



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(21)(22) Заявка: 2014120413, 09.10.2012

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
09.10.2012

Дата регистрации:  
24.08.2017

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:  
21.10.2011 US 61/549,923

(43) Дата публикации заявки: 27.11.2015 Бюл. № 33

(45) Опубликовано: 24.08.2017 Бюл. № 24

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на  
национальной фазе: 21.05.2014

(86) Заявка РСТ:  
IB 2012/055443 (09.10.2012)

(87) Публикация заявки РСТ:  
WO 2013/057627 (25.04.2013)

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

(72) Автор(ы):

ДЕ ВАЛЕ Стейн (NL),  
ХЕЙНРИХ Адриенне (NL),  
ДЕ БРЮЭЙН Фредерик Ян (NL)

(73) Патентообладатель(и):

КОНИНКЛЕЙКЕ ФИЛИПС Н.В. (NL)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: US 2010149315 A1, 17.06.2010. US  
2003164952 A1, 04.09.2003. US 2009221874 A1,  
03.09.2009. EP 1767897 A1, 28.03.2007. SU  
435807, 15.07.1974. EA 000111B1, 27.08.1998.

**(54) СПОСОБ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АНАТОМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПАЦИЕНТА**

(57) Реферат:

Группа изобретений относится к медицинской технике, а именно к средствам определения анатомических свойств пациента. Способ содержит этапы, на которых проецируют по меньшей мере одну структурированную световую структуру в полость рта пациента, обнаруживают по меньшей мере одну отраженную световую структуру, причем каждая из упомянутых отраженных световых структур происходит в результате отражения соответствующей проецированной структурированной световой структуры, анализируют по меньшей мере одну отраженную структурированную световую структуру с точки зрения по меньшей мере одной структурированной световой структуры,

определяя, таким образом, анатомические свойства пациента, в котором каждая из по меньшей мере одной структурированной световой структуры содержит набор заданных параллельных линий и так, что набор заданных параллельных линий определяет структуру, содержащую области с повышенной плотностью линий и области с пониженной плотностью линий, и/или содержит области с повышенной толщиной линий и области с пониженной толщиной линий, причем их проекции соответствуют заданным местоположениям в полости рта и гортани, включая поляризацию структурированных световых структур перед отражением в соответствии с первым режимом поляризации, и поляризацию

отраженных световых структур перед обнаружением в соответствии со вторым режимом поляризации, причем первый и второй режимы поляризации являются противоположными. Устройство формирования изображений содержит средство проецирования, средство обнаружения, средство анализа, первое поляризационное средство для поляризации структурированной световой структуры перед

отражением в соответствии с первым режимом поляризации и второе поляризационное средство для поляризации структуры отраженного света перед обнаружением и после отражения в соответствии со вторым режимом поляризации. Использование изобретений позволяет повысить точность и упростить контроль состояния пациента в отношении апноэ во время сна. 2 н. и 8 з.п. ф-лы, 6 ил.



Фиг.6



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2014120413, 09.10.2012**(24) Effective date for property rights:  
**09.10.2012**Registration date:  
**24.08.2017**

Priority:

(30) Convention priority:  
**21.10.2011 US 61/549,923**(43) Application published: **27.11.2015** Bull. № 33(45) Date of publication: **24.08.2017** Bull. № 24(85) Commencement of national phase: **21.05.2014**(86) PCT application:  
**IB 2012/055443 (09.10.2012)**(87) PCT publication:  
**WO 2013/057627 (25.04.2013)**

Mail address:

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

(72) Inventor(s):

**DE VALE Stejn (NL),  
KHEJNRIKH Adrienne (NL),  
DE BRYUEJN Frederik Yan (NL)**

(73) Proprietor(s):

**KONINKLEJKE FILIPS N.V. (NL)**(54) **METHOD AND DEVICE FOR PATIENT ANATOMICAL PROPERTIES DETERMINATION**

(57) Abstract:

FIELD: medicine.

SUBSTANCE: method comprising the following steps: projection of at least one structured light structure in the patient's mouth, detection of at least one reflected light structure, at that, each of the said reflected light structures occurs as a result of reflection of the corresponding projected structured light structure, analysis of at least one structured light structure reflected from the viewpoint of at least one structured light structure, thus defining the patient's anatomical features, wherein each of the at least one structured light structures comprises a set of predetermined patterns of parallel lines, so that the predetermined set of parallel lines defines a structure comprising areas with increased line thickness and areas with reduced line thickness, and/or contains areas with increased line thickness and areas with a reduced line thickness, and

their projections correspond to the predetermined locations in the oral cavity and throat, including polarization of the structured light structures prior to reflection in accordance with the first polarization mode, and polarization of the reflected light structures prior to detection in accordance with the second polarization mode, wherein the first and second polarization modes are opposite. The image forming device includes a projection means, a detection means, an analysis means, the first polarization means for structured light structure polarization prior to reflection in accordance with the first polarization mode and the second polarization means for reflected light structure polarization before and after reflection in accordance with the second polarization mode.

EFFECT: use of inventions allows to improve the accuracy and simplify patient's condition monitoring



Фиг.6

RU 2 6 2 9 0 5 1 C 2

RU 2 6 2 9 0 5 1 C 2

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к области способов и устройств для определения анатомических свойств пациента. Более конкретно, оно относится к определению внутренних анатомических свойств полости рта и горла пациента. Настоящее изобретение предпочтительно может применяться в области скрининга обструктивного апноэ сна и сопутствующих медицинских заболеваний.

Уровень техники

Удобное и точное измерение анатомии горла необходимо для дневного скрининга обструктивного апноэ сна (OSA). Обструктивное апноэ сна является медицинским состоянием, в котором верхние дыхательные пути закрываются признаками внутри ротовой полости горла пациента, препятствуя нормальному дыханию пациента, особенно во время сна.

На сегодня пациенты, страдающие симптомами OSA, нуждаются в контроле во время сна и им необходимо посещать лабораторию сна. Это является очень утомительным и трудоемким. Очевидно, необходимы более удобные и не отнимающие много времени подходы.

Альтернативная практика, которая может указывать на присутствие OSA у пациента без лаборатории сна все еще недостаточно точна и ей нельзя доверять в достаточной степени. Визуальные способы содержат классификацию совокупности полости рта и горла по категориям (например, при использовании показателей Маллампати (Mallampati), смотрите фиг. 1(a), или тонзилитных показателей, смотрите фиг. 1(b)) посредством визуального осмотра специалистом. Очевидно, это подразумевает субъективную интерпретацию и низкую воспроизводимость. Слежение во времени за эволюцией конкретного пациента является трудным и различные специалисты могут классифицировать одного и того же пациента по-разному.

Другая альтернативная практика содержит применение фарингометра, основанного на акустическом сканировании носовой полости или полости рта. Для точного измерения требуется хорошая акустическая изоляция, которой трудно достигнуть. Акустическое сканирование обеспечивает очень немного информации об анатомии. Передовые способы получения трехмерных изображений, как в случае MRI, дороги и доступны только в больницах, тогда как скрининг OSA обычно имеет место в кабинете врача первичного осмотра.

В работе, описанной в документе "Craniofacial Phenotyping in Obstructive Sleep Apnea - A Novel Quantitative Photographic Approach", Richard W. W. Lee et al, опубликованной в SLEEP, том 32, № 1, 2009 для измерения черепно-лицевых анатомических функций, связанных с OSA, использовалась фотокамера. Параметры, относящиеся к черепно-лицевой морфологии, получают из фронтальных и профильных фотографий пациентов.

Документ US 2003/0164952 A1 описывает устройство и способ сканирования внутренних поверхностей или полостей ограниченных размеров, таких как внутренние поверхности уха, носа, рта и т.п. Структурированная световая структура проецируется на внутреннюю поверхность объекта и получают изображения отражений световой структуры от поверхности. Располагая световую структуру в изображениях, соответствующие трехмерные поверхностные позиции могут реконструироваться, применяя известную проекционную геометрию.

Сущность изобретения

Задача настоящего изобретения состоит в обеспечении определения анатомических свойств горла и полости рта пациента, которое было бы быстрым, легким и весьма точным, чтобы проконтролировать состояние пациента в отношении апноэ сна.

Упомянутая выше задача осуществляется способом и устройством, соответствующими настоящему изобретению.

Конкретные и предпочтительные варианты изобретения излагаются в сопровождающих независимых и зависимых пунктах формулы изобретения. Признаки из зависимых пунктов формулы изобретения могут объединяться с признаками из независимых пунктов формулы изобретения и с признаками других зависимых пунктов формулы изобретения по мере необходимости и не просто, а явно изложенными в пунктах формулы изобретения.

В соответствии с первым вариантом настоящего изобретения, раскрывается способ определения внутренних анатомических свойств пациента, причем пациент имеет полость рта и горло, и упомянутый способ содержит этапы, на которых

- проецируют, по меньшей мере, одну структурированную световую структуру в полость рта пациента;

- обнаруживают, по меньшей мере, одну отраженную световую структуру, причем каждая из отраженных световых структур является результатом отражения соответствующей спроецированной структурированной световой структуры;

- анализируют, по меньшей мере, одну отраженную структурированную световую структуру с точки зрения, по меньшей мере, одной структурированной световой структуры, определяя, таким образом, анатомические свойства пациента.

Преимущество вариантов настоящего изобретения состоит в том, что подробная информация о внутренних анатомических свойствах полости рта и горла пациента может быть получена объективным, воспроизводимым способом.

В соответствии с предпочтительными вариантами осуществления настоящего изобретения, проецируется одна структурированная световая структура, обнаруживается одна отраженная световая структура и анализ основывается на ней.

В соответствии с другими предпочтительными вариантами осуществления настоящего изобретения, множество обычно различных структурированных световых структур проецируются последовательно и множество соответствующих отраженных световых структур последовательно обнаруживаются. Анализ может затем основываться на множестве структурированных световых структур и соответствующих отраженных световых структур. Используя множество различных структурированных световых структур, можно повысить эффективность способа, поскольку можно снизить вероятность ошибочной идентификации анатомических свойств и, таким образом, анатомических признаков полости рта пациента.

В соответствии с предпочтительными вариантами осуществления, обнаружение отраженных структурированных световых структур синхронизируется с дыхательным циклом пациента. Например, отраженные световые структуры могут обнаруживаться, когда пациент делает вдох, получая, таким образом, анатомические свойства пациента в первом состоянии. Кроме того, отраженные световые структуры могут обнаруживаться, когда пациент делает выдох, получая, таким образом, анатомические свойства пациента во втором состоянии. Затем анатомические свойства в первом состоянии и во втором состоянии могут сравниваться. Это делается, например, чтобы получить информацию относительно того, страдает ли пациент апноэ сна (и/или в какой степени) или нет.

Заметим, что в соответствии с настоящим изобретением, обнаружение отраженного света (структур) может также содержать фотосъемку или видеозапись упомянутых отраженных световых структур. Фотография может соответствовать конкретному изображению, соответствующему видеоизображению в заданный момент времени.

В соответствии с предпочтительными вариантами осуществления настоящего изобретения, способ дополнительно содержит использование одного или более поляризационных фильтров.

5 Способ может содержать поляризацию структур отраженного света перед обнаружением, например, пропуская структуры отраженного света через один или более поляризационных фильтров.

10 Способ может содержать поляризацию структурированных световых структур перед отражением в соответствии с первым режимом поляризации, и поляризацию структур отраженного света перед обнаружением и после отражения в соответствии со вторым режимом поляризации, причем первый и второй режимы поляризации являются противоположными, например, горизонтальная и вертикальная поляризация или левая круговая и правая круговая поляризация. Это может достигаться, например, при использовании набора двух поляризационных фильтров, посредством которых проецированные световые структуры пропускаются через один из поляризационных  
15 фильтров перед отражением и через второй поляризационный фильтр после отражения и перед обнаружением. Первый фильтр может затем быть установлен между проектором и полостью рта, второй фильтр может быть установлен между полостью рта и детектором.

20 Эти варианты осуществления обеспечивают то преимущество, что в обнаруженной отраженной структуре могут быть подавлены изображения зеркальных отражений света от слюны. Присутствие таких отражений может отрицательно влиять на результат анализа и может снижать качество определения внутренних анатомических свойств пациента.

25 В соответствии с предпочтительными вариантами осуществления настоящего изобретения, базовая линия между местоположением проекции, по меньшей мере, одной структурированной световой структуры и местоположением обнаружения, по меньшей мере, одной отраженной световой структуры составляет меньше 7 см или меньше 6 см или меньше 5 см или меньше 4 см или меньше 3 см или меньше 2 см или меньше 1 см. Она может равняться приблизительно 7 см, 6 см, 5 см, 4 см, 3 см, 2 см, 1 см или меньше.  
30 Она может быть в пределах диапазона 0,5-10 см, более предпочтительно в пределах диапазона 1-7 см.

Тот факт, что внутренние анатомические свойства получают из полости рта и/или горла пациента, означает на практике, что проектор и детектор должны располагаться внутри небольшого расстояния ото рта, или, в соответствии с определенными  
35 вариантами осуществления, внутри рта пациента. Заметим, что теоретически проектор и детектор не могут быть расположены точно в одном и том же месте, поскольку это не позволило бы извлекать адекватную информацию и, таким образом, свойства. Это означает, что базовая линия системы может, тем не менее, быть относительно малой. Базовая линия может быть достаточно малой, чтобы детектор и проектор были  
40 интегрированы в устройстве сопряжения с пациентом, выполненном с возможностью его вставления в рот пациента. Кроме того, в соответствии с конкретными вариантами осуществления, проектор и детектор могут быть интегрированы в фарингеальный эндоскоп, выполненный с возможностью его вставления в рот пациента.

45 В соответствии с предпочтительными вариантами осуществления настоящего изобретения, пациент имеет язык и дополнительно содержит прижатие языка, например посредством шпателя, в то же время, проецируя, по меньшей мере, одну структурированную световую структуру в полость рта пациента.

Это обеспечивает то преимущество, что способ может быть выполнен еще более

существенно воспроизводимым способом, потому что устройство формирования изображений может быть размещено существенно воспроизводимым способом для конкретного пациента. Другое преимущество состоит в том, что система получения изображений может использоваться при более или менее одном и том же угле/расстоянии для различных пациентов; местоположение, по существу, не меняется для различных пациентов.

В соответствии с настоящим изобретением каждая, по меньшей мере, одна структурированная световая структура содержит набор заданных параллельных линий.

Линии, по меньшей мере, одной или всех структурированных световых структур могут быть, например, прямыми или кривыми.

Параллельные линии, по меньшей мере, одной, или всех структурированных световых структур могут иметь постоянную ширину. Ширина линий может быть, например, меньше 5 мм или меньше 4 мм или меньше 3 мм или меньше 2 мм или меньше 1 мм. Она может быть, например, равна 5 мм или 4 мм или 3 мм или 2 мм или 1 мм.

Параллельные линии, по меньшей мере, одной или всех структурированных световых структур могут располагаться на одинаковых или неодинаковых расстояниях от соседних параллельных линий.

Параллельные линии, по меньшей мере, одной или всех структурированных световых структур могут, например, образовывать concentрические окружности.

В соответствии с настоящим изобретением, по меньшей мере, одна структурированная световая структура задается таким образом, что набор параллельных линий определяет структуру, содержащую области с повышенной плотностью линий и области с пониженной плотностью линий, проекции которых соответствуют заданным местам расположения в полости рта и горле. Эти заданные места расположения могут, например, соответствовать местам, где ожидаются относительно мелкие структуры (более высокая плотность) и относительно крупные структуры (более низкая плотность). Независимо от того, какие и где ожидаются структуры во рту пациента, эти структуры могут быть определены, основываясь на статистике, стандартных моделях или других средствах.

Альтернативно или дополнительно, по меньшей мере, одна структурированная световая структура задается так, что набор параллельных линий определяет структуру, содержащую области с повышенной толщиной линий и области с пониженной толщиной линий, проекции которых соответствуют заданным местам расположения в полости рта и горле, где, соответственно, ожидаются большие и меньшие структуры.

Оба упомянутые выше варианта осуществления, самостоятельно или вместе (как отдельный вариант осуществления), обеспечивают то преимущество, что анализ может выполняться более точно, то есть, они приводят в результате к еще более эффективному способу. Использование заданной информации, содержащей то, где могут ожидать конкретные признаки полости рта и/или рта и/или горла относительно полости рта, позволяет определение дополнительных оптимизированных структурированных световых структур для конкретного применения, к которому относится способ. Плотности более тонких линий и более толстых линий позволяют извлечение более подробной информации, но могут увеличивать требуемую вычислительную мощность. Вычислительная мощность может, таким образом, быть уменьшена при использовании более высокой плотности линии и/или более тонких линий только там, где такая подробная информация представляет ценность, то есть, где могут ожидать определенные анатомические признаки.

В соответствии с предпочтительными вариантами осуществления настоящего



изобретения, обнаружение, по меньшей мере, одной отраженной световой структуры содержит создание одного или более фотографических изображений полости рта пациента.

В соответствии с предпочтительными вариантами осуществления настоящего изобретения, способ дополнительно содержит создание, по меньшей мере, одного фотографического опорного изображения полости рта пациента, когда никакое проецирование структурированной световой структуры не делается, и анализ, по меньшей мере, одной отраженной световой структуры дополнительно содержит вычитание соответствующего фотографического опорного изображения(-ий) из соответствующего фотографического изображения(-ий). Одно единое фотографическое опорное изображение может использоваться для множества обнаруженных световых структур или может использоваться множество различных фотографических опорных изображений, относящихся к соответствующим обнаруженным световым структурам из упомянутого множества обнаруженных световых структур. Заметим, что фотографическое изображение может быть изображением видеопотока в определенный момент времени.

Эти варианты осуществления обычно обеспечивают то преимущество, что соответствующие тщательно сделанные изображения дают в результате содержащие главным образом или только проецированные структуры. Это может дополнительно упростить анализ и извлечение информации.

В соответствии с предпочтительными вариантами осуществления настоящего изобретения, способ дополнительно содержит обнаружение разрывов или прерываний в отраженных линиях структур отраженного света и соединение разрывов или прерываний с границами внутренних анатомических признаков полости рта.

В соответствии с предпочтительными вариантами осуществления настоящего изобретения, способ дополнительно содержит обнаружение деформации отраженных линий соответствующих спроецированных световых структур и соединение деформаций с информацией о форме внутренних анатомических признаков полости рта. Информация о форме может содержать двумерную информацию о форме или трехмерную информацию о форме.

В соответствии с предпочтительными вариантами осуществления настоящего изобретения, определение внутренних анатомических свойств пациента содержит определение степени, в которой задняя стенка горла закрывается другими анатомическими признаками, формирующими полость рта или внутри полости рта. Другие анатомические признаки могут быть, например, одним или более из числа следующих: небная занавеска, твердое небо, язык, миндалины, небный язычок, зубы, но другие признаки могут также присутствовать и могут перекрывать горло.

В соответствии с предпочтительными вариантами осуществления настоящего изобретения, определение степени, в которой задняя стенка глотки закрывается другими анатомическими признаками, формирующими полость рта или внутри полости рта, содержит:

- получение изображения полости рта, горла и рта пациента;
- определение контура рта;
- определение площади поверхности видимой части стенки горла;
- нормализация площади поверхности видимой части стенки горла относительно общей площади рта, определяемой на основе контура рта.

Определение видимой площади поверхности стенки горла может, например, содержать:

- использование алгоритма сегментации изображения, чтобы сегментировать изображение для области рта, причем область рта определяется контуром рта;

- определение множества сегментов делением области рта на два-пять сегментов и выбор оптимального количества сегментов, исходя из качества подгонки, основываясь на количестве ожидаемых анатомических признаков в полости рта и горле; когда выбранное количество сегментов больше двух, идентифицируют средний сегмент(-ы) как сегмент(-ы) видимой части стенки горла (когда сегментов два или меньше двух, способ должен быть повторен);

- определение площади поверхности сегмента(-ов), идентифицированного как соответствующий видимой части стенки горла.

Когда проецирование и, следовательно, также обнаружение структурированных световых структур выполняются внутри рта, например, посредством интегрированного устройства, содержащего проектор и детектор, нормализация с помощью всей площади рта не обязательно применима (если она применима, должно выполняться независимое определение площади рта, основываясь на внешнем изображении) и может быть пропущена.

Способ далее может содержать:

- получение изображений полости рта и горла пациента;

- определение площади поверхности видимой части стенки горла.

Определение площади поверхности видимой части стены горла может содержать:

- использование алгоритма сегментации изображения для сегментации изображения;

- определение множества сегментов, разделяя отображенную область на два-пять сегментов и выбирая оптимальное количество сегментов, исходя из качества подгонки, основанное на количестве ожидаемых анатомических признаков, отображаемых в полости рта и горле; когда выбранное количество сегментов больше двух, идентификация среднего сегмента(-ов) в качестве сегмента(-ов) видимой части стенки горла (когда количество сегментов равно или меньше двух, способ должен быть повторен);

- определение площади поверхности идентифицированного сегмента(-ов) видимой части стенки горла.

Площадь поверхности идентифицированных сегментов стенки горла может использоваться, например, в качестве параметра, чтобы определить, страдает ли пациент апноэ сна.

В соответствии с предпочтительными вариантами осуществления настоящего изобретения, получение внутренних анатомических свойств пациента содержит получение информации о глубине внутренних анатомических признаков внутри полости рта или горла. Информация о глубине является информацией, указывающей, насколько далеко в изображении трехмерной сцены объект отделен от детектора (камеры).

В соответствии со вторым вариантом настоящего изобретения, раскрывается устройство формирования изображений для определения внутренних анатомических свойств пациента, причем пациент имеет полость рта и горло, и упомянутое устройство содержит

- средство проецирования, по меньшей мере, одной структурированной световой структуры во рту пациента, например проектор;

- средство обнаружения, по меньшей мере, одной отраженной световой структуры, причем каждая из отраженных структур света получена посредством отражения соответствующей спроецированной структурированной световой структуры, например, с помощью детектора;

- средство анализа, по меньшей мере, одной отраженной структурированной световой структуры с точки зрения, по меньшей мере, одной структурированной световой структуры, определяя, таким образом, внутренние анатомические свойства пациента, например, устройство анализа, например компьютер, содержащий программное

5 обеспечение для выполнения такого анализа.

В соответствии с предпочтительными вариантами осуществления настоящего изобретения, устройство формирования изображений дополнительно содержит первое поляризационное средство для поляризации структурированной световой структуры перед отражением в соответствии с первым режимом поляризации, и второе

10 поляризационное средство для поляризации структуры отраженного света перед обнаружением и после отражения в соответствии со вторым режимом поляризации, причем первый и второй режимы поляризации являются противоположными. Первое и второе средства поляризации могут быть поляризационными фильтрами, как описано для первого варианта. Первый фильтр может затем быть расположен между проектором

15 и полостью рта, второй фильтр может быть расположен между полостью рта и детектором.

В соответствии с предпочтительными вариантами осуществления, проекционное средство (проектор), средство обнаружения (детектор) и один или более поляризационных фильтров могут объединяться в общем корпусе; особенно, когда

20 они находятся в устройстве получения изображений, выполненном с возможностью вставления его в рот пациента.

В соответствии с предпочтительными вариантами осуществления настоящего изобретения, базовая линия между проектором и расположением детектора составляет 7 см или меньше 6 см или меньше 5 см или меньше 4 см или меньше 3 см или меньше 2

25 см или меньше 1 см. Она может равняться приблизительно 7 см, 6 см, 5 см, 4 см, 3 см, 2 см, 1 см или меньше.

В соответствии с предпочтительными вариантами осуществления настоящего изобретения, устройство формирования изображений дополнительно содержит средство нажатия на язык пациента, например, шпатель или другое устройство, пригодное для

30 этой цели.

В соответствии с настоящим изобретением, устройство формирования изображений выполнено с возможностью проецирования структурированной световой структуры, содержащей набор заданных параллельных линий.

В соответствии с настоящим изобретением, устройство формирования изображений

35 выполнено с возможностью проецирования структурированной световой структуры, содержащей области с повышенной плотностью линий и области с пониженной плотностью линий, причем их проекции соответствуют заданным местам расположения в полости рта и горле.

Альтернативно или дополнительно, устройство формирования изображений

40 выполнено с возможностью проецирования структурированной световой структуры, содержащей области с повышенной толщиной линий и области с пониженной толщиной линий, проекции которых соответствуют заданным местам в полости рта и горле.

В соответствии с предпочтительными вариантами осуществления настоящего изобретения, средство анализа выполнено с возможностью обнаружения разрывов

45 отраженных линий структур отраженного света и связи разрывов с границами анатомических признаков полости рта.

В соответствии с предпочтительными вариантами осуществления настоящего изобретения, средство анализа выполнено с возможностью обнаружения деформации

отраженных линий отраженных световых структур и связи деформации с информацией о форме анатомических признаков полости рта.

В соответствии с предпочтительными вариантами осуществления настоящего изобретения, средство анализа выполнено с возможностью определения степени, в которой задняя стенка горла закрывается другими анатомическими признаками, формирующими полость рта, или расположенными внутри полости рта.

В соответствии с предпочтительными вариантами осуществления настоящего изобретения, средство анализа выполнено с возможностью определения информации о глубине для анатомических признаков внутри полости рта или горла.

В соответствии с третьим вариантом осуществления настоящего изобретения, раскрывается использование способов проецирования и обнаружения структурированного света для получения анатомических свойств полости рта и горла пациента.

Как сказано выше, признаки и преимущества, соответствующие вариантам осуществления первого варианта настоящего изобретения предполагаются также раскрытыми с необходимыми изменениями для второго варианта настоящего изобретения, и наоборот.

Принципы настоящего изобретения позволяют разрабатывать улучшенные способы и устройства для идентификации внутренних признаков пациента и чтобы таким образом определять, страдает ли пациент апноэ сна и в какой степени.

Краткое описание чертежей

Упомянутые выше и другие характеристики, признаки и преимущества настоящего изобретения станут очевидными из последующего подробного описания, рассматриваемого в сочетании с сопроводительными чертежами, которые поясняют, посредством примера, принципы изобретения. Это описание приводится только ради примера, не ограничивая объем изобретения. Ссылочные позиции, упомянутые ниже, относятся к приложенным чертежам.

Фиг. 1 (a) и (b) - показатели Маллампа и тонзилитные показатели, соответственно. Они устанавливаются посредством визуального осмотра при скрининге на OSA. Они требуют обученного персонала и даже тогда остаются трудными для измерения повторяемым способом.

Фиг. 2 - срединный саггитальный профиль, показывающий основные признаки речевого органа. Саггитальный диаметр велофаринкса (velopharynx) указывается как "Sd".

Фиг. 3 (a) - линейная структура, проецируемая в рот пациента. Детектор краев обозначает границы спроецированных линий, показанных на фиг. 3(b).

Фиг. 4 - вариант осуществления настоящего изобретения, в котором текстурированное освещение выполняется с последовательностью различных полосовых структур (a), (b), (c), (d).

Фиг. 5 - трехмерная поверхность, реконструированная на основе структурированного освещения, показанного на фиг. 4 (на основе 12 структур); при предоставлении в различных ориентациях яснее видны форма и размеры полости рта.

Фиг. 6 - блок-схема последовательности выполнения операций способа, соответствующего варианту настоящего изобретения.

На различных чертежах одни и те же ссылочные позиции относятся к одним и тем же или аналогичным элементам.

Подробное описание вариантов осуществления

Настоящее изобретение будет описано в отношении конкретных вариантов

осуществления и со ссылкой на определенные чертежи, но изобретение ограничивается не этим, а только пунктами формулы изобретения. Любые ссылочные позиции в формуле изобретения не должны истолковываться как ограничение объема изобретения.

Описанные чертежи являются только схематичными и не создают ограничений. На 5 чертежах для иллюстративных целей размер некоторых из элементов может быть преувеличен и не соответствовать масштабу.

Термин "содержащий", там, где он используется в настоящем описании и формуле изобретения, не исключает другие элементы или этапы. Там, где неопределенный или 10 определенный артикль используется для указания единственного числа существительного, это указание содержит также множественное число этого существительного, если что-либо не указано специально.

Дополнительно, термины "первый", "второй", "третий" и т.п. в описании и в формуле изобретения используются для различия между подобными элементами и не обязательно для описания последовательности, временной, пространственной, при ранжировании 15 или любым другим образом. Следует понимать, что термины, используемые таким образом, являются взаимозаменяемыми при соответствующих обстоятельствах и что варианты осуществления изобретения, описанные здесь, способны действовать в последовательностях, отличных от описанных или поясняемых здесь.

Кроме того, термины "верхний", "нижний", "над", "под" и т.п. в описании и формуле 20 изобретения используются в описательных целях и не обязательно для описания относительных положений. Следует понимать, что термины, используемые таким образом, являются взаимозаменяемыми при соответствующих обстоятельствах и что варианты осуществления изобретения, описанные здесь, способны действовать в последовательностях, отличных от описанных или поясняемых здесь.

Ссылка повсеместно в этом описании на "один вариант осуществления" или "вариант 25 осуществления" означает, что конкретный признак, структура или характеристика, описанная в связи с вариантом осуществления, содержится, по меньшей мере, в одном варианте осуществления настоящего изобретения. Таким образом, появления выражений "в одном варианте осуществления" или "в варианте осуществления" в различных местах 30 по всему этому описанию не обязательно, но может, полностью относиться к одному и тому же варианту осуществления. Дополнительно, конкретные признаки, структуры или характеристики могут объединяться любым подходящим образом в одном или более вариантах осуществления, как должно быть очевидным любому специалисту в данной области техники, исходя из настоящего раскрытия.

Аналогично, следует понимать, что в описании примерных вариантов осуществления изобретения, различные признаки изобретения иногда группируются в едином варианте 35 осуществления, чертеже или их описании с целью упрощения раскрытия и помощи в понимании одного или более различных аспектов изобретения. Этот способ раскрытия, однако, не должен интерпретироваться как отражение мысли, что заявленное изобретение требует больше признаков, чем явно упоминается в каждом пункте формулы изобретения. Скорее, как указывает формула изобретения, варианты 40 изобретения лежат менее чем во всех признаках единого раскрытого выше варианта осуществления. Таким образом, формула изобретения, следующая за подробным описанием, настоящим явно содержится в этом подробном описании, причем каждый пункт формулы изобретения устанавливается самостоятельно как отдельный вариант 45 осуществления этого изобретения.

Дополнительно, в то время как некоторые варианты осуществления, описанные здесь, содержат некоторые, но не другие признаки, содержащиеся в других вариантах

осуществления, объединения признаков различных вариантов осуществления предназначены попадать в пределы объема изобретения и формировать различные варианты осуществления, как должны понимать специалисты в данной области техники. Например, в последующей формуле изобретения любой из заявленных вариантов

5 осуществления может использоваться в любой комбинации.

Дополнительно, некоторые из вариантов осуществления описываются здесь как способ или объединение элементов способа, который может быть осуществлен процессором компьютерной системы или другими средствами выполнения функции. Таким образом, процессор с необходимыми командами для выполнения такого способа

10 или элемента способа формирует средство для выполнения способа или элемента способа. Дополнительно, описанный здесь элемент варианта осуществления устройства является примером средства выполнения функции, выполняемой элементом с целью выполнения изобретения.

В предоставленном здесь описании излагаются многочисленные конкретные

15 подробности. Однако, понятно, что варианты осуществления изобретения на практике могут осуществляться без этих конкретных подробностей. В других случаях, известные способы, структуры и технологии не были показаны подробно, чтобы не заслонять ими понимание настоящего описания.

Нижеследующие термины или определения предоставляются исключительно, чтобы

20 помочь в понимании вариантов изобретения:

- анатомические свойства полости рта или горла пациента относятся к области поверхности, подобласти поверхности и ориентации подобласти поверхности для поверхности полости рта и горла пациента;

- анатомические признаки полости рта пациента относятся к идентифицированным

25 конкретным участкам полости рта или горла, как например, язык, миндалины, небный язычок, задняя стенка горла;

- базовая линия является расстоянием между средством проекции, таким как проектор, и средством обнаружения, таким как фотографическая камера; это также расстояние между местоположением проецирования и местоположением обнаружения;

- 30 - структурированная световая структура является заданной известной неоднородной структурой света. Структура часто содержит сетки или параллельные полосы, но возможно также множество других структурированных световых структур, известных специалистам в данной области техники. Когда такая структурированная структура проецируется на сцену, рассматриваемую с других точек зрения, чем со стороны

35 проектора, структура представляется геометрически искаженной. Способ, которым портится форма при падении на поверхность, позволяет визуальным системам вычислять информацию о глубине и поверхности предметов в сцене.

Варианты изобретения относятся к способам и устройствам для определения внутренних анатомических свойств горла пациента, пригодных для скрининга

40 обструктивного апноэ сна.

Следовательно, описывается способ (и соответствующее устройство), содержащий этапы, на которых

- проецируют одну структурированную световую структуру или последовательность, по меньшей мере, одной структурированной световой структуры (так называемый

45 структурированный свет) в полость рта и/или горло пациента;

- обнаруживают отраженный свет, получаемый от полости рта и/или горла пациента в ответ на проецирование одной или более световых структур;

- анализируют структурированную световую структуру с точки зрения, по меньшей

мере, одной структурированной световой структуры, определяя, таким образом, внутренние анатомические свойства пациента.

Варианты настоящего изобретения применяют получение вычисляемых изображений для измерения свойств анатомии горла и использования этих свойств для скриннинга OSA.

В первом семействе вариантов осуществления получают области, исследованные с помощью показателей Маллампати (черные области на фиг. 1(a)). Эти критерии показывают, насколько жестко перекрывается задняя стенка горла, например, небной занавеской, твердым небом, миндалинами и языком. Определяя эти критерии, для пациента может быть определена степень страдания апноэ сна.

Во втором семействе вариантов осуществления предоставляется карта глубин полости рта и горла.

В обоих семействах структура проецируется в полость рта, которая отклоняется на границах анатомических структур или признаков.

Для скриннинга OSA варианты настоящего изобретения добавляют информацию об анатомии горла, которая может улучшить характеристики скриннинга.

Конкретный пример должен использовать полученную трехмерную информацию для оценки саггитального диаметра Ds и/или области велофаринкса (показано со ссылкой на фиг. 2).

В соответствии с предпочтительными вариантами осуществления настоящего изобретения, определяются и используются площади небной занавески, миндалин, твердого неба и задней стенки горла и саггитальный диаметр велофаринкса. Сначала структурированная световая структура проецируется в горло пациента таким способом, что и небная занавеска и стенка горла позади нее явно освещаются структурой.

Структура плотности линий предпочтительна для лучшего различения различных анатомических границ и объектов. Одно или более изображений измеряются, используя стандартную камеру и процессор, который может, например, быть вмонтирован в камеру. Затем, для идентификации небной занавески и извлечения расстояние от небной занавески до задней стенки горла используются вычислительные технологии получения изображений и компьютерного зрения.

В соответствии с вариантом осуществления, относящимся к первому семейству, обычно требующему менее сложной реализации, измеряются области, исследованные посредством показателей Маллампати. Этот подход обладает преимуществом гладких поверхностей анатомических объектов в ротовой полости. Линейная структура проецируется в ротовую полость, как показано на фиг. 3(a).

Видно, что линии сохраняют свою ориентацию и выравнивание, пока проецируются через области внутри анатомического объекта. При пересечении анатомических границ линии изгибаются и их ориентация изменяется. Также происходит смещение в пространстве (смотрите разрыв линии между стенкой неба и горлом). Это может быть проанализировано автоматически, например, с помощью детектора края, представляющего границы спроецированных строк (смотрите фиг. 3(b)). Границы линий могут затем быть проанализированы в соответствии со следующими параметрами:

- ориентация линий;
- протяженность линий;
- прерывание или разрывы линий.

Линии с одной и той же ориентацией принадлежат к одной и той же области, их протяженность или длина могут использоваться для оценки анатомической области, которую они покрывают (и ее соответствующего поверхностного значения).

В соответствии с определенными вариантами осуществления, для хорошей оценки областей в полости рта, особенно, миндалин, стенки горла и небной занавески, могут также использоваться более плотные и более тонкие линии, чем используемые на фиг. 3(a). Этот подход может быть расширен, освещая структурой света только каждое второе изображение. Промежуточные изображения (опорные изображения) могут быть вычтены из изображений, полученных с помощью структуры, что приводит в результате к изображениям, где видна только структура (смотрите фиг. 3(b)). Это делает анализ линий легче и, таким образом, предпочтительно содержит дополнительное управление проецированием структур. В соответствии с дополнительным улучшением, вводится поляризационный фильтр, например, пропускающий через поляризационный фильтр отраженные структурированные световые структуры, чтобы уменьшить влияние бликов на изображения. Набор из двух поляризационных фильтров может использоваться так же, как описано выше.

Объективная версия показателей Маллампасти может, например, определяться как область видимой части стенки горла в соответствии со следующим способом, содержащим этапы, на которых:

- 1) определяют контур рта, определяя переход между цветом кожи и цветом рта;
- 2) используют алгоритм сегментации изображения, чтобы сегментировать изображение для области, содержащей рот. Например, используя как информацию о цвете, так и информацию о проецированном свете. Используя информацию о цвете, пиксели объединяются по подобию цветового значения, используя алгоритм К-средств (смотрите, например, работу J. B. MacQueen (1967). "Some Methods for classification and Analysis of Multivariate Observations". Proceedings of 5th Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability. University of California Press, pp. 281297. MR0214227. Zbl0214.46201. Спроецированная световая информация используется, группируя пиксели, у которых направление градиента структуры подобно;
- 3) Затем определяют количество сегментов, разделяя полость рта на 2-5 сегментов и выбирая оптимальное количество сегментов, основываясь на качестве подгонки. Рассматриваемое количество сегментов определяется количеством ожидаемых анатомических признаков во рту;
- 4) Идентифицируют средний сегмент(-ы) как сегмент(-ы) стенки горла, когда количество сегментов превышает 2 (тем самым, считается, что должна быть видна стенка горла). Как вариант, может быть введен этап проверки правильности выбранных сегментов, причем такой этап содержит запрос ввода данных пользователем и внесение изменений, если нужно;
- 5) Вычисляют площадь для выбранных сегментов стенки горла;
- 6) Нормализуют площадь выбранной стенки горла относительно общей площади рта.

Как обсуждалось выше, когда проекция и, следовательно, также обнаружение структурированных световых структур выполняются внутри полости рта, например, посредством средства интегрированного устройства, содержащего проектор и детектор, нормализация относительно общей площади рта не обязательно применима (если она применима, должно быть выполнено независимое определение площади рта, основываясь на внешнем изображении) и может быть пропущена.

Затем способ может содержать этапы, на которых:

- отображают часть полости рта и горла пациента;
- используют алгоритм сегментации изображения, чтобы сегментировать изображение;
- определяют количество сегментов, разделяя изображенную область на два-пять



сегментов и выбирая оптимальное количество сегментов, исходя из качества подгонки, основанное на количестве ожидаемых анатомических признаков, которые отображались в полости рта и горле. Максимальное количество из пяти сегментов может основываться на количестве ожидаемых анатомических признаков в полости рта и горле. Для каждого количества сегментов  $n=1, 2, 3, 4, 5$ , изображение может быть аппроксимировано значением постоянного изображения на каждый сегмент. Разность между этим аппроксимированным изображением и фактическим изображением может подгоняться.

- Выбирают оптимальное количество сегментов, основываясь на подгонке посредством определения минимального количества сегментов  $n$ , когда подгонка все еще в значительной мере недостаточна.

- Когда выбранное количество сегментов больше двух, идентифицируют средний сегмент(-ы) в качестве сегмента(-ов) стенки горла (когда количество равно или меньше двух, способ должен быть повторен);

- определяют площадь поверхности идентифицированного сегмента(-ов) стенки горла;

Площадь поверхности идентифицированных сегментов стенки горла может, например, использоваться в качестве параметра для определения, страдает ли пациент апноэ сна.

В другом варианте осуществления, соответствующем второму семейству, отраженные структуры не улучшаются. Структура или структуры используются в качестве основы для точного вычисления глубины.

Краткий обзор таких способов вычисления глубины приводится, например, в работе "Pattern codification strategies in structured light systems", J. Salvi et al, Pattern Recognition, vol. 37, стр. 827-849. 6, 47, апрель 2004 г.

Некоторые из полученных изображений (показан только субнабор из двенадцати полученных изображений в сумме), а также результирующая реконструкция (восстановленная при различных ориентациях, показывающих форму и размеры полости рта) представлены на фиг. 4 и фиг. 5, соответственно. Изображения были получены с относительно большой базовой линией между проектором и камерой, поскольку система предназначена для получения изображения лица на расстоянии приблизительно один метр. Для применения к получению изображения горла система может легко иметь базовую линию меньше 7 см, меньше 5 см, меньше 4 см или меньше 3 см или меньше 2,5 см или меньше 2 см или меньше 1 см или меньше, когда расстояние до открытого рта является очень малым. Заметим, что здесь также использование одного или более поляризационных фильтров перед проектором и камерой может подавлять бликовые отражения за счет слюны. Когда фильтры имеют противоположные режимы поляризации (например, проектор горизонтальный, а камера вертикальная, или проектор с левой круговой поляризацией, а камера с правой круговой поляризацией), зеркальные отражения могут быть ослаблены.

Изображение глубины позволяет вычислять саггитальный диаметр велофаринкса (смотрите фиг. 2). Как прежде, область горла может быть обнаружена и сегментирована, однако, теперь содержит информацию о глубине. Используя знание ожидаемого типичного значения для глубины ото рта до небной занавески (или мягкого неба), правильное выполнение измерения (положение и ориентация камеры, рот достаточно открыт) может быть проверено. Система может рекомендовать повторить измерение, если нужно. В дальнейшем, глубинный саггитальный диаметр  $D_s$  получают как расстояние  $\Delta_{\max}$  или основываясь на расстоянии  $\Delta_{\max}$ , между двумя самыми отдаленными сегментами, смотрите фиг. 5.

В соответствии с предпочтительным вариантом осуществления, способ также

содержит использование (предпочтительно сменного, еще более предпочтительно, одноразового) шпателя для нажатия на язык во время выполнения проецирования и получения изображения. Преимущество шпателя состоит в том, что способ может выполняться, по существу, воспроизводимым способом, потому что устройство формирования изображений может располагаться, по существу, воспроизводимым образом. Без использования шпателя язык может загораживать соответствующие элементы во рту, не давая доступа к ним камере. Шпатель может отодвинуть язык от системы получения изображений, так чтобы он не перегораживал путь. Другое преимущество состоит в том, что система получения изображений может использоваться при более или менее одном и том же самом угле/расстоянии для различных пациентов; местоположение языка, по существу, не является переменной. В противном случае, врач должен был бы выравнивать систему получения изображений каждый раз и для каждого пациента, поскольку язык мог бы находиться в различных местах.

В соответствии с предпочтительными вариантами осуществления, информация, полученная посредством любой из вышеупомянутых процедур, может объединяться с другими признаками, которые известны как указывающие на апноэ сна, как, например, индекс массы тела и пол или оптическое измерение черт лица для подгонки маски непрерывного поддержания давления в дыхательных путях (известно, что эти черты лица сами по себе являются в то же время дополнительными индикаторами обструктивного апноэ Сна), чтобы получить лучшие характеристики скрининга.

В соответствии с предпочтительными вариантами осуществления, настоящее изобретение может также использоваться в сочетании с фарингеальной эндоскопией, то есть, содержать проекцию и обнаружение световых структур на эндоскопе, и выполнять соответствующие вычисления для получения информации об анатомических признаках. Хотя такой подход является более навязчивым, он может также давать более точную и более подробную информацию, в частности, для тех частей глотки, которые не видны снаружи рта.

Варианты осуществления изобретения могут применяться для скрининга OSA, но могут также использоваться, например, в следующих целях:

- Фенотипирование OSA. Трехмерные признаки рта и языка помогают идентифицировать различные типы OSA, обеспечивая индикацию наиболее успешного лечения (CPAP, хирургия).

- Дыхательные системы доставки лекарственных средств. Знание анатомических свойств ротовой полости/горла может улучшить соотношение назначаемых лекарственных средств, необходимых для доставки в желаемое место.

Следует понимать, что, хотя предпочтительные варианты осуществления, конкретные конструкции и конфигурации, а также материалы, были обсуждены здесь для устройств, соответствующих настоящему изобретению, различные изменения или модификации в форме и подробностях могут быть сделаны, не отступая от объема настоящего изобретения.

#### (57) Формула изобретения

1. Способ определения анатомических свойств пациента, причем пациент имеет полость рта и горло, и способ содержит этапы, на которых:

а) проецируют по меньшей мере одну структурированную световую структуру в полость рта упомянутого пациента;

б) обнаруживают по меньшей мере одну отраженную световую структуру, причем каждая из упомянутых отраженных световых структур происходит в результате

отражения соответствующей проецированной структурированной световой структуры;

с) анализируют упомянутую по меньшей мере одну отраженную структурированную световую структуру с точки зрения упомянутой по меньшей мере одной

5 структурированной световой структуры, определяя, таким образом, анатомические свойства упомянутого пациента; в котором каждая из упомянутой, по меньшей мере, одной структурированной световой структуры содержит набор заданных параллельных линий и так, что упомянутый набор заданных параллельных линий определяет структуру, содержащую области с повышенной плотностью линий и области с  
10 пониженной плотностью линий, и/или содержит области с повышенной толщиной линий и области с пониженной толщиной линий, причем их проекции соответствуют заданным местоположениям в полости рта и горле, включая поляризацию упомянутых структурированных световых структур перед отражением в соответствии с первым режимом поляризации, и поляризацию упомянутых отраженных световых структур перед обнаружением в соответствии со вторым режимом поляризации, причем  
15 упомянутые первый и второй режимы поляризации являются противоположными.

2. Способ по п. 1, в котором базовая линия между положением проекции по меньшей мере одной структурированной световой структуры и положением обнаружения по меньшей мере одной отраженной световой структуры меньше 7 см.

3. Способ по п. 1, в котором упомянутый пациент имеет язык, причем способ  
20 дополнительно содержит нажатие на упомянутый язык при выполнении этапа (а).

4. Способ по п. 1, в котором подпункт (b) содержит создание одного или более фотографических изображений полости рта упомянутого пациента.

5. Способ по п. 4, дополнительно содержащий создание по меньшей мере одного фотографического опорного изображения полости рта упомянутого пациента, и в  
25 котором этап (с) дополнительно содержит вычитание упомянутого фотографического опорного изображения(ий) из упомянутого соответствующего фотографического изображения(ий), созданного на этапе (b).

6. Способ по п. 1, дополнительно содержащий обнаружение разрывов в отраженных линиях отраженных световых структур и соединение упомянутых разрывов с границами  
30 анатомических признаков упомянутой полости рта.

7. Способ по п. 1, дополнительно содержащий обнаружение деформации отраженных линий отраженных световых структур, обнаруженных на этапе (b), и соединение упомянутой деформации с информацией о форме анатомических признаков упомянутой полости рта.

35 8. Способ по п. 1, в котором упомянутые анатомические свойства упомянутого пациента содержат степень, в которой задняя часть упомянутого горла закрывается другими анатомическими признаками, формирующими полость рта или внутренность полости рта.

9. Способ по п. 1, в котором упомянутые анатомические свойства упомянутого  
40 пациента содержат информацию о глубине для анатомических признаков внутри упомянутой полости рта или горла.

10. Устройство формирования изображений для определения анатомических свойств пациента, причем упомянутый пациент имеет полость рта и горло, и упомянутое устройство содержит

45 средство проецирования по меньшей мере одной структурированной световой структуры в полость рта упомянутого пациента;

средство обнаружения по меньшей мере одной отраженной световой структуры, причем каждая из упомянутых отраженных световых структур является результатом

соответствующей спроецированной структурированной световой структуры;

средство анализа упомянутой по меньшей мере одной отраженной структурированной световой структуры с точки зрения упомянутой по меньшей мере одной

5 структурированной световой структуры, определяя, таким образом, анатомические свойства упомянутого пациента; в котором каждая из упомянутой по меньшей мере одной структурированной световой структуры содержит набор заданных параллельных линий и так, что упомянутый набор заданных параллельных линий определяет структуру, содержащую области с повышенной плотностью линий и области с пониженной плотностью линий, и/или содержит области с повышенной толщиной линий  
10 и области с пониженной толщиной линий, причем их проекции соответствуют заданным местоположениям в полости рта и горле,

первое поляризационное средство для поляризации структурированной световой структуры перед отражением в соответствии с первым режимом поляризации,

15 второе поляризационное средство для поляризации структуры отраженного света перед обнаружением и после отражения в соответствии со вторым режимом поляризации, причем первый и второй режимы поляризации являются противоположными.

20

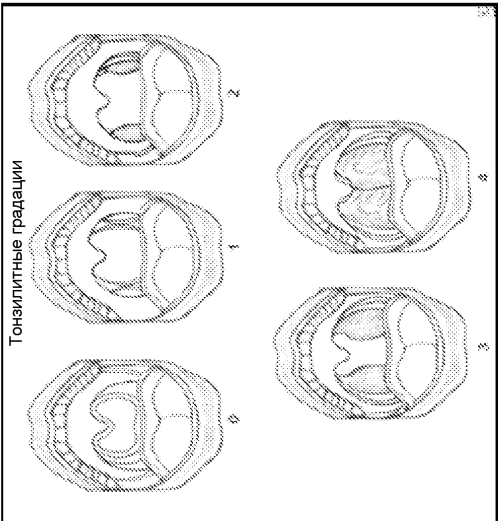
25

30

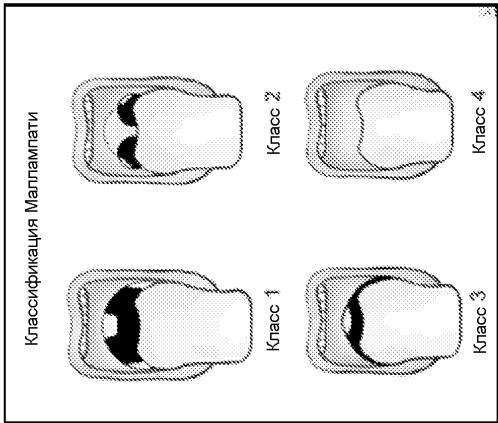
35

40

45

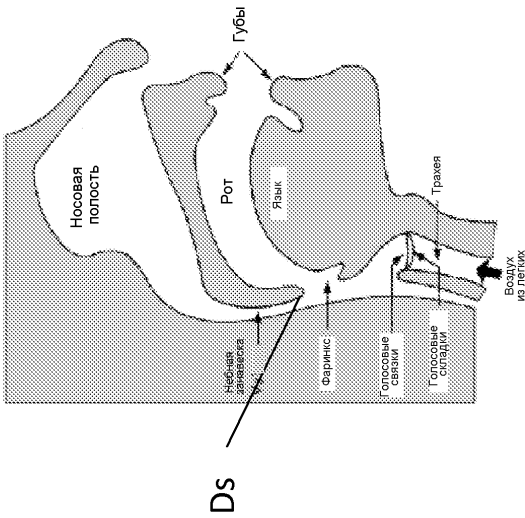


(b)

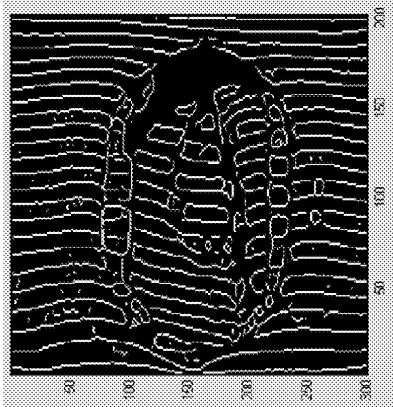


(a)

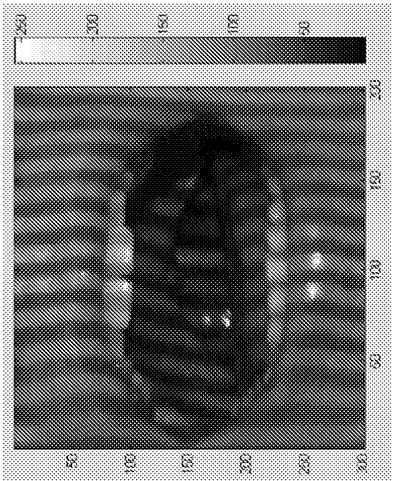
ФИГ.1



Фиг.2

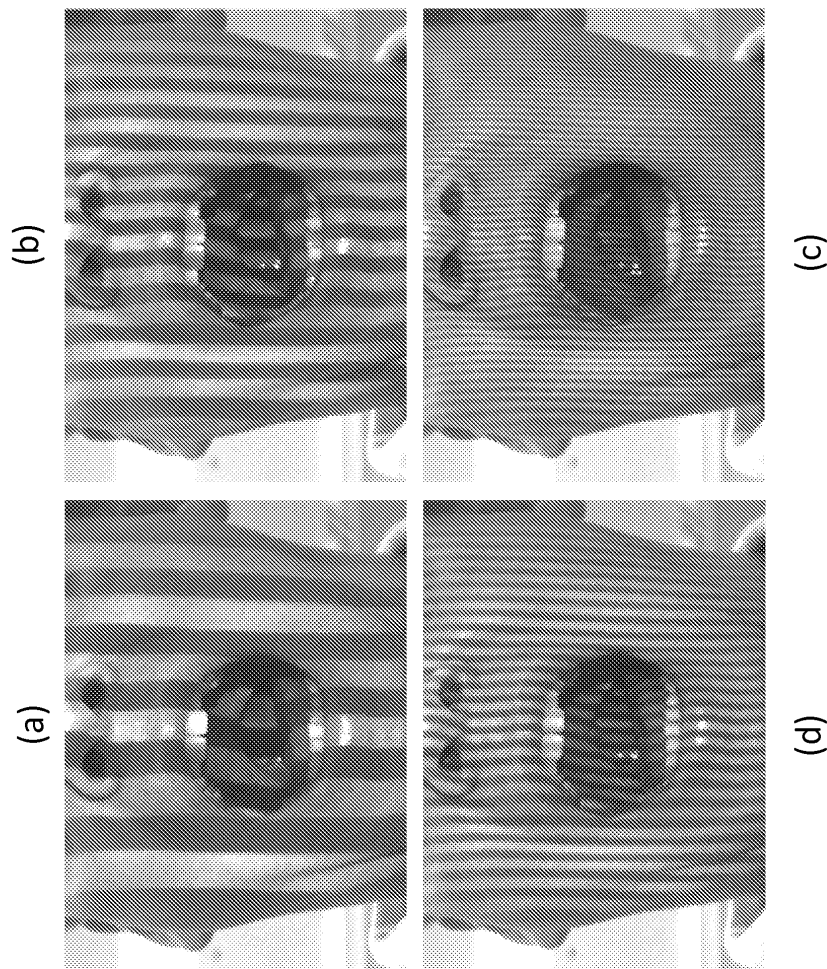


(b)



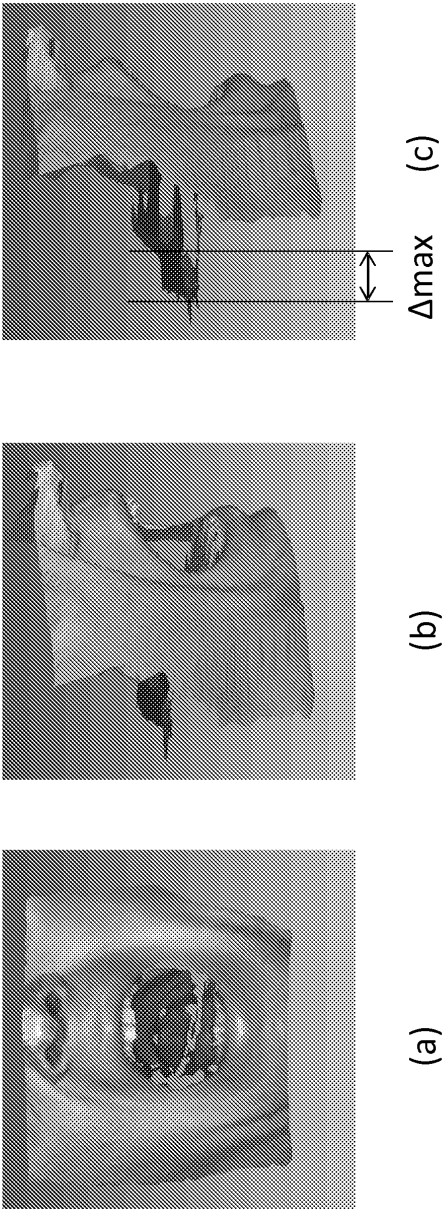
(a)

Фиг.3

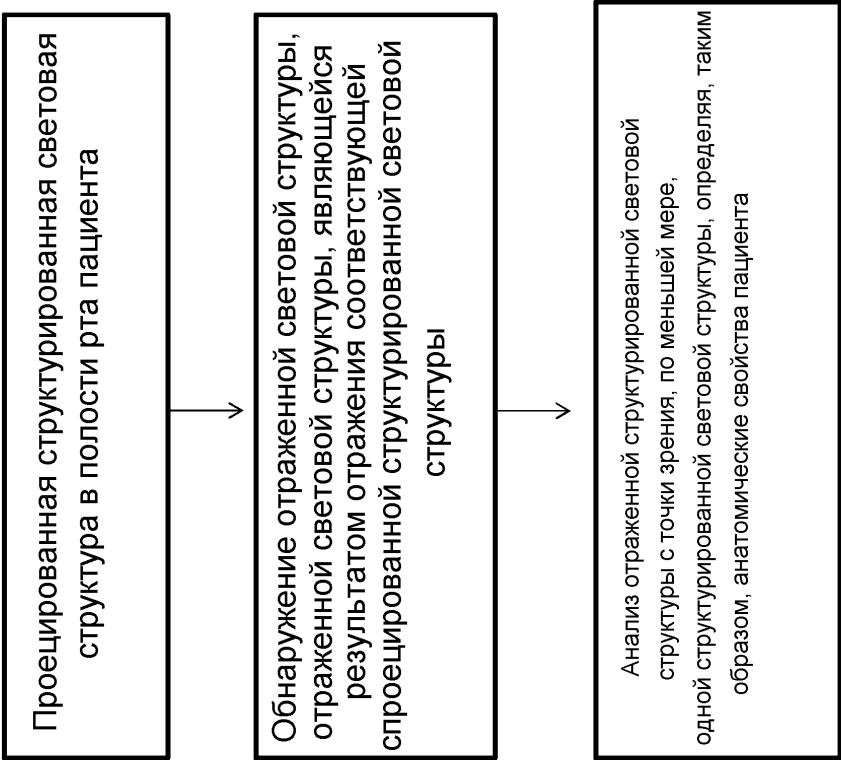


ФИГ.4





Фиг.5



Фиг.6