РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11) **2 401 063** (13) **C2**

(51) МПК
A61B 5/103 (2006.01)
G06T 17/00 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: **2007112780/14, 05.09.2005**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
05.09.2005

(30) Конвенционный приоритет:
06.09.2004 FR 0409384

(43) Дата публикации заявки: **27.10.2008**

(45) Опубликовано: **10.10.2010** Бюл. № **28**

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **US 2004068337, 08.04.2004. WO 03017206 A1, 27.02.2003. US 5871018 A, 16.02.1999. RU 2000107874 A, 20.01.2002. RU 2189174 C1, 20.09.2002.**

(85) Дата перевода заявки PCT на национальную фазу: **06.04.2007**

(86) Заявка PCT:
FR 2005/002200 (05.09.2005)

(87) Публикация PCT:
WO 2006/027490 (16.03.2006)

Адрес для переписки:
129090, Москва, ул. Б.Спасская, 25, стр.3, ООО "Юридическая фирма Городисский и Партнеры", пат.пов. Ю.Д.Кузнецову, рег.№ 595

(72) Автор(ы):
КРО Франсуа (FR),
ФУЛЛАНА Жозе-Мария (FR)

(73) Патентообладатель(и):
ЛАБОРАТУАР ИННОТЕРА, (CAC) (FR)

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПОЛНОГО ТРЕХМЕРНОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ КОНЕЧНОСТИ ПАЦИЕНТА ПРИ УМЕНЬШЕННОМ ЧИСЛЕ ИЗМЕРЕНИЙ ЭТОЙ КОНЕЧНОСТИ

(57) Реферат:

Изобретение относится к медицинской технике, а именно к средствам снятия морфологических данных с конечности пациента. Устройство содержит средство запоминания первого файла данных, содержащего координаты (x_0, y_0, z_0) первой сетки точек, представляющих морфологические характеристики эталонной конечности, указанные точки распределены в трехмерном пространстве по поверхности эталонной конечности вдоль последовательности контуров, определенных на различных последовательных отметках (Z) конечности, средства для снятия измерений, содержащих одно измерение высоты (H) и множество измерений окружности (b, c, g), снятых на различных заданных участках измерений (zb, zc, zg), средство воспроизведения морфологии, обеспечивающее

RU 2401063 C2

RU 2401063 C2

пересчет координат первой сетки точек из первого файла данных в зависимости от измерения высоты (H) и измерений окружности (b, c, g), для формирования и запоминания второго файла данных, содержащего координаты (x, y, z) второй сетки точек, представляющих морфологические характеристики конечности пациента. Использование изобретения позволяет снизить число измерений, снимаемых с конечности. 8 з.п. ф-лы, 4 ил.

RU 2401063 C2

RU 2401063 C2

RUSSIAN FEDERATION

FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(19) **RU** (11) **2 401 063** (13) **C2**

(51) Int. Cl.
A61B 5/103 (2006.01)
G06T 17/00 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: **2007112780/14, 05.09.2005**

(24) Effective date for property rights:
05.09.2005

(30) Priority:
06.09.2004 FR 0409384

(43) Application published: **27.10.2008**

(45) Date of publication: **10.10.2010 Bull. 28**

(85) Commencement of national phase: **06.04.2007**

(86) PCT application:
FR 2005/002200 (05.09.2005)

(87) PCT publication:
WO 2006/027490 (16.03.2006)

Mail address:
129090, Moskva, ul. B.Spasskaja, 25, str.3, OOO "Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery", pat.pov. Ju.D.Kuznetsovu, reg.№ 595

(72) Inventor(s):
KRO Fransua (FR),
FULLANA Zhoze-Marija (FR)

(73) Proprietor(s):
LABORATUAR INNOTERA, (SAS) (FR)

RU 2401063 C2

(54) COMPLETE THREE-DIMENSIONAL EXTREMITY IMAGE FORMING APPARATUS IN REDUCED NUMBER OF EXTREMITY MEASUREMENTS

(57) Abstract:

FIELD: medicine.

SUBSTANCE: apparatus contains a save unit of the first data file containing the coordinates (x_0, y_0, z_0) of the first point grid representing morphological characteristics of a reference extremity, specified points are distributed in a three-dimensional space over a surface of the reference extremity along a sequence of the contours specified on various consecutive marks (Z) of the extremity, a readout unit of the measurements containing one height measurement (H) and set of circle measurements (b, c, g) read on various preset measurement segments (zb, zc, zg), a morphology reproduction unit used to recalculate the coordinates of the first point grid from the first data file considering height measurement (H) and circle measurements (b, c, g), to form and save the second data file containing the coordinates (x, y, z) of the second point grid representing morphological characteristics of the extremity.

EFFECT: reduced number of the readout measurements.

9 cl, 4 dwg

RU 2401063 C2

Область техники

Настоящее изобретение касается снятия морфологических данных с конечности пациента.

Точнее оно касается устройства формирования полного трехмерного изображения конечности пациента при уменьшенном числе измерений, снятых с этой конечности.

Уровень техники

Устройство преимущественно может быть использовано для выбора компрессионных ортопедических приспособлений, то есть таких ортопедических приспособлений, как чулки, носки, колготы и т.д., предназначенных для сдавливания участков конечности под действием сил упругости эластичных нитей, обеспечивая позитивное сдавливание конечности.

Обычным показанием для данного типа ортопедических приспособлений является венозная недостаточность нижних конечностей.

Одна из трудностей, особенно с ортопедическими приспособлениями самых компрессионных классов, для консультанта (фармацевта или ортопеда) состоит в выборе размера и класса ортопедического приспособления, наилучшим образом подходящего для патологии пациента, то есть обеспечивающего по всей длине конечности не слишком слабую и не слишком сильную компрессию. Действительно, помимо изготовления чулка по мерке специалист должен выбрать подходящий размер из существующих размерных рядов, давления которых, прикладываемые различными категориями этих рядов, определены относительно профиля, а форма и размеры которого нормализованы («модель Hohenstein»).

Выдача размера ортопедического приспособления осуществляется на практике посредством снятия мерки с ноги пациента на различных высотах, например два периметрических измерения на лодыжке и на икре или бедре и одно измерение высоты от земли до колена или от земли до промежности. Исходя из этих измерений фармацевт или ортопед определяет по таблице или по шкале размер, наиболее подходящий пациенту. Этот способ не дает консультанту истинного представления о профиле давления, которое будет действительно приложено к ноге. Итак, неподходящее ортопедическое приспособление может выражаться локально в некоторых зонах, где достигается избыточная или, наоборот, недостаточная компрессия. Разумеется, существуют инструменты, позволяющие по полному трехмерному изображению конечности в форме сетки точек смоделировать значения компрессионных давлений, которые могут производиться данным ортопедическим приспособлением, зная размерные и реологические характеристики ортопедического приспособления. Такой инструмент описан в документе FR-A-2 852 421 (Laboratoires Innothera), от 17 сентября 2004 («Устройство помощи в выборе компрессионного ортопедического приспособления и в его адаптации к морфологии конечности»), где раскрыты средства, осуществленные посредством программного обеспечения и позволяющие специалисту оценить адаптацию ортопедического приспособления или ортопедического приспособления такого размера к морфологии ноги конкретного пациента, чтобы иметь возможность правильно выбрать ортопедическое приспособление, которое способно обеспечить пациенту оптимальный терапевтический эффект.

Однако этот инструмент требует наличия полного репрезентативного файла данных морфологических характеристик конечности пациента в виде сетки из нескольких сотен точек, распределенных по поверхности конечности. Получение такого файла требует выполнения очень точной картографии конечности, например,

посредством установки лазерного плетизмографа, например, раскрытого в документах FR-A-2 774 276 и FR-A-2 804 595 (Innothera Topic International). В указанных документах раскрыты лабораторные инструменты, применение которых в рамках аптечной лаборатории или кабинете ортопеда невозможно. Разумеется, были предложены различные более простые устройства для разработки полной картографии конечности, но высокая стоимость и строгие условия применения не позволили обеспечить широкое распространение среди консультантов, потенциально способных их использовать.

Краткое изложение существа изобретения

Технической задачей настоящего изобретения является создание устройства, позволяющего при небольшом числе измерений, снятых с конечности (например, одно измерение высоты и три измерения окружности), построить трехмерное изображение конечности пациента в виде полной сетки точек, т.е. изображение, которое могло бы быть подвергнуто любой требуемой информационной обработке, отображению, моделированию компрессии и обеспечивало бы помощь при выборе размера и типа соответствующего ортопедического приспособления, причем это устройство могло бы легко использоваться консультантом при использовании микрокомпьютера с соответствующим программным обеспечением. Другой задачей изобретения является создание на базе этого устройства и статистических данных библиотеки морфотипов, то есть моделей типичных конечностей. Эта библиотека морфотипов позволит, например, в рамках клинического исследования множества пациентов, определить, хорошо ли приспособлена существующая сетка различных размеров одного изделия к большинству пациентов этого множества, или же, наоборот, ряд различных размеров был бы наилучшим образом подобран в соответствии с требованиями наибольшего числа пациентов. Поставленная задача решена путем создания устройства, содержащего средства, известные сами по себе, для снятия измерений с конечности пациента, включающих в себя одно измерение высоты и множество измерений окружности, снятых на различных заранее определенных отметках.

Согласно изобретению предусмотрены средства для запоминания первого файла данных, содержащего координаты первой репрезентативной сетки точек морфологических характеристик эталонной конечности, эти точки распределены в трехмерном пространстве по поверхности эталонной конечности вдоль последовательности контуров, определенных на различных последовательных отметках этой конечности. Также предусмотрены средства, воспроизводящие морфологию, обеспечивающие пересчет координат первой сетки точек в зависимости от измерения высоты и измерений окружности, чтобы создать и запомнить второй файл данных, содержащий координаты второй репрезентативной сетки точек морфологических характеристик конечности пациента. Координаты точек содержат координату высоты и первый файл данных, содержащий данные об эталонной высоте. Средства, воспроизводящие морфологию, являются преимущественно средствами, способными пересчитать координату отметки каждой точки сетки, посредством применения к этой координате функции преобразования параметра в зависимости от эталонной высоты и от измеренной высоты, а именно функции параметрического пропорционального перераспределения, определяемой отношением между измеренной высотой и эталонной высотой.

Координаты точек содержат декартовы или полярные координаты, определяющие положение точки на контуре, расположенном на данной отметке. Средства, воспроизводящие морфологию, преимущественно являются средствами, способными

пересчитать координаты положения каждой точки сетки, путем применения к этим координатам функции трансформации, определенной вышеупомянутыми измерениями окружности.

В этом случае возможно пересчитать координаты положения каждой точки сетки, расположенные на отметке, равной заранее определенным отметкам измерения, применяя к этим координатам положения функцию трансформации, определенную локальной деформацией измеряемого контура на вышеупомянутой отметке по отношению к контуру эталонной конечности на той же отметке, эта локальная деформация, в частности, определяется из разности между измерением окружности на требуемой отметке и величиной окружности контура эталонной конечности на той же отметке. Что касается точек сетки, расположенных на промежуточной отметке между заранее определенными отметками, их координаты положения могут быть пересчитаны интерполяцией между пересчитанными координатами положения каждой точки сетки, расположенными на заранее определенных отметках измерения, например линейной интерполяцией или многочленной интерполяцией второго порядка.

Краткое описание чертежей

В дальнейшем изобретение поясняется предпочтительным примером воплощения устройства, со ссылками на приложенные чертежи, на которых:

Фиг.1 изображает различные элементы устройства для построения трехмерного изображения конечности пациента согласно изобретению;

Фиг.2 - схему измерений для моделирования ноги пациента согласно изобретению;

Фиг.3 - схему трансформации данных эталонной конечности в данные конечности пациента согласно изобретению;

Фиг.4 - эффект последовательных трансформаций, позволяющий перейти от эталонной конечности к конечности пациента, конечность видна спереди на верхней половине чертежа и в три четверти сзади на нижней половине этого же чертежа.

Описание предпочтительных вариантов воплощения изобретения

На Фиг.1 представлены в общем виде различные средства, обеспечивающие возможность применения данного изобретения.

Первый этап состоит в формировании файла данных для получения полностью трехмерного изображения эталонной конечности. Это изображение разработано и получено в лаборатории на типовом объекте, или на модели эталонной ноги, например «ноги Hohenstein». Например, можно использовать для этой цели установку 10, известную из документов FR-A-2 774 276 и FR-A-2 804 595, и представляют собой лазерный плетизмограф, позволяющий составить очень точную картографию конечности 12 объекта 14 вдоль последовательных сечений этой конечности. Плетизмограф 10 содержит обод с датчиками 16, позволяющий посредством триангуляции анализировать форму сечения ноги, размещенной в центральной части обода. Обод может поступательно перемещаться вдоль линейной оси 18 вдоль всей длины конечности 12, последовательными шагами, для измерений в разных сечениях. Сигналы измерения, а также положения круговой оси и линейной оси, передаются в устройство 20, позволяющее реконструировать исходя из этой информации трехмерное изображение ноги в виде файла репрезентативных данных морфологии эталонной конечности. Этот файл в дальнейшем может быть загружен в микрокомпьютер 22 фармацевта или ортопеда - консультанта.

Трехмерное изображение показано на фиг.2. Оно имеет вид файла данных, соответствующего сетке 24 точек, определенных для последовательности сечений 26,

расположенных на последовательных отметках Z. Эти данные соответствуют, например, положению точек 28, определенных их отметкой Z и их декартовыми (x, y) или полярными (r, θ) координатами относительно системы координат Ox, Oy. Начало системы координат в направлении оси z соответствует Z=0 на земле, чтобы получить абсолютно вертикальную опорную линию.

После того, как файл данных, соответствующий эталонной конечности, создан и загружен в микрокомпьютер специалиста консультанта, он может осуществлять снятие измерений с конечностей разных пациентов, которые пришли на консультацию.

Снятие измерений включает в себя, например, четыре измерения: одно измерение высоты H и три измерения b, c и g окружности, снятые на заранее определенных отметках: лодыжке, икре и верхе бедра, в соответствии со «стандартом Hohenstein», определяющим топографию точек измерения, в случае необходимости можно предусмотреть два дополнительных измерения d и f у колена и внизу бедра. Преимущественно можно использовать для снятия мерок устройство, описанное в документе WO-A-00/44282 (Innothera Topic International), которое содержит устройство 30, имеющее коробку 32, форма которой обеспечивает легкость удержания в руке, т.е. вогнутую часть 34 на одном из концов, предназначенную для приложения к измеряемой ноге. Мерная лента 36 установлена на автоматическом наматывающем устройстве, которое содержит средства 38, 40 блокировки, позволяющие образовать с мерной лентой и вогнутой поверхностью переменный контур окружности вокруг конечности. Измерение периметра, определенного размером этой петли, передается встроенным в коробку 32 кодером. Нажимная кнопка 42 позволяет подтвердить измерение и запомнить его в микрокомпьютере 22. Также предусмотрена нажимная кнопка 44, соответствующая измерению высоты промежности, снятому посредством мерной ленты 36 или другим способом, например ультразвуковой телеметрической системой.

Различные измерения осуществляются и подтверждаются нажатием на нажимные кнопки. Когда эта операция осуществлена, микрокомпьютер 22 консультанта содержит, с одной стороны, полностью трехмерное изображение эталонной конечности и, с другой стороны, требуется небольшое количество измерений, снятых с конечности данного пациента, в описанном примере - четыре (H, b, c, g).

Следующий этап заключается в трансформации трехмерного изображения эталонной конечности, в зависимости от измерений, снятых с конечности пациента, чтобы привести к новому полностью трехмерному изображению, которое будет репрезентативным изображением конечности пациента.

Эта трансформация показана на фиг.3 и 4 (фиг.4 соответствует частному варианту применения). Эта трансформация осуществляется в две фазы. Первая фаза позволяет учесть измеренную высоту H для изменения сетки точек эталонной конечности посредством перераспределения точек этой сетки по высоте пропорциональным образом. Если H_0 значение высоты эталонной конечности и Z_{min} и Z_{max} крайние отметки сетки точек, трансформация выполняется посредством следующего алгоритма.

Вычисление коэффициента проецирования:

$dh = H/H_0$

Вычисление высот начала и конца:

$Z_{min} = dh\ Z_{min}$

$Z_{max} = dh\ Z_{max}$

Проецирование морфологии:

Для z = от Z_{min} до Z_{max}:

Для координаты x:

Поиск локальных границ x_{sup} и x_{inf} в исходной морфологии. Интерполяция x между x_{sup} и x_{inf}.

Для координаты y:

Поиск локальных границ y_{sup} и y_{inf} в исходной морфологии. Интерполяция y между y_{sup} и y_{inf}.

На фиг.4 показаны виды 56 и 56' (соответственно спереди и в трех четвертях сзади) результата первого перераспределения, производимого над исходной эталонной конечностью 54 и 54' в зависимости от высоты промежности H, измеренной на пациенте.

Вторая фаза заключается в наложении на промежуточную сетку точек результата предыдущей трансформации измерений окружностей b, c и g.

В этой фазе промежуточная морфология изменяется при помощи функции деформации, обозначенной f. Она получена из локальных деформаций на отметках точек снятия измерений и распространена на другие отметки посредством линейной или многочленной интерполяции второго порядка с использованием алгоритма:

Вычисление локальных деформаций:

$f(g) = (g-g_0)/g_0$

$f(c) = (c-c_0)/c_0$

$f(b) = (b-b_0)/b_0$

Вычисление функции деформации:

f(z)

Вычисление окончательной морфологии:

$R(z) = [1+f(z)]r_0(z)$

$x = r(z) \cos\theta$

$x = r(z) \sin\theta$

На Фиг.4 показаны также виды в 58 и 58' (соответственно спереди и в трех четвертях сзади) результата второго перераспределения, производимого на промежуточном изображении 56, 56' в зависимости от измерений окружности b, c и g.

Таким образом получают полную сетку, дающую реалистичное полностью трехмерное изображение, для любого пациента, исходя только из очень небольшого числа снятых с него измерений. Это полностью трехмерное изображение затем может быть легко отображено на экране микрокомпьютера консультанта и использовано для моделирования компрессионных давлений, производимых таким или такого типа чулком, и помогает консультанту при выборе типа и размера чулка и т.д.

Выше изображение конечности пациента было реализовано из уникальной морфологии эталонной конечности. Однако, чтобы учесть изменение параметров возможных пациентов, можно использовать множество различных эталонных конечностей, соответствующих типовым морфологиям, таким как очень мускулистая нога, немускулистое бедро, отечность лодыжки, и т.д. Специалисту будет достаточно выбрать в качестве эталонной конечности морфотип, наиболее близкий к морфотипу пациента, остальные действия осуществляются идентичным образом.

Формула изобретения

1. Устройство для формирования полного трехмерного изображения конечности пациента, содержащее

средство запоминания первого файла данных, содержащего координаты (x_0, y_0, z_0)

первой сетки точек (24), представляющих морфологические характеристики эталонной конечности, указанные точки распределены в трехмерном пространстве по поверхности эталонной конечности вдоль последовательности контуров (26), определенных на различных последовательных отметках (Z) указанной конечности,

отличающееся тем, что устройство дополнительно содержит средства для снятия измерений, содержащих одно измерение высоты (H) и множество измерений окружности (b, c, g), снятых на различных заданных участках измерений (zb, zc, zg),

средство воспроизведения морфологии, обеспечивающее пересчет координат первой сетки точек из первого файла данных в зависимости от измерения высоты (H) и измерений окружности (b, c, g), для формирования и запоминания второго файла данных, содержащего координаты (x, y, z) второй сетки точек (52), представляющих морфологические характеристики конечности пациента.

2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что средство воспроизведения морфологии является средством, обеспечивающим пересчет координаты отметки (z) каждой точки сетки, причем координаты точек содержат координату (z) высоты, а первый файл данных содержит данные эталонной высоты (H_0), при этом при пересчете используется функция преобразования эталонной высоты (H_0) и измеренной высоты (H).

3. Устройство по п.2, отличающееся тем, что средство воспроизведения морфологии является средством, обеспечивающим пересчет координаты (z) каждой точки сетки, при этом при пересчете используется пропорциональная функция перераспределения, определяемая отношением (H/H_0) измеренной высоты к эталонной высоте.

4. Устройство по п.1, отличающееся тем, что координаты точек содержат декартовы (x, y) или полярные (r, θ) координаты, определяющие положение точки на контуре (26), расположенном на данной высоте в точке z, при этом средство воспроизведения морфологии является средством, обеспечивающим пересчет координат положения каждой точки сетки, посредством применения к этим координатам функции трансформации определенной измеренными величинами окружности (b, c, g).

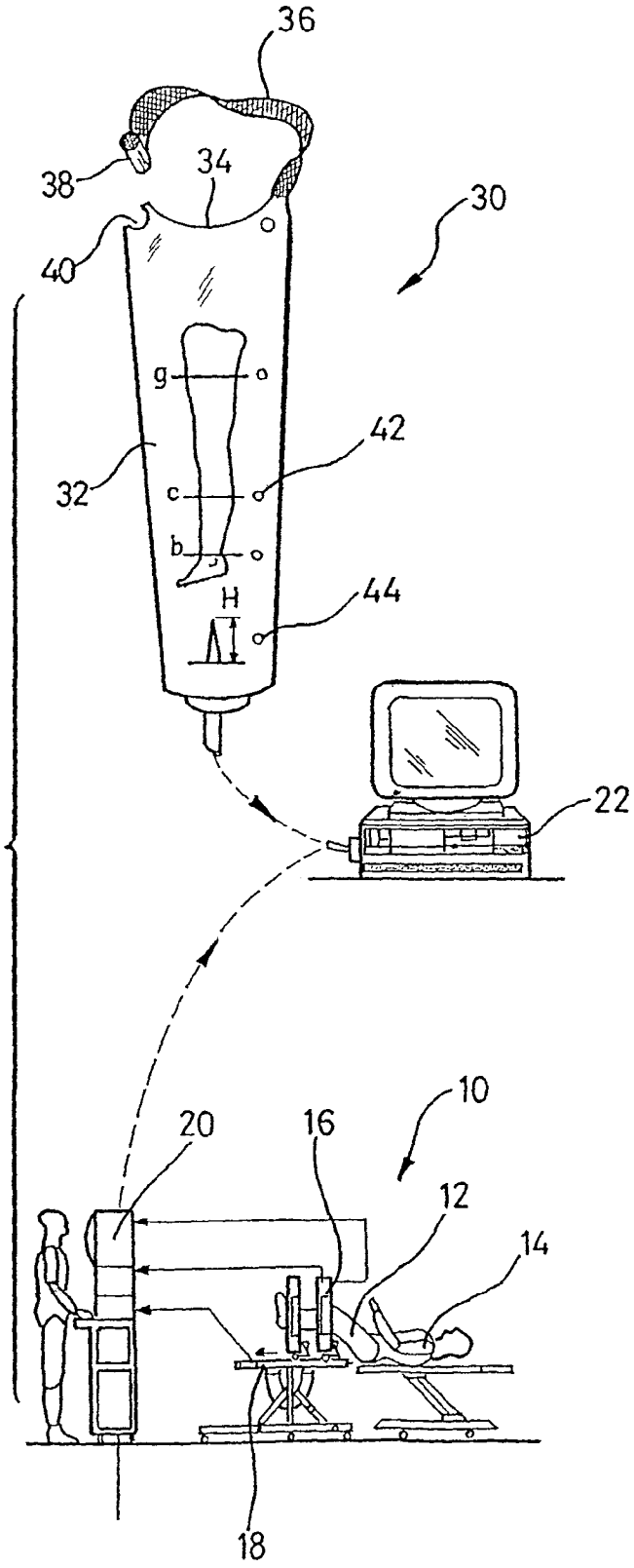
5. Устройство по п.4, отличающееся тем, что средство воспроизведения морфологии является средством, обеспечивающим пересчет координат положения каждой точки сетки, расположенной на заданной отметке z, соответствующей предварительно измеренным координатам (zb, zc, zg), посредством применения к этим координатам функции трансформации, определяемой локальной деформацией измеряемого контура на заданной отметке относительно контура эталонной конечности на этой же отметке.

6. Устройство по п.5, отличающееся тем, что средство воспроизведения морфологии является средством определения локальной деформации из разности ($g-g_0$; $c-c_0$; $b-b_0$) между величиной окружности (g; c; b) на заданной отметке и величиной окружности (g_0; c_0; b_0) контура эталонной конечности на этой же отметке.

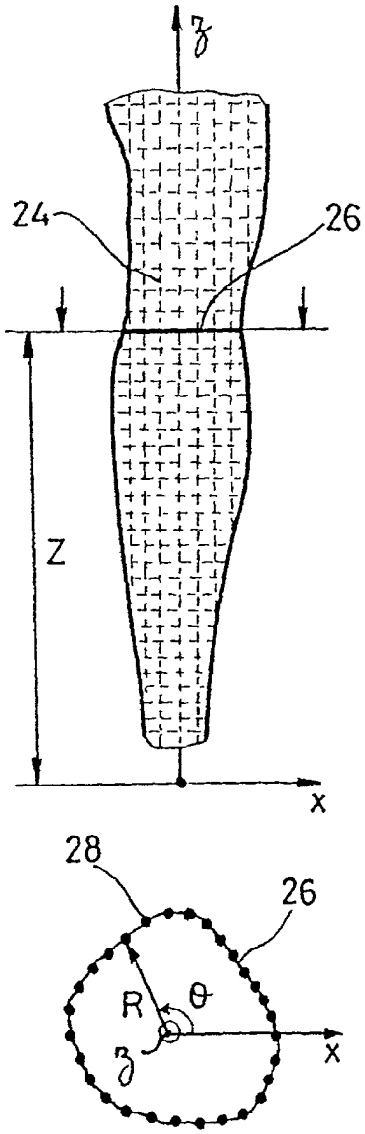
7. Устройство по п.5, отличающееся тем, что средство воспроизведения морфологии является средством пересчета координат положения точек z сетки, расположенных на промежуточной отметке между заданными отметками, посредством интерполяции между пересчитанными координатами положения точек сетки, расположенных на заданных отметках.

8. Устройство по п.7, отличающееся тем, что упомянутая интерполяция является линейной интерполяцией.

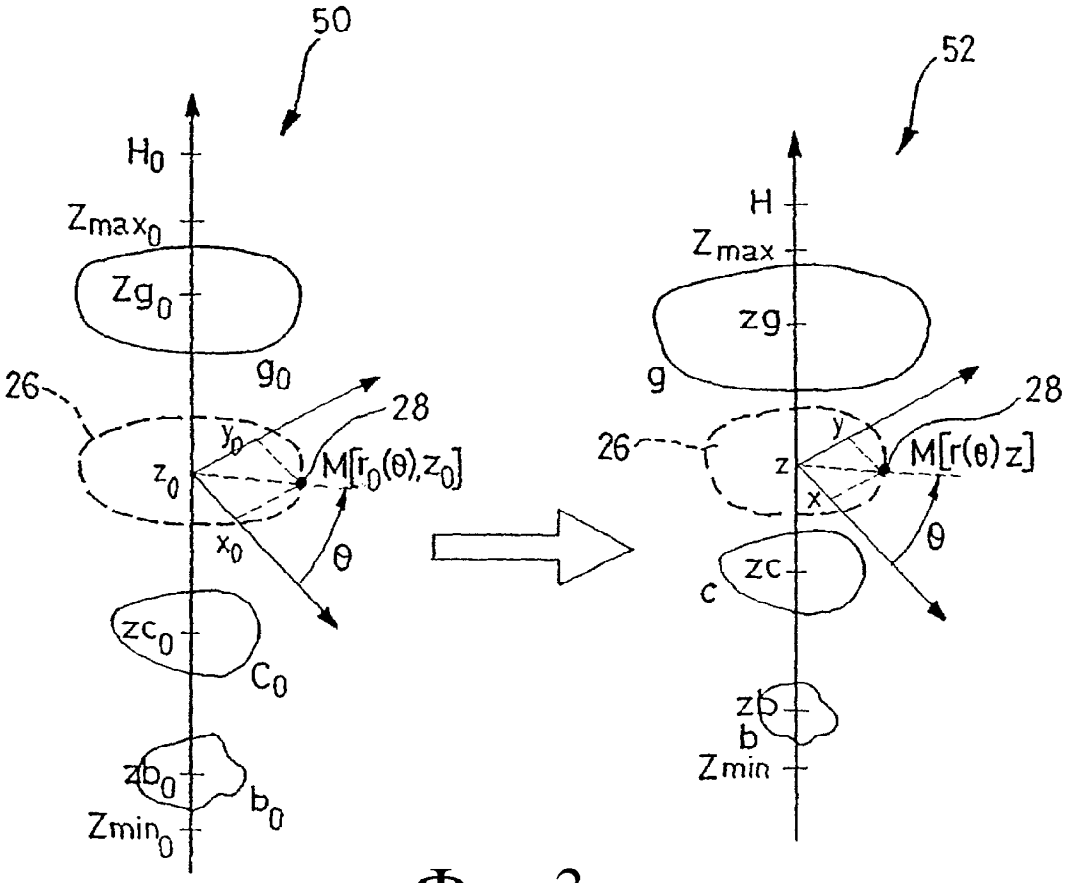
9. Устройство по п.7, отличающееся тем, что упомянутая интерполяция является многочленной интерполяцией второго порядка.



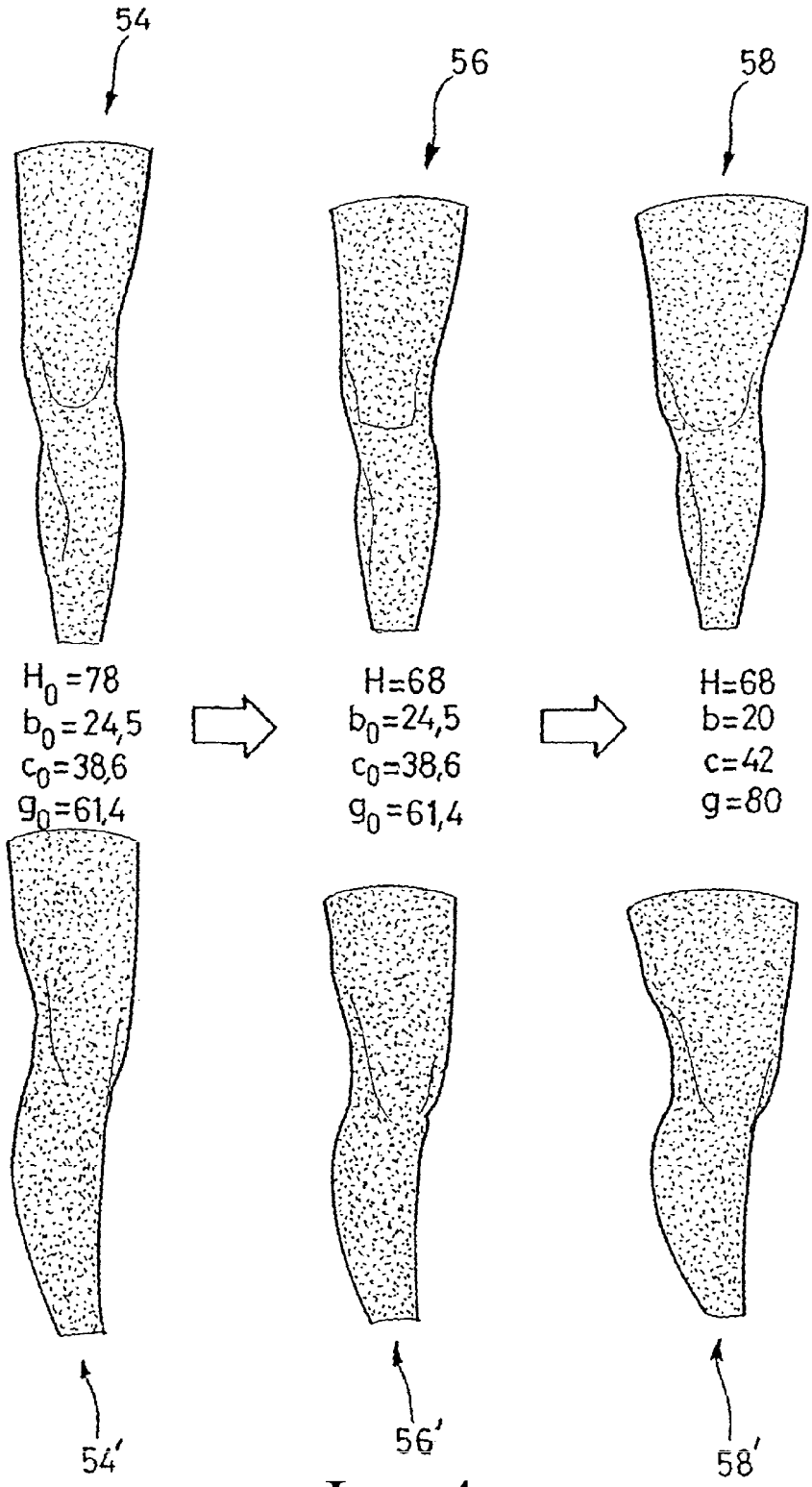
Фиг.1



Фиг.2


50
52
H0
Zmax0
Zg0
g0
26
28
y0
z0
M[r0(θ),z0]
x0
θ
zc0
C0
zb0
b0
Zmin0
H
Zmax
zg
g
26
28
y
z
M[r(θ)z]
x
θ
zc
c
zb
b
Zmin

Фиг.3


54
56
58
H0=78
b0=24,5
c0=38,6
g0=61,4
H=68
b0=24,5
c0=38,6
g0=61,4
H=68
b=20
c=42
g=80
54'
56'
58'

Фиг.4