

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202192915** (13) **A1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки
2022.04.04

(51) Int. Cl. *A61C 19/045* (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2020.04.30

(54) **УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОТСЛЕЖИВАНИЯ И ЗАПИСИ ДВИЖЕНИЙ ЧЕЛЮСТИ
ЧЕЛОВЕКА И СООТВЕТСТВУЮЩИЙ СПОСОБ**

(31) **102019000006498**

(72) Изобретатель:

(32) **2019.05.02**

**Рампулла Джузеппе, Пигин Лука,
Ферми Энрико, Кровато Диего (ИТ)**

(33) **ИТ**

(86) **РСТ/ИВ2020/054087**

(74) Представитель:

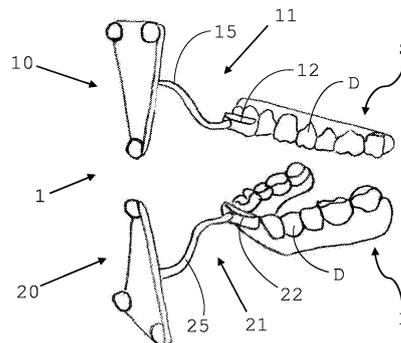
(87) **WO 2020/222162 2020.11.05**

Нагорных И.М. (RU)

(71) Заявитель:

**РАМПУЛЛА ДЖУЗЕППЕ; ПИГИН
ЛУКА (ИТ)**

(57) Изобретение относится к устройству (100) для отслеживания и записи движений челюсти человека, содержащему систему ориентиров (1) с двумя частями (10, 20) для прикрепления к соответствующим зубным дугам, излучатель инфракрасного света (40), видеокамеру (50), чувствительную к инфракрасному свету, и компьютеризированную систему (60), соединенную с излучателем и с видеокамерой, причем излучатель (40) проецирует узоры из световых точек на лицо и на систему ориентиров (1), и причем компьютеризированная система содержит блок обработки, выполненный с возможностью обработки изображений, полученных видеокамерой, для вычисления для каждого из них расстояния, по меньшей мере, световых точек, находящихся на поверхности маркеров (18, 28), относительно заранее определенной точки с известными координатами посредством сравнения изображения спроецированного узора с изображением эталонного узора.



202192915
A1

202192915
A1

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОТСЛЕЖИВАНИЯ И ЗАПИСИ ДВИЖЕНИЙ ЧЕЛЮСТИ ЧЕЛОВЕКА И СООТВЕТСТВУЮЩИЙ СПОСОБ

ОПИСАНИЕ

5 Настоящее изобретение относится к устройству для отслеживания, воссоздания и записи движений челюсти человека во время жевания. В частности, изобретение относится к устройству, выполненному с возможностью выявления и воссоздания указанных выше движений в трехмерной системе.

Исследование движения челюсти и его воссоздание/имитация являются
10 особенно полезными как для стоматолога, так и для зубного техника. Простым, но при этом неточным устройством, используемым для воссоздания движений челюсти, является артикулятор. В это устройство помещают слепки зубных дуг пациента, и оно воспроизводит базовое движение открытия и закрытия челюсти. Эти устройства могут использоваться зубным техником для получения реабилитационных
15 медицинских устройств, таких как мостовидные протезы, зубные шины и подобные, которые в свою очередь используются стоматологом для функционального или эстетического восстановления зубов пациента.

Имея в распоряжении только морфологические данные о зубах пациента, т.е. не располагая информацией о функции прикуса и жевания, точное воссоздание
20 движения рта пациента с помощью этих артикуляторов невозможно. Основным ограничением устройства данного типа является факт отсутствия информации в отношении кинематики жевательного движения височно-нижнечелюстного сустава.

Поэтому с этим известным устройством стоматологу необходимо впоследствии адаптировать реабилитационные устройства, подготовленные зубным техником, к
25 фактическому состоянию прикуса пациента. Это влечет повышение затрат и риск не получения известного из уровня техники реабилитационного устройства.

Ввиду этих причин были разработаны различные способы и соответствующие устройства для отслеживания движений челюсти человека, в частности, при жевании, для получения ее цифровой модели, которая может быть использована для проверки правильности формы и размера реабилитационного устройства, например, зубного протеза.

Системы уровня техники по существу основаны на трех различных технологиях, а именно «захвате движения», в которой используются видеокамеры и осветители/излучатели, инерциальные измерения, полученные за счет использования акселерометров, гироскопов или подобных устройств, а также электромагнитные измерения, полученные с помощью магнитных или индукционных датчиков, и т.д.

Настоящее изобретение относится к устройству первого типа, т.е. тому, в котором используются оптические датчики. Эти системы можно дополнительно подразделить на системы типа «захвата движения на основе маркера» и системы «безмаркерного» типа. В первом случае используются стерео-фотограмметрические подходы, которые обеспечивают возможность идентификации трехмерного положения и соответствующих движений маркеров, расположенных в специфических точках пациента. Вышеуказанная технология используется в сфере анализа кинематики челюсти, в которой для получения кинематики челюсти в качестве реперной точки берется область «нижняя челюсть-верхняя челюсть».

Примеры способов и соответствующих устройств для отслеживания и воссоздания жевательных движений челюсти человека, известных из уровня техники, описаны, например, в US 2016/0262711 A1, US 5340309 A и WO 2018115576 A1.

Однако эти системы уровня техники могут быть усовершенствованы. В частности, некоторые из них выдают в некоторой степени неточные данные, например, вследствие способа фиксации маркеров к челюсти человека или височной

или верхнечелюстной области. Более того, устройства уровня техники зачастую являются особенно сложными и, помимо того, что они являются очень затратными, также сложны в эксплуатации. Наконец, некоторые системы уровня техники также являются в некоторой степени инвазивными и вызывают дискомфорт для пациента,
5 которому проводится анализ.

Ввиду этих причин практические приемы анализа кинематики челюсти с помощью оптических систем все еще относительно ограничены и не развиты широко.

В данном контексте задача настоящего изобретения заключается в устранении
10 ограничений способов и устройств уровня техники.

В частности, задача настоящего изобретения заключается в предложении устройства для отслеживания движений челюсти человека, которое является простым и практичным для использования оператором, но в то же время обеспечивает точные результаты.

15 Еще одна задача настоящего изобретения заключается в предоставлении устройства данного типа, которое является простым в использовании и относительно недорогим в изготовлении.

Другая задача изобретения заключается в предоставлении устройства для отслеживания движений челюсти, которое не вызывает дискомфорт для
20 обследуемого пациента.

Эти и другие задачи решаются благодаря устройству, которое содержит:

- систему ориентиров, содержащую две части для прикрепления к верхней и нижней зубным дугам человека, каждая часть содержит маркеры, расположенные перед лицом;
- 25 - излучатель инфракрасного света;
- видеокамеру, чувствительную к инфракрасному свету, выполненную с

возможностью захвата кадра места съемки, включающего по меньшей мере указанную систему ориентиров; и

- компьютеризированную систему, соединенную с излучателем и с видеокамерой.

5 В соответствии с изобретением излучатель инфракрасного света расположен перед человеком. Указанный излучатель выполнен с возможностью излучения лучей инфракрасного света, которые создают узор из световых точек на освещаемых поверхностях, в направлении человека в область, которая включает по меньшей мере систему ориентиров, а также, предпочтительно, все лицо. Видеокамера выполнена с
10 возможностью записи с заданной частотой проецируемых изображений вышеуказанного узора из световых точек по меньшей мере на систему ориентиров. Эти изображения могут записываться, когда челюсть находится в покое или движется, например, при жевательном движении.

Компьютеризированная система содержит блок обработки, выполненный с
15 возможностью приема изображений, захваченных инфракрасной видеокамерой, и вычисления для каждого изображения расстояния по меньшей мере световых точек, находящихся на поверхности маркеров, относительно заранее определенной точки с известными координатами. Вычисление расстояния осуществляется путем
20 сравнения изображения фактически спроецированного узора с изображением эталонного узора. Например, указанный эталонный узор может быть получен путем проецирования тех же лучей света на плоскую поверхность, параллельную плоскости видеокамеры и находящуюся от нее на известном расстоянии.

В действительности, когда лучи света, проецируемые излучателем, сталкиваются с поверхностями маркеров и лицом человека, создается изменение
25 расстояния между одной точкой и другой, основанное на угле поверхностей, поскольку видеокамера записывает двухмерную проекцию фактического

(трехмерного) распределения указанных световых точек.

Поэтому для каждой из спроецированных точек можно вычислить расстояние от известной базовой точки, в целом совпадающей с датчиком видеокамеры, производя триангуляцию ее положения с тем, в котором она будет в эталонном
5 узоре.

Следовательно, выполненное таким образом устройство может непосредственно определять положение маркеров в пространстве и, как следствие, воссоздавать кинематику челюсти в трех измерениях.

Более того, на измерения, проводимые с помощью данного устройства, не
10 влияют какие-либо движения головы человека во время получения изображений, поскольку измерение расстояния маркеров выполняется относительно известной системы ориентиров.

Также компьютеризированная система, предпочтительно, содержит блок хранения для хранения по меньшей мере изображений, полученных видеокамерой, и
15 данных, вычисленных блоком обработки.

В соответствии с предпочтительным вариантом видеокамера представляет собой RGB-видеокамеру, чувствительную к длинам волн инфракрасного спектра. Это обеспечивает возможность записи цветных изображений, что обеспечивает возможность более точного распознавания различных элементов, захваченных
20 кадром, а следовательно, поверхностей маркеров, на последующем этапе обработки, который подробнее описан ниже.

В соответствии с аспектом изобретения каждая часть системы ориентиров содержит три маркера. Указанные маркеры, предпочтительно, имеют изогнутую, а более предпочтительно, полусферическую поверхность. Таким образом, при
25 различных положениях, которые может принимать маркер в ходе движения челюсти человека или также черепа, поверхность маркера всегда имеет области, находящиеся

на разном расстоянии (глубине) относительно видеокамеры. Это делает измерение расстояния различных точек узора более точным и, следовательно, обеспечивает точное воссоздание движений в трех измерениях.

В соответствии с предпочтительным вариантом реализации маркеры
5 установлены на жесткой опоре и расположены в вершинах треугольника. Указанный треугольник, предпочтительно, представляет собой равнобедренный треугольник и расположен так, что его высота по существу вертикальна.

Когда система ориентиров установлена на человека, вершина,
противолежащая основанию, вышеуказанного треугольника нижней части, т.е.
10 части, прикрепленной к нижней зубной дуге и челюсти, обращена вверх, тогда как вершина, противолежащая основанию, верхней части системы ориентиров, т.е. части, прикрепленной к верхней зубной дуге, обращена вниз, т.е. указанный треугольник перевернут.

Такое расположение маркера по существу в виде стрелки обеспечивает
15 возможность точной и мгновенной оценки боковых движений нижней челюсти относительно верхней челюсти.

Преимущественно, опоры и относительные маркеры верхней и нижней части одинаковы по форме и размеру для оптимизации затрат как на производство, так и поставку для потребителей.

20 В соответствии с аспектом изобретения указанная опора содержит пластину, выполненную из непрозрачного материала, предпочтительно, однородного цвета; как правило, указанная опора выполнена из металла или полимерного материала.

Благодаря этому предотвращается запись видеокамерой части лица человека, находящейся сразу за маркерами, уменьшая возможные эффекты помех. Этому
25 способствует однородный цвет опоры, делая маркеры более различимыми. Предпочтительно, внешняя поверхность маркеров также состоит из или покрыта

отражающим материалом.

Диаметр маркеров, как правило, находится в диапазоне от 5 мм до 20 мм для обеспечения области, на которую может попасть некоторое количество лучей инфракрасного света, достаточное для получения точного вычисления положения маркера.

Расстояние между маркерами одной части, т.е. длина сторон треугольника, как правило, находится в диапазоне от 30 мм до 60 мм.

В соответствии с аспектом настоящего изобретения каждая из указанных опор расположена на жестком опорном элементе, который может быть прикреплен непосредственно к верхней и нижней зубной дуге.

Соединение данного типа обеспечивает возможность уменьшения ошибок измерения до минимума за счет того, что маркеры двигаются, будучи по существу жестко прикрепленными к нижней челюсти и верхней челюсти.

Указанный опорный элемент содержит крепежную пластину для прикрепления к зубам с помощью адгезива, такого как смола или подобный, и стержень, который проходит от крепежной пластины и несет указанную опору на конце. Стержень, предпочтительно, имеет такую форму и ориентацию, что когда челюсть человека сомкнута, вершины двух опор нижней и верхней частей находятся близко, но не соприкасаются друг с другом.

Для предотвращения изменения в функции прикуса человека и, следовательно, естественного движения челюсти крепежные пластины, предпочтительно, имеют такую конструкцию, чтобы крепиться к передней поверхности зубов.

Таким образом, способ для отслеживания и записи движений челюсти человека в соответствии с изобретением включает по меньшей мере следующие этапы:

- обеспечение по меньшей мере одного излучателя инфракрасного света и по меньшей мере одной видеокамеры, чувствительной к длинам волн

инфракрасного спектра;

- обеспечение системы ориентиров, содержащей две части, причем каждая часть содержит маркеры;
- крепление двух частей системы ориентиров к верхней и нижней зубным дугам человека соответственно таким образом, чтобы маркеры располагались перед лицом;
- расположение человека перед видеокамерой и излучателем инфракрасного света;
- излучение в направлении лица человека лучей инфракрасного света, способных формировать узор из световых точек, и одновременную запись с определенной частотой изображений места съемки, которое включает по меньшей мере систему ориентиров или все лицо человека, на которое проецируют узор из световых точек;
- обработку полученных изображений с помощью компьютеризированной системы, выполненной с возможностью сравнения каждого изображения с изображением эталонного узора и вычисления расстояния по меньшей мере световых точек, спроецированных на поверхность маркеров, относительно заранее определенной точки с известными координатами.

Более подробно, этап обработки изображений включает вычисление положения центра тяжести каждого маркера и отслеживание перемещений их положения в пространстве. Положение центра тяжести различных маркеров, количество которых в предпочтительном варианте составляет три для каждой части системы ориентиров и которые находятся в вершинах равнобедренного треугольника, обеспечивает возможность вычисления центра каждой части системы ориентиров.

Для улучшения распознавания маркера относительно остальной части

записанного места съемки способ анализа включает установление пороговых уровней яркости изображения и одновременно уровней цвета.

В этом подходе последующая обработка изображения обеспечивает возможность вычисления трехмерных координат (X, Y, Z) маркера, в момент
5 времени за моментом времени, как функции частоты получения видеокамеры.

Способ в соответствии с изобретением включает анализ кинематики височно-нижнечелюстного сустава как в статическом положении (прикус), так и в движении, например, во время жевания.

Полученный таким образом анализ кинематики может предоставить
10 положение, углы и повороты со смещениями системы ориентиров, прикрепленной к челюсти, и, следовательно, содержит всю информацию о кинематике, необходимую и достаточную для воссоздания движения.

Предоставленные данные могут соединяться с системой CAD/CAM и содержать три координаты положения и ориентации посредством трех углов Эйлера
15 обеих частей системы ориентиров, прикрепленной к нижней челюсти и верхней челюсти пациента, а также данные положения, относящиеся к одной части системы ориентиров относительно другой (три координаты положения и три координаты поворота).

Дополнительные характеристики и подробности изобретения станут более
20 понятны из приведенного далее описания, представленного в качестве неограничивающего примера, а также из сопроводительных чертежей, на которых:

- на Фиг. 1 представлен вид в перспективе системы ориентиров устройства в соответствии с изобретением;
- на Фиг. 2 представлен вид в перспективе системы ориентиров, установленной
25 на зубные дуги человека;
- на Фиг. 3 представлен схематический вид устройства в соответствии с

настоящим изобретением в состоянии использования.

Ссылаясь на Фиг. 1, на ней изображена система ориентиров 1 устройства в соответствии с изобретением. Система ориентиров содержит две части 10, 20 для прикрепления к верхней и нижней зубной дуге соответственно. Каждая часть
5 содержит опорный элемент 11, 21 с изогнутой крепежной пластиной 12, 22, которая имеет вогнутую опорную поверхность 13, 23, выполненную с возможностью расположения напротив передних поверхностей зубов D, как показано на Фиг. 2. Крепление пластины 12, 22, как правило, осуществляют посредством приклеивания, хотя также могут быть возможны альтернативные крепежные средства, например,
10 механического типа.

Из крепежной пластины 12, 22 выходит изогнутый стержень 15, 25, а более точно - изогнутый в по существу вертикальной плоскости. С концом стержня соединена опора 16, 26, содержащая пластину в форме равнобедренного
15 треугольника. Предпочтительно, пластина и стержень, которые, как правило, являются одноразовыми, подвижно соединены с опорой, так что последняя может быть использована повторно несколько раз для одного и того же человека или для разных людей.

Вершины треугольника снабжены тремя полусферическими маркерами 18, 28 на передней поверхности 17, 27 опоры 16, 26. Указанные маркеры имеют
20 отражающую поверхность, например, покрытую алюминиевым порошком или цветной отражающей краской, предпочтительно, однородного цвета.

На Фиг. 3 схематически изображено устройство 100 в соответствии с настоящим изобретением в примере использования.

В примере, изображенном на фигуре, система ориентиров 1 установлена на
25 зубах человека P, кинематику челюсти которого необходимо отследить. Устройство 100 дополнительно содержит излучатель 40, выполненный с возможностью

излучения лучей инфракрасного света в соответствии с псевдослучайным узором и видеокамеру 50 RGB-типа, чувствительную к длинам волн инфракрасного спектра. Видеокамера 50 и излучатель 40 расположены бок о бок с обращением в направлении лица человека, как показано на Фиг. 3.

5 Излучатель 40 и видеокамера 50 соединены с компьютеризированной системой 60, выполненной с возможностью приема и обработки изображений, полученных видеокамерой.

Компьютеризированная система, как правило, содержит по меньшей мере блок обработки, блок хранения, а также, предпочтительно, видеоинтерфейс.

10 Компьютеризированная система дополнительно снабжена компьютерной программой, которая обеспечивает блоку обработки возможность обработки полученных изображений для получения трехмерного цифрового воссоздания движения челюсти человека.

Способ, реализуемый посредством указанной компьютеризированной системы, 15 включает применение селективного фильтра к изображениям для последовательного поиска наибольших уровней яркости и цвета.

В отличие от способов уровня техники, обычно используемых в анализе движений, которые основаны на вычислении 2D-центров тяжести с последующим вычислением трехмерных координат посредством триангуляции, в настоящем 20 изобретении трехмерные данные обрабатываются непосредственно.

Более подробно, анализ включает обработку множеств трехмерных точек места съемки, освещенного лучами инфракрасного света и записанного видеокамерой. Проецируемый узор лучей света имеет псевдослучайный характер и обеспечивает возможность получения набора 3D-точек координат X, Y, Z, которые образуют 25 полусферические поверхности маркеров.

Способ обработки изображений далее включает применение фильтра ко всем

3D-точкам посредством статистических операторов для устранения тех, которые не удовлетворяют определенным критериям.

В частности, вычисляют распределение расстояний между расположенными рядом точками, а более точно, для каждой точки вычисляют среднее расстояние между ею и всеми находящимися рядом точками. Предполагая, что получаемое в результате распределение является гауссового типа со средним и стандартным отклонением, все точки, средние расстояния которых находятся за пределами диапазона, определенного общим средним значением расстояний и стандартным отклонением, считают аномальными значениями и, следовательно, исключают из набора данных.

К оставшимся данным применяют евклидов кластерный анализ, т.е. данные группируют в подгруппы или кластеры, которые содержат точки с математическими свойствами, «подобными» друг другу, в частности, те, которые относятся к полусферическим поверхностям маркеров. Этот алгоритм обеспечивает возможность идентификации кластеров, в которых элементы, принадлежащие к ним, более «подобны» друг другу по сравнению с элементами, принадлежащими к другим подгруппам. Измерение подобия является функцией евклидова расстояния между объектами и обеспечивает возможность построения сферических кластеров с подобными размерами и плотностями. Эти сферические кластеры соответствуют маркерам системы ориентиров.

Последующая обработка представляет собой воссоздание эффективной сферической формы, например, методом ДНК (движущихся наименьших квадратов, Moving Least Squares), который осуществляет сглаживание и фильтрацию повторной выборкой данных, для исключения каких-либо разрывов.

Однако на расстояния, вычисленные и использованные на предыдущем этапе, в некоторых случаях могут повлиять незначительные ошибки, которые приводят к

отклонениям в данных, которые трудно поддаются исключению с использованием только статистического метода. Чтобы это преодолеть, предпочтительно, выполняют повторную выборку для попытки повторного создания отсутствующих частей поверхности маркера посредством полиномиальной интерполяции более высокой степени между окружающими точками данных.

В научной литературе широко описаны процессы воссоздания поверхностей на основе методов полиномиальной аппроксимации (аппроксимации по методу наименьших квадратов), но не для получения интерполированных данных. Поэтому в способе анализа реализуют вариант аппроксимации методом ДНК движущихся наименьших квадратов, связанный с соответствующими весовыми значениями.

В этом подходе центры этих полусфер вычисляют посредством алгоритма для оценки параметров сферической поверхности и для оценки направлений нормали каждой точки.

Когда центры маркеров двух частей системы ориентиров, установленной на человеке, были определены, вычисляют центр декартовой системы координат, привязанной к нижней зубной дуге и к верхней зубной дуге.

Системы представлены относительно пространства движения пациента и могут выдавать данные, относящиеся к движению между ними.

Благодаря алгоритму, реализуемому в настоящем изобретении, измеряющему расстояния между двумя маркера в качестве опорного параметра, получают точность порядка единиц на тысячу.

Изобретение было описано лишь в неограничивающих иллюстративных целях, в соответствии с некоторыми предпочтительными вариантами реализации. Специалист в данной области техники может осуществить многочисленные другие варианты реализации и вариации, все из которых находятся в рамках объема охраны приложенной формулы изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Устройство (100) для отслеживания и записи движений челюсти человека, содержащее:

- 5 - систему ориентиров (1), содержащую две части (10, 20) для прикрепления к верхней (S) и нижней (I) зубным дугам человека соответственно, каждая часть содержит маркеры (18, 28), расположенные перед лицом;
- излучатель инфракрасного света (40);
- видеокамеру (50), чувствительную к инфракрасному свету, выполненную с
- 10 возможностью захвата кадра места съемки, включающего по меньшей мере указанную систему ориентиров (1); и
- компьютеризированную систему (60), соединенную с излучателем (40) и с видеокамерой (50);

при этом указанный излучатель (40) выполнен с возможностью излучения в

15 направлении человека в области, которая включает по меньшей мере систему ориентиров (1), лучей инфракрасного света, которые создают узор из световых точек на освещаемых поверхностях, причем видеокамера (50) выполнена с возможностью записи с заданной частотой спроецированных изображений вышеуказанного узора из световых точек по меньшей мере на маркерах (18, 28) системы ориентиров (1), и

20 при этом указанная компьютеризированная система (60) содержит:

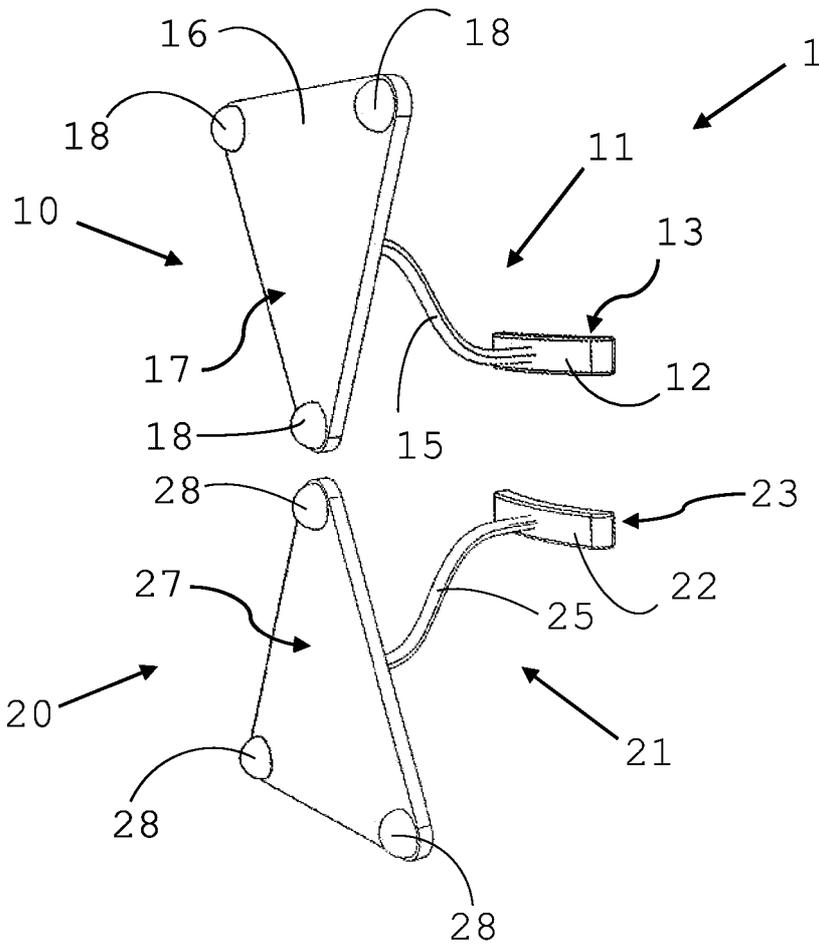
- блок обработки, выполненный с возможностью приема изображений, полученных инфракрасной видеокамерой, и вычисления для каждого изображения расстояния по меньшей мере световых точек, находящихся на поверхности маркеров (18, 28), относительно заранее определенной точки с
- 25 известными координатами посредством сравнения изображения проецируемого узора с изображением эталонного узора;

- блок хранения для хранения по меньшей мере изображений, захваченных видеокамерой, и данных, вычисленных блоком обработки.
2. Устройство (100) по п. 1, в котором создание лучей инфракрасного света имеет псевдослучайный характер.
 - 5 3. Устройство (100) по п. 1 или п. 2, в котором каждая часть (10, 20) системы ориентиров содержит три полусферических маркера.
 4. Устройство (100) по любому из предыдущих пунктов, в котором маркеры (18, 28) имеют внешнюю поверхность, состоящую из или покрытую отражающим материалом.
 - 10 5. Устройство (100) по любому из предыдущих пунктов, в котором маркеры (18, 28) установлены на жесткой опоре (16, 26) и расположены в вершинах равнобедренного треугольника, расположенного так, что его высота по существу вертикальна.
 6. Устройство (100) по предыдущему пункту, в котором когда система ориентиров
15 (1) установлена на человеке, вершина, противоположная основанию, треугольника нижней части (20) обращена вверх, тогда как вершина, противоположная основанию, верхней части (10) системы ориентиров (1) обращена вниз.
 7. Устройство (100) по п. 5 или 6, в котором опоры (16, 26) и относительные маркеры (18, 28) верхней и нижней частей идентичны по форме и размеру.
 - 20 8. Устройство (100) по любому из пп. 5-7, в котором указанная опора (16, 26) содержит пластину, выполненную из непрозрачного материала или материала однородного цвета.
 9. Устройство по любому из пп. 5-8, в котором каждая из указанных опор (16, 26) установлена на жестком опорном элементе (11, 21), который может быть
25 непосредственно прикреплен к верхней или нижней зубной дуге соответственно.
 10. Устройство по п. 9, в котором указанный опорный элемент (11, 21) содержит

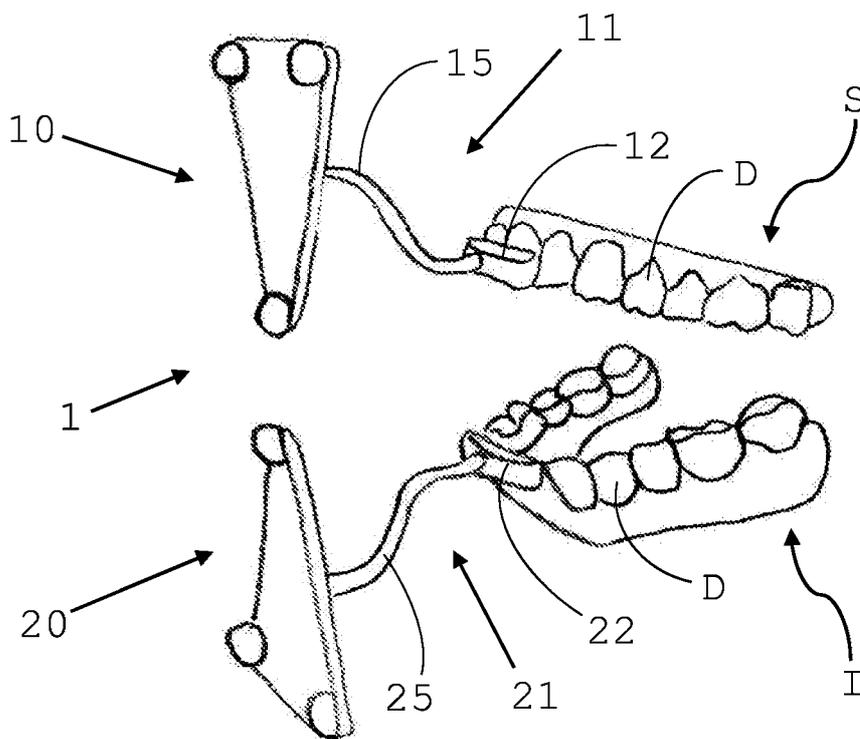
крепежную пластину (12, 22) для прикрепления к зубам с помощью адгезива или механических средств, и стержень (15, 25), который проходит из крепежной пластины (12, 22) и несет опору (16, 26) на конце.

11. Способ для отслеживания и записи движений челюсти человека, включающий по меньшей мере следующие этапы:

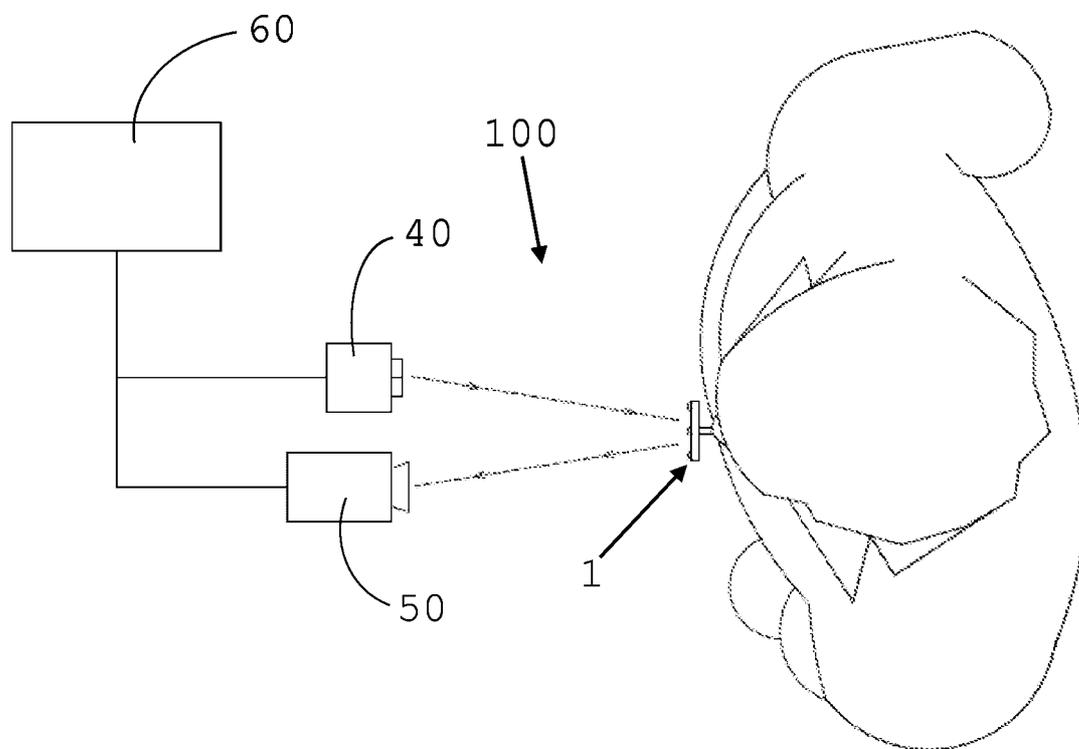
- обеспечение по меньшей мере одного излучателя инфракрасного света (40) и по меньшей мере одной видеокамеры (50), чувствительной к длинам волн инфракрасного спектра;
- обеспечение системы ориентиров (1), содержащей две части (10, 20), причем каждая часть содержит маркеры (18, 28);
- крепление двух частей (10, 20) системы ориентиров (1) к верхней и нижней зубным дугам человека соответственно таким образом, чтобы маркеры (18, 28) располагались перед лицом;
- расположение человека перед видеокамерой (50) и излучателем инфракрасного света (40);
- излучение в направлении лица человека лучей инфракрасного света, способных формировать узор из световых точек, и одновременную запись с определенной частотой изображений места съемки, которое включает по меньшей мере систему ориентиров (1) или все лицо человека, на которое спроецирован узор из световых точек;
- обработку изображений, полученных в реальном времени, с помощью компьютеризированной системы, выполненной с возможностью сравнения каждого изображения с изображением эталонного узора и вычисления расстояния по меньшей мере световых точек, спроецированных на поверхность маркеров (18, 28), относительно заранее определенной точки с известными координатами.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3