнаружены системой 100. Если разницы температур превышают пороговое значение, то пользователь информируется о том, что признаки раннего наступления воспаления или другого функционального нарушения, и направляется на консультацию к медицинскому специалисту касательно дальнейшего исследования.

Выражение "по меньшей мере одно из А или В", используемое в описании и формуле изобретения, включает в себя только "А", только "В" или "А и В". Примеры вариантов реализации способов/систем раскрыты в качестве иллюстрации. Следовательно, использованную терминологию не следует трактовать как ограничение. Несмотря на то, что специалистам в данной области техники будут ясны незначительные изменения представленных решений, следует понимать, что в объем испрашиваемого патента входят все такие варианты реализации, которые разумным образом входят в объем вносимого вклада в уровень техники, и что этот объем не подлежит ограничению за исключением ограничения прилагаемой формулой изобретения и ее эквивалентами.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Система для выявления патологии на основе оценки температурной асимметрии, содержащая:
 - формирователь изображений, содержащий:
 - тепловизионную камеру, выполненную с возможностью выявления тепловых изображений, соответствующих исследуемой части тела и референсной или противоположной части тела, и
 - порт ввода/вывода формирователя изображений, выполненный с возможностью передачи тепловых изображений и оптических изображений;
 - оптическую камеру, выполненную с возможностью выявления оптических изображений, соответствующих исследуемой части тела и референсной или противоположной части тела; и
 - диагностический процессор, удаленный относительно формирователя изображений и запрограммированный на:
 - прием или определение карты диспаратности температур между исследуемой частью тела и референсной или противоположной частью тела на основе тепловых изображений и оптических изображений,
 - сравнение карты диспаратности температур с установленным медицинским пороговым значением, и
 - выявление возникновения функционального нарушения или воспаления исследуемой части тела в ответ на превышение значением карты диспаратности температур порогового значения для исследуемой части тела.
2. Система по п.1, дополнительно содержащая мобильное устройство, удаленное относительно формирователя изображений и содержащее:
 - устройство ввода, выполненное с возможностью приема пользовательского ввода, соответствующего запросу на начало захвата изображений; и
 - процессор мобильного устройства, запрограммированный на управление тепловизионной камерой и оптической камерой для выявления тепловых изображений и оптических изображений, соответственно, на основе принятого пользовательского ввода.
3. Система по п.2, дополнительно содержащая удаленный сервер, содержащий диагностический процессор и порт ввода/вывода сервера, в которой:
 - мобильное устройство дополнительно содержит порт ввода/вывода мобильного устройства, выполненный с возможностью приема тепловых изображений и оптических изображений от порта ввода/вывода формирователя изображений; и
 - процессор мобильного устройства дополнительно запрограммирован на управление портом ввода/вывода мобильного устройства для передачи тепловых изображений и оптических изображений на порт ввода/вывода сервера.
4. Система по п.3, в которой диагностический процессор дополнительно выполнен с возможностью:
 - оценки сдвига исследуемого зарегистрированного изображения на основе исследуемого оптического изображения из числа оптических изображений и исследуемого теплового изображения из числа тепловых изображений, при этом исследуемое оптическое изображение и исследуемое тепловое изображение соответствуют исследуемой части тела; и
 - оценки сдвига референсного зарегистрированного изображения на основе референсного оптического изображения из числа оптических изображений и референсного теплового изображения из числа тепловых изображений, при этом референсное оптическое изображение и референсное тепловое изображение соответствуют референсной или противоположной части тела,
 - причем определение возникновения функционального нарушения или воспаления исследуемой части тела осуществляется путем сравнения исследуемого теплового изображения с референсным тепловым изображением на основе сдвига исследуемого зарегистрированного изображения, соответствующего исследуемой части тела, и сдвига референсного зарегистрированного изображения, соответствующего референсной или противоположной части тела.
5. Система по п.3, в которой порт ввода/вывода мобильного устройства выполнен с возможностью физического и логического сопряжения с портом ввода/вывода формирователя изображений.
6. Система по п.5, в которой оптическая камера расположена на мобильном устройстве таким образом, что физическое сопряжение порта ввода/вывода мобильного устройства с портом ввода/вывода формирователя изображений сохраняет постоянное положение оптической камеры относительно тепловизионной камеры.
7. Система по п.1, в которой оптическая камера расположена на формирователе изображений.
8. Система по п.1, дополнительно содержащая блок основы, содержащий:
 - подставку, выполненную с возможностью размещения на ней и поддержания исследуемой части тела и референсной или противоположной части тела; и
 - соединитель для формирователя изображений, выполненный с возможностью физического сопряжения с формирователем изображений и с возможностью поддержания формирователя изображений на месте относительно подставки.

9. Система по п.8, в которой исследуемая часть тела включает в себя первую голень или стопу, а референсная или противоположная часть тела включает в себя вторую голень или стопу, и причем подставка содержит первую физическую опору, выполненную с возможностью размещения на ней и поддержания первой голени или стопы, и вторую физическую опору, выполненную с возможностью размещения на ней и поддержания второй голени или стопы.

10. Система по п.8, в которой блок основы содержит корпусную часть, содержащую подставку, аппаратную часть, содержащую соединитель для формирователя изображений, и выдвижную часть, расположенную между корпусной частью и аппаратной частью и выполненную с возможностью осуществления по меньшей мере одного из выдвижения или задвигания для регулировки расстояния между подставкой и соединителем для формирователя изображений.

11. Система по п.1, дополнительно содержащая устройство вывода, соединенное с диагностическим процессором и выполненное с возможностью выдачи данных о состоянии, соответствующих текущему состоянию формирователя изображений.

12. Система для выявления патологии на основе оценки температурной асимметрии, содержащая: формирователь изображений, содержащий:

тепловизионную камеру, выполненную с возможностью выявления тепловых изображений, соответствующих исследуемой части тела и референсной или противоположной части тела,

оптическую камеру, выполненную с возможностью выявления оптических изображений, соответствующих исследуемой части тела и референсной или противоположной части тела, и

порт ввода/вывода формирователя изображений, выполненный с возможностью передачи тепловых изображений и оптических изображений; и

диагностический процессор, удаленный относительно формирователя изображений и запрограммированный на:

прием или определение карты диспаратности температур между исследуемой частью тела и референсной или противоположной частью тела на основе тепловых изображений и оптических изображений,

сравнение карты диспаратности температур с установленным медицинским пороговым значением, и выявление возникновения функционального нарушения или воспаления исследуемой части тела в ответ на превышение значением карты диспаратности температур порогового значения для исследуемой части тела.

13. Система по п.12, дополнительно содержащая мобильное устройство, удаленное относительно формирователя изображений и содержащее:

устройство ввода, выполненное с возможностью приема пользовательского ввода, соответствующего запросу на начало захвата изображений; и

процессор мобильного устройства, запрограммированный на управление тепловизионной камерой и оптической камерой для выявления тепловых изображений и оптических изображений, соответственно, на основе принятого пользовательского ввода.

14. Система по п.13, дополнительно содержащая удаленный сервер, содержащий диагностический процессор и порт ввода/вывода сервера, в которой:

мобильное устройство дополнительно содержит порт ввода/вывода мобильного устройства, выполненный с возможностью приема тепловых изображений и оптических изображений от порта ввода/вывода формирователя изображений; и

процессор мобильного устройства дополнительно запрограммирован на управление портом ввода/вывода мобильного устройства для передачи тепловых изображений и оптических изображений на порт ввода/вывода сервера.

15. Система по п.12, в которой диагностический процессор дополнительно выполнен с возможностью:

оценки сдвига исследуемого зарегистрированного изображения на основе исследуемого оптического изображения из числа оптических изображений и исследуемого теплового изображения из числа тепловых изображений, при этом исследуемое оптическое изображение и исследуемое тепловое изображение соответствуют исследуемой части тела; и

оценки сдвига референсного зарегистрированного изображения на основе референсного оптического изображения из числа оптических изображений и референсного теплового изображения из числа тепловых изображений, при этом референсное оптическое изображение и референсное тепловое изображение соответствуют референсной или противоположной части тела,

причем определение возникновения функционального нарушения или воспаления исследуемой части тела осуществляется путем сравнения исследуемого теплового изображения с референсным тепловым изображением на основе сдвига исследуемого зарегистрированного изображения, соответствующего исследуемой части тела, и сдвига референсного зарегистрированного изображения, соответствующего референсной или противоположной части тела.

16. Система по п.12, дополнительно содержащая блок основы, содержащий:

подставку, выполненную с возможностью размещения на ней и поддержания исследуемой части тела и референсной или противоположной части тела; и

соединитель для формирователя изображений, выполненный с возможностью физического сопряжения с формирователем изображений и с возможностью поддержания формирователя изображений на месте относительно подставки.

17. Способ выявления патологии на основе оценки температурной асимметрии, включающий этапы, на которых:

посредством тепловизионной камеры формирователя изображений выявляют тепловые изображения, соответствующие исследуемой части тела и референсной или противоположной части тела,

посредством оптической камеры формирователя изображений выявляют оптические изображения, соответствующие исследуемой части тела и референсной или противоположной части тела,

посредством мобильного устройства принимают тепловые изображения и оптические изображения; посредством мобильного устройства передают тепловые изображения и оптические изображения на сервер; и

посредством диагностического процессора сервера:

принимают или определяют карту диспаратности температур между исследуемой частью тела и референсной или противоположной частью тела на основе тепловых изображений и оптических изображений,

сравнивают карту диспаратности температур с установленным медицинским пороговым значением, и выявляют возникновение функционального нарушения или воспаления исследуемой части тела в ответ на превышение значением карты диспаратности температур порогового значения для исследуемой части тела.

18. Способ по п.17, дополнительно включающий:

посредством устройства ввода в мобильном устройстве принимают пользовательский ввод, соответствующий запросу на начало захвата изображений; и

посредством процессора мобильного устройства управляют тепловизионной камерой и оптической камерой для выявления тепловых изображений и оптических изображений, соответственно, на основе принятого пользовательского ввода.

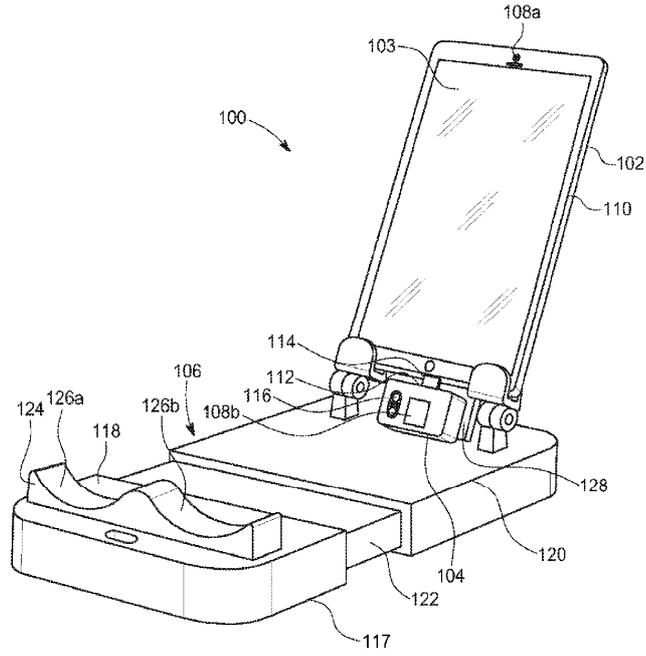
19. Способ по п.18, дополнительно включающий:

посредством диагностического процессора оценивают сдвиг исследуемого зарегистрированного изображения на основе исследуемого оптического изображения из числа оптических изображений и исследуемого теплового изображения из числа тепловых изображений, при этом исследуемое оптическое изображение и исследуемое тепловое изображение соответствуют исследуемой части тела; и

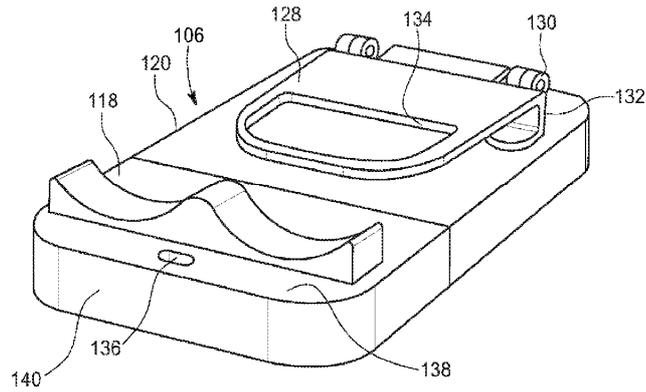
посредством диагностического процессора оценивают сдвиг референсного зарегистрированного изображения на основе референсного оптического изображения из числа оптических изображений и референсного теплового изображения из числа тепловых изображений, при этом референсное оптическое изображение и референсное тепловое изображение соответствуют референсной или противоположной части тела,

причем определение возникновения функционального нарушения или воспаления исследуемой части тела осуществляется путем сравнения исследуемого теплового изображения с референсным тепловым изображением на основе сдвига исследуемого зарегистрированного изображения, соответствующего исследуемой части тела, и сдвига референсного зарегистрированного изображения, соответствующего референсной или противоположной части тела.

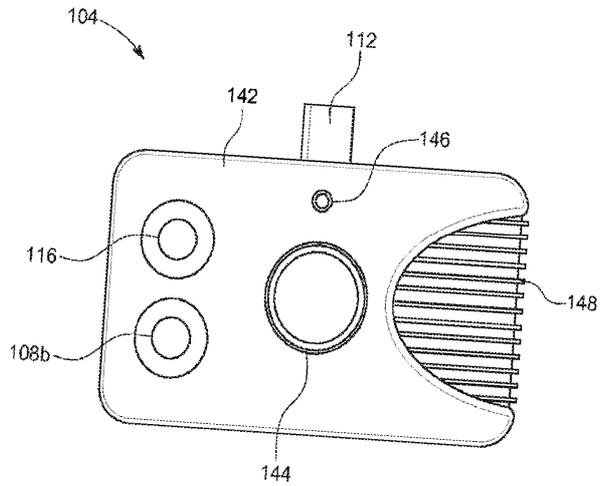
20. Способ по п.18, дополнительно включающий этап, на котором посредством устройства вывода выдают данные о состоянии, соответствующие текущему состоянию формирователя изображений.



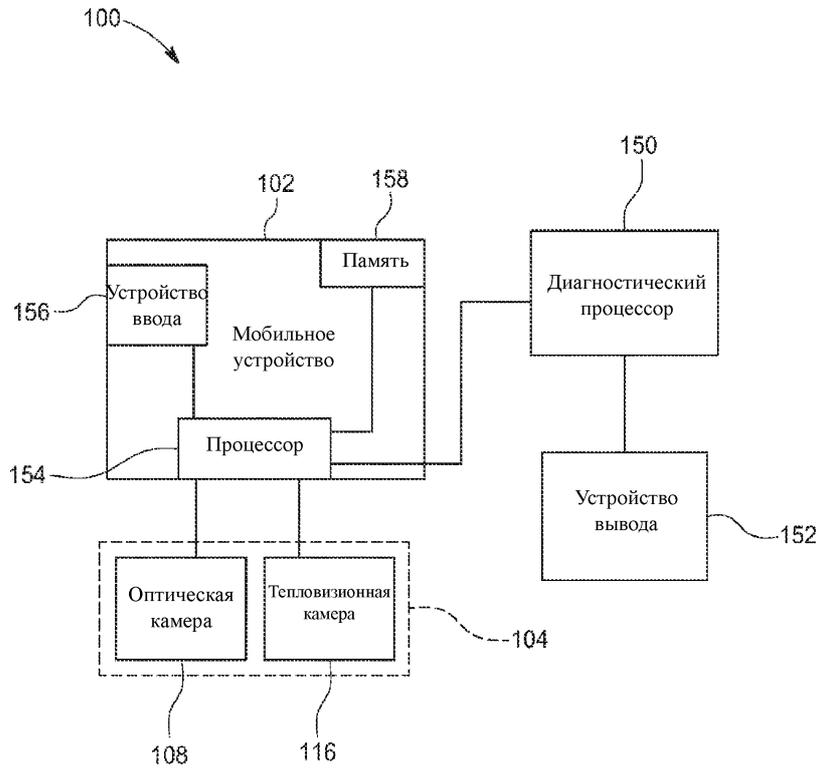
Фиг. 1



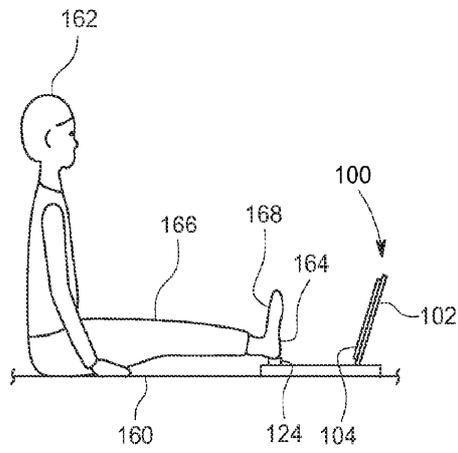
Фиг. 2



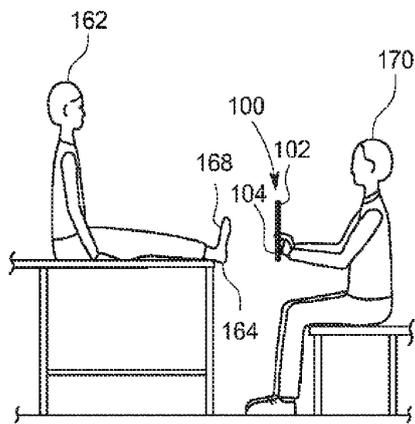
Фиг. 3



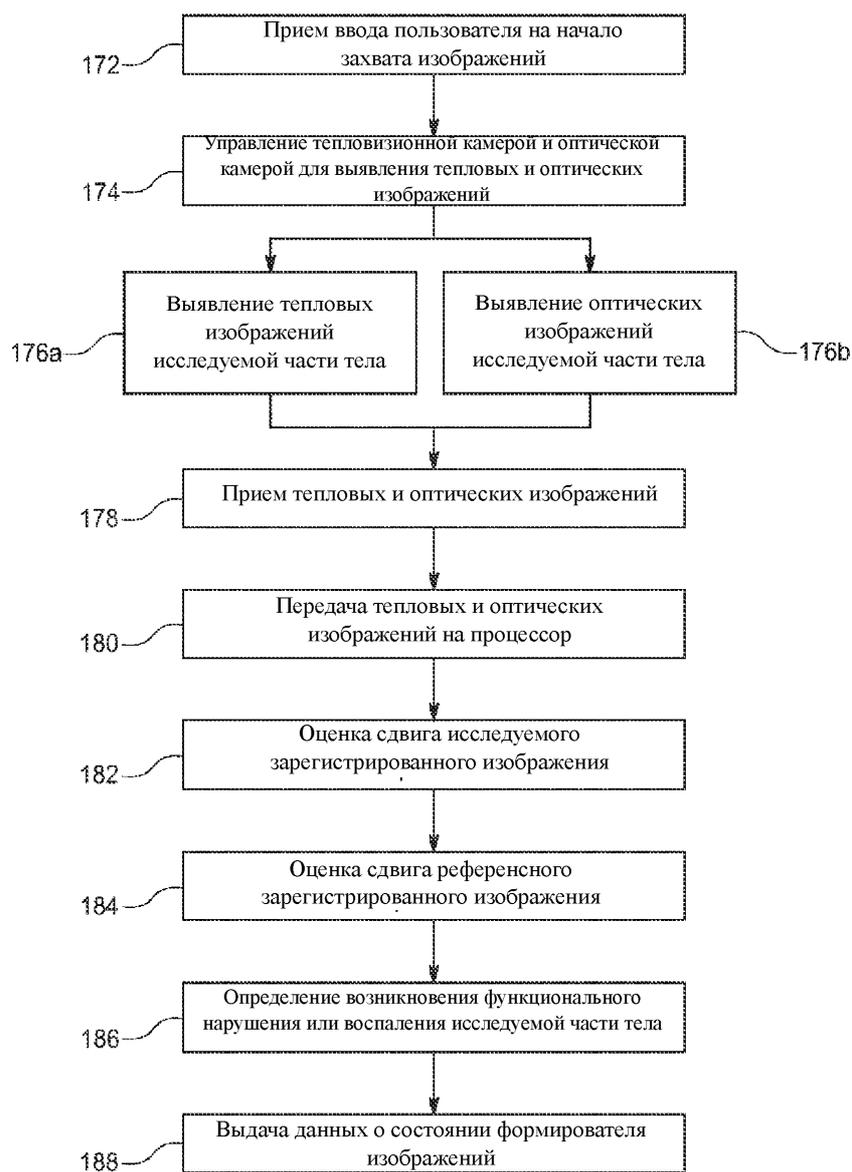
Фиг. 4



Фиг. 5А



Фиг. 5В



Фиг. 6

