



(51) МПК  
*A61B 6/03* (2006.01)  
*G06T 11/00* (2006.01)  
*G06T 5/50* (2006.01)

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(21)(22) Заявка: 2014107561/14, 02.07.2012

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
 02.07.2012

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:  
 28.07.2011 US 61/512,451

(43) Дата публикации заявки: 10.09.2015 Бюл. № 25

(45) Опубликовано: 20.10.2016 Бюл. № 29

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: WO 2011036624 A1, 31.03.2011; US 2004064038 A1, 01.04.2004. DE 102008048682 A1, 17.12.2009. SU 1581281 A1, 30.07.1990.

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на национальной фазе: 28.02.2014

(86) Заявка РСТ:  
 IB 2012/053346 (02.07.2012)

(87) Публикация заявки РСТ:  
 WO 2013/014554 (31.01.2013)

Адрес для переписки:

129090, Москва, ул. Б. Спасская, 25, строение 3,  
 ООО "Юридическая фирма Городисский и  
 Партнеры"

(72) Автор(ы):

КЕЛЕР Томас (NL)

(73) Патентообладатель(и):

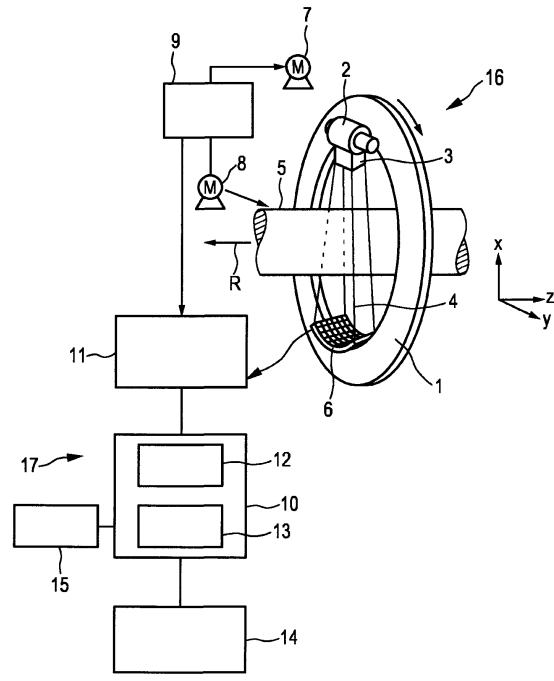
КОНИНКЛЕЙКЕ ФИЛИПС Н.В. (NL)

**(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ**

(57) Реферат:

Изобретения относятся к медицинской технике, а именно к средствам для формирования изображений. Устройство для формирования изображений объекта, обеспечивающее осуществление способа формирования изображений, содержит представляющий изображение блок для предоставления первого изображения объекта и второго изображения объекта, причем первое изображение имеет более низкий уровень шума, чем второе изображение, предоставляющий окно дисплея блок для предоставления окна дисплея, причем окно дисплея отражает диапазон значений изображения, предоставляемого на дисплее, и

объединяющий блок для формирования объединенного изображения посредством объединения первого изображения и второго изображения в зависимости от ширины окна предоставляемого окна дисплея. Носитель данных, на котором хранится компьютерная программа для формирования изображения объекта, причем компьютерная программа побуждает устройство для формирования изображений осуществлять этапы способа формирования изображений. Изобретения позволяют формировать изображения с меньшим уровнем шума. 3 н. и 12 з.п. ф-лы, 2 ил.



ФИГ. 1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.  
*A61B 6/03* (2006.01)  
*G06T 11/00* (2006.01)  
*G06T 5/50* (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2014107561/14, 02.07.2012**

(24) Effective date for property rights:  
**02.07.2012**

Priority:

(30) Convention priority:  
**28.07.2011 US 61/512,451**

(43) Application published: **10.09.2015** Bull. № **25**

(45) Date of publication: **20.10.2016** Bull. № **29**

(85) Commencement of national phase: **28.02.2014**

(86) PCT application:  
**IB 2012/053346 (02.07.2012)**

(87) PCT publication:  
**WO 2013/014554 (31.01.2013)**

Mail address:

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

(72) Inventor(s):  
**KELER Tomas (NL)**

(73) Proprietor(s):  
**KONINKLEJKE FILIPS N.V. (NL)**

(54) **IMAGE FORMING DEVICE**

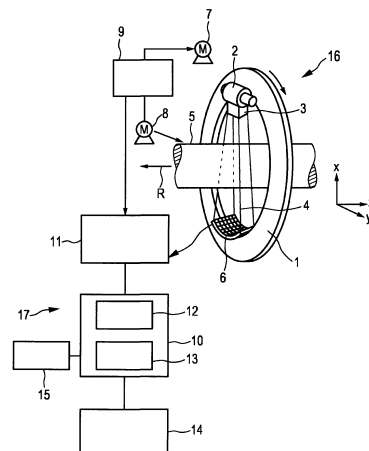
(57) Abstract:

FIELD: medical equipment.

SUBSTANCE: invention relates to medical equipment, namely to devices for forming images. Device for forming images of the object, providing the execution of method of generating images, contains image presenting unit for providing the first object image and the second object image, first image has a lower noise level, then the second image, unit providing a display window for providing display window, wherein display window reflects the range of values of the image, displayed on the display, and a merging unit for a combined image formation by integrating the first image and the second image depending on the width of the window provided by display window. Data carrier storing computer program for forming an image of the object, wherein computer program prompts the image forming device to carry out steps of the method of forming images.

EFFECT: invention enables to generate an image with lower noise level.

15 cl, 2 dwg



ФИГ. 1

C 2  
7  
9  
8  
6  
7  
2  
5  
9  
9  
8  
6  
7  
R U

R U  
2  
5  
9  
9  
8  
6  
7  
C 2

## ОБЛАСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Изобретение относится к устройству для формирования изображений, способу формирования изображений и компьютерной программе для формирования изображений для формирования изображения объекта.

### 5 ПРЕДПОСЫЛКИ ИЗОБРЕТЕНИЯ

В области компьютерной томографии, в целом, источник излучения вращают вокруг объекта, подлежащего визуализации, и излучение, испускаемое посредством источника излучения и проходящее через объект, обнаруживают посредством детектора для формирования проекционных данных для различных угловых положений источника излучения относительно объекта. Изображение объекта можно формировать из проекционных данных посредством использования алгоритма реконструирования. Например, используя алгоритм обратного проецирования с фильтрацией, можно реконструировать относительно шумное изображение, тогда как используя алгоритм итеративного реконструирования, можно реконструировать изображение, которое по существу не содержит шум. Относительно шумное изображение в целом не является желательным, и изображение, которое по существу не имеет шума, имеет нежелательный внешний вид. Например, оно может казаться нарисованным или плоским.

В публикации WO 2011/036624 A1 раскрыта система для формирования изображений для формирования изображения области, представляющей интерес, где первое изображение области, представляющей интерес, реконструируют по измеряемым данным посредством использования первого способа реконструирования и второе изображение области, представляющей интерес, реконструируют по измеряемым данным посредством использования второго способа реконструирования. Первые значения шума определяют для элементов первого изображения у первого изображения и вторые значения шума определяют для элементов второго изображения у второго изображения. Элементы первого изображения и элементы второго изображения объединяют в элементы объединенного изображения, формируя объединенное изображение, где элемент первого изображения из элементов первого изображения и соответствующий элемент второго изображения из элементов второго изображения объединяют, основываясь на первом значении шума, определяемом для элемента первого изображения, и втором значении шума, определяемом для элемента второго изображения.

В патентной заявке DE 102008048682 A1 раскрыта система компьютерной томографии, которая формирует два компьютерно-томографических изображения, т.е. первое компьютерно-томографическое изображение, формируемое посредством использования первого спектра рентгеновского излучения, и второе компьютерно-томографическое изображение, формируемое посредством использования второго спектра рентгеновского излучения. Первое и второе компьютерно-томографические изображения объединяют посредством использования взвешенной линейной комбинации, где веса линейной комбинации зависят от значений изображения и шума первого и второго компьютерно-томографических изображений.

### СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Цель настоящего изобретения состоит в том, чтобы предоставить устройство для формирования изображений, способ формирования изображений и компьютерную программу для формирования изображений для формирования изображения объекта, которые делают возможным формирование изображения, которое имеет улучшенное внешнее представление шума.

В первом аспекте настоящего изобретения представлено устройство для

формирования изображений для формирования изображения объекта, где устройство для формирования изображений содержит:

представляющий изображение блок для предоставления первого изображения объекта и второго изображения объекта, первое изображение имеет меньший уровень шума, чем второе изображение,

предоставляющий окно дисплея блок для предоставления окна дисплея, окно дисплея показывает диапазон значений изображения, представленного на дисплее, и

объединяющий блок для формирования объединенного изображения посредством объединения первого изображения и второго изображения в зависимости от ширины окна предоставленного окна дисплея.

Поскольку объединяющий блок генерирует объединенное изображение посредством объединения первого изображения и второго изображения в зависимости от ширины окна предоставляемого окна дисплея, можно учитывать влияние окна дисплея на внешнее представление шума. В частности, принимая во внимание первое изображение и второе изображение, которые имеют различные уровни шума, и предоставляемое окно дисплея, можно формировать объединенное изображение, которое имеет улучшенное внешнее представление шума.

Представляющий изображение блок может представлять собой накопительный блок, в котором первое и второе изображения объекта уже сохранены. Однако представляющий изображение блок также может представлять собой приемный блок для приема первого и второго изображений от реконструирующего блока системы визуализации, такого как система визуализации компьютерной томографии, система радиологической визуализации, система магнитно-резонансной визуализации, система ультразвуковой визуализации и так далее. Представляющий изображение блок также может представлять собой реконструирующий блок системы визуализации или комбинацию реконструирующего блока и регистрирующего блока для получения исходных данных, отражающих объект. Например, регистрирующий блок может представлять собой регистрирующий блок системы компьютерной томографии для получения проекционных данных.

Устройство для формирования изображений может представлять собой систему визуализации, где представляющий изображение блок формируют посредством регистрирующего блока для получения исходных данных, отражающих объект, и реконструирующего блока для реконструирования первого и второго изображений объекта по получаемым исходным данным. Однако аппарат для формирования изображений также может представлять собой обрабатывающий изображения компьютер для формирования объединенного изображения, основываясь на предоставленных первом и втором изображениях, где обрабатывающий изображения компьютер содержит по меньшей мере представляющий изображение блок, предоставляющий окно дисплея блок и объединяющий блок.

Предпочтительно, представляющий изображение блок адаптируют для того, чтобы предоставлять изображение, которое реконструировали по измеряемым исходным данным, которые отражают объект, посредством использования первого способа реконструирования, в качестве первого изображения, и изображение, которое реконструировали по измеряемым исходным данным посредством использования второго способа реконструирования, в качестве второго изображения. Кроме того, предпочтительно, чтобы первый способ реконструирования представлял собой способ итеративного реконструирования, а второй способ реконструирования представлял собой способ аналитического реконструирования. В частности, способ аналитического

реконструирования представлял собой способ реконструирования обратного проецирования с фильтрацией. Посредством использования способа итеративного реконструирования для реконструирования первого изображения можно реконструировать первое изображение, которое имеет уровень шума, по существу равный нулю. Однако изображение, которое имеет уровень шума, по существу равный нулю, может иметь нежелательный внешний вид. Например, оно может выглядеть нарисованным или плоским. В отличие от этого, если второе изображение реконструируют посредством использования способа аналитического реконструирования, в частности способа реконструирования обратного проецирования с фильтрацией, второе изображение может иметь относительно высокий уровень шума. Посредством использования первого и второго изображений, которые имеют такие различные уровни шума, можно формировать объединенное изображение, которое имеет желаемое внешнее представление шума для относительно большого диапазона возможных ширин окна для окон дисплея.

Окно дисплея отражает диапазон значений изображения, представленного на дисплее. Например, если изображения представляют собой компьютерно-томографические изображения, а значения изображения представляют собой значения Хаунсфилда, окно дисплея определяет диапазон значений Хаунсфилда, представленных на дисплее. Окно дисплея можно определять посредством уровня окна, отражающего значение изображения в центре окна дисплея, и посредством ширины окна, отражающей ширину окна дисплея, центрированного по уровню окна.

Предоставляющий окно дисплея блок предпочтительно адаптируют для того, чтобы позволить пользователю задавать желаемое окно дисплея, где объединяющий блок адаптируют для того, чтобы генерировать объединенное изображение в зависимости от ширины окна заданного окна дисплея. Формирование объединенного изображения предпочтительно осуществляют в реальном времени так, что при задавании, в частности, модификации, окна дисплея, в частности при задавании ширины окна, объединенное изображение повторно вычисляют и представляют на дисплее. Объединяющий блок можно адаптировать так, что объединенное изображение повторно вычисляют, только если ширину окна задают, в частности, модифицируют, независимо от возможной модификации уровня окна. В одном из вариантов осуществления предоставляющий окно дисплея блок содержит графический пользовательский интерфейс, который позволяет пользователю задавать окно дисплея, где предоставляющий окно дисплея блок адаптируют для того, чтобы предоставлять задаваемое окно дисплея. Например, графический пользовательский интерфейс может содержать один или несколько ползунков для того, чтобы позволять пользователю задавать окно дисплея. В частности, первый ползунок может быть предусмотрен для того, чтобы задавать уровень окна, а второй ползунок может быть предусмотрен для того, чтобы задавать ширину окна.

Предпочтительно, объединяющий блок адаптируют для того, чтобы определять первый вес для взвешивания первого изображения и второй вес для взвешивания второго изображения в зависимости от предоставляемого окна дисплея, чтобы взвешивать первое изображение с использованием первого веса и второе изображение с использованием второго веса и чтобы суммировать взвешенные первое и второе изображения. Это делает возможным, например, затухание второго изображения в первом изображении, или наоборот, относительно простым образом.

Предпочтительно, объединяющий блок адаптируют для того, чтобы объединять первое количество первого изображения со вторым количеством второго изображения, если окно дисплея является более узким, и для того, чтобы объединять третье количество

первого изображения с четвертым количеством второго изображения, если окно дисплея является более широким, где первое количество больше третьего количества, а второе количество меньше четвертого количества. Например, если первое изображение представляет собой итеративно реконструированное изображение, а второе изображение представляет собой изображение, которое реконструировали посредством использования способа реконструирования обратного проецирования с фильтрацией, для относительно узкого окна дисплея, только относительно малое количество второго изображения должно затухать в первом изображении, поскольку иначе шум будет доминировать слишком сильно. С другой стороны, для относительно широкого окна дисплея большее количество второго изображения должно затухать в первом изображении, поскольку иначе уровень шума будет слишком низким, что приведет к тому, что объединенное изображение имеет плоский внешний вид. Посредством объединения большего количества первого изображения с меньшим количеством второго изображения, если окно дисплея является более узким, и посредством объединения меньшего количества первого изображения с большим количеством второго изображения, если окно дисплея является более широким, можно формировать объединенное изображение, которое не имеет слишком сильно доминирующего шума и которое не имеет плоский внешний вид. Другими словами, можно формировать объединенное изображение, которое имеет желаемый шум, если для более узкого окна дисплея объединенное изображение содержит относительно малое количество второго изображения, и если для более широкого окна дисплея объединенное изображение содержит относительно большое количество второго изображения.

В одном из вариантов осуществления объединяющий блок адаптируют для того, чтобы объединять первое изображение и второе изображение так, что количество первого изображения снижается и количество второго изображения возрастает с увеличением ширины окна у окна дисплея. В частности, объединяющий блок можно адаптировать для того, чтобы объединять первое изображение и второе изображение так, что количество первого изображения монотонно снижается и количество второго изображения монотонно возрастает с увеличением ширины окна у окна дисплея. Снижение и увеличение может быть ограничено определенными областями ширины окна, которые можно определять посредством порогов ширины окна. Например, объединяющий блок можно адаптировать так, что количество первого изображения снижается и количество второго изображения возрастает с увеличением ширины окна у окна дисплея, только если ширина окна больше первой пороговой ширины окна и/или меньше второй пороговой ширины окна. Для определенных применений, таких как обзорные медицинские изображения областей тела, например, области головы или абдоминальной области, шум, возникающий на объединенном изображении, не должен быть меньше заданного порога шума. Следовательно, объединяющий блок можно адаптировать так, например, что ниже предварительно определяемого первого порога ширины окна, останавливают увеличение количества первого изображения, которое имеет более низкий уровень шума, и соответствующее уменьшение количества второго изображения, которое имеет более высокий уровень шума. Предварительно определяемые пороги ширины окна могут зависеть от применения. Например, для обзора области головы первый порог ширины окна может составлять 50 единиц Хаунсфилда, и для обзора абдоминальной области первый порог ширины окна может составлять приблизительно 200 единиц Хаунсфилда.

В дополнительном варианте осуществления объединяющий блок можно адаптировать для того, чтобы объединять первое изображение и второе изображение так, что

количество первого изображения снижается и количество второго изображения повышается с увеличением ширины окна у окна дисплея для ширин окна меньше третьей пороговой ширины окна, и для того, чтобы объединять первое изображение и второе изображение так, что количество первого изображения увеличивается и количество второго изображения уменьшается с увеличением ширины окна у окна дисплея для ширин окна, которые равны третьей пороговой ширине окна или превышают ее. Также в этом варианте осуществления увеличение и уменьшение можно ограничивать определенными областями ширины окна, которые можно определять посредством порогов ширины окна. Например, объединяющий блок можно адаптировать для того, чтобы объединять первое изображение и второе изображение так, что количество первого изображения снижается, и количество второго изображения возрастает с увеличением ширины окна у окна дисплея для ширин окна меньше третьей пороговой ширины окна и больше четвертой пороговой ширины окна, и/или для того, чтобы объединять первое изображение и второе изображение так, что количество первого изображения возрастает, и количество второго изображения снижается с увеличением ширины окна у окна дисплея для ширин окна, которые равны третьей пороговой ширине окна или больше нее и меньше пятой пороговой ширины окна. Поскольку количество первого изображения, которое вносит вклад в объединенное изображение, сначала снижается в первой области ширины окна и затем возрастает во второй области ширины окна с увеличением ширины окна, в первой области ширины окна возрастающая часть второго изображения, которое имеет более высокий уровень шума, вносит вклад в объединенное изображение, чтобы получить объединенное изображение, которое имеет желаемый шум. Однако, если ширина окна становится больше, т.е. если ширина окна находится в пределах второй области ширины окна, также на втором изображении шум может быть не виден более, и это может быть более важно для того, чтобы обеспечивать высокий контраст, который можно получать посредством использования большего количества первого изображения, которое имеет более низкий уровень шума. Таким образом, посредством сначала снижения количества первого изображения и затем повышения количества первого изображения, объединенное изображение, которое имеет желаемый шум, можно получать, где для относительно больших ширин окна комбинацию первого и второго изображений можно осуществлять так, что происходит улучшение контраста.

В дополнительном аспекте настоящего изобретения представлен способ формирования изображений для формирования изображения объекта, где способ формирования изображений включает:

предоставление первого изображения объекта и второго изображения объекта посредством представляющего изображение блока, первое изображение имеет более низкий уровень шума, чем второе изображение,

предоставление окна дисплея посредством предоставляющего окно дисплея блока, окно дисплея отражает диапазон значений изображения, представленного на дисплее, и

формирование объединенного изображения посредством объединения первого изображения и второго изображения в зависимости от ширины окна предоставляемого окна дисплея посредством объединяющего блока.

В дополнительном аспекте настоящего изобретения представлена компьютерная программа для формирования изображения объекта, где компьютерная программа содержит средство программного кода для побуждения устройства для формирования изображений, как определено в п.1 формулы, чтобы осуществлять этапы способа



формирования изображений, как определено в п.8 формулы, когда компьютерную программу запускают на компьютере, управляющем устройством для формирования изображений.

5 Следует понимать, что устройство для формирования изображений по п.1 формулы, способ формирования изображений по п.14 формулы и компьютерная программа по п.15 формулы имеют схожие и/или идентичные предпочтительные варианты осуществления, как определено в зависимых пунктах формулы изобретения.

10 Следует понимать, что предпочтительный вариант осуществления изобретения также может представлять собой какую-либо комбинацию зависимых пунктов формулы изобретения с соответствующим независимым пунктом формулы изобретения.

### **КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ**

На фиг.1 представлен схематически и в качестве примера вариант осуществления устройства для формирования изображений для формирования изображения объекта, и

15 на фиг.2 представлен схематически и в качестве примера вариант осуществления способа формирования изображений для формирования изображения объекта.

### **ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ВАРИАНТОВ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ**

На фиг.1 представлен схематически и в качестве примера вариант осуществления устройства для формирования изображений для формирования изображения объекта. 20 В этом варианте осуществления устройство для формирования изображений представляет собой устройство компьютерной томографии. Устройство 17 компьютерной томографии содержит портал 1, который способен вращаться вокруг оси вращения R, которая идет параллельно направлению z. Источник 2 излучения, который в этом варианте осуществления представляет собой рентгеновскую трубку, 25 устанавливают на портал 1. В источнике 2 излучения предусмотрен коллиматор 3, который формирует в этом варианте осуществления конический пучок 4 излучения из излучения, генерируемого источником 2 излучения. Излучение проходит через объект (не показано), такой как пациент, в исследуемой зоне 5, которая в этом варианте осуществления является цилиндрической. После прохождения через исследуемую зону 5 пучок 4 излучения падает на устройство 6 детектирования, которое содержит 30 двумерную обнаруживающую поверхность. Устройство 6 детектирования устанавливают на портал 1.

Устройство компьютерной томографии содержит два двигателя 7, 8. Портал 1 приводят в движение с предпочтительно постоянной, но корректируемой угловой 35 скоростью посредством двигателя 7. Двигатель 8 предусмотрен для смещения объекта, например пациента, которого располагают на столе пациента в исследуемой зоне 5, параллельно направлению оси вращения R или оси z. Двигателями 7, 8 управляет блок 9 управления, например, так, что источник 2 излучения и исследуемая зона 5 и, таким образом, объект внутри исследуемой зоны 5 двигаются относительно друг друга по 40 спиральной траектории. Однако также возможно, что объект или исследуемую зону 5 не перемещают, а вращают только источник 2 излучения, т.е. источник излучения перемещают по круговой траектории относительно объекта или исследуемой зоны 5. Кроме того, в другом варианте осуществления коллиматор 3 можно адаптировать для формирования пучка другой формы, в частности веерного пучка, и устройство 6 45 детектирования может содержать обнаруживающую поверхность, которой придают форму, соответствующую другой форме пучка, в частности веерному пучку.

Во время относительного движения источника 2 излучения и исследуемой зоны 5 устройство 6 детектирования генерирует измеряемые значения в зависимости от

излучения, падающего на обнаруживающую поверхность обнаруживающего устройства 6. Следовательно, источник 2 излучения, элементы для перемещения источника 2 излучения относительно исследуемой зоны 5, в частности, двигатели 7, 8, и портал 1 и устройство 6 детектирования формируют регистрирующий блок 16 для получения проекционных данных, которые представляют собой измеряемые исходные данные, которые отражают объект. Измеряемые исходные данные, т.е. в этом варианте осуществления проекционные данные, предоставляют в реконструирующий блок 11 для реконструирования изображения объекта по измеряемым исходным данным. Реконструирующий блок 11 адаптируют для того, чтобы реконструировать первое изображение по измеряемым исходным данным с использованием первого способа реконструирования и второе изображение по измеряемым исходным данным с использованием второго способа реконструирования. Следовательно, регистрирующий блок 16 и реконструирующий блок 11 можно рассматривать в качестве представляющего изображение блока для предоставления первого изображения объекта и второго изображения объекта.

В этом варианте осуществления реконструирующий блок 11 адаптируют для того, чтобы реконструировать первое изображение посредством использования способа итеративного реконструирования, и для того, чтобы реконструировать второе изображение посредством использования способа реконструирования обратного проецирования с фильтрацией. Итеративно реконструируемое первое изображение реконструируют так, что оно имеет относительно низкий уровень шума, в частности уровень шума, указывающий на по существу нулевой шум, тогда как второе изображение, которое реконструировали посредством использования способа реконструирования обратного проецирования с фильтрацией, содержит более высокий уровень шума.

Уровень шума можно описывать как степень случайной пространственной вариации свойств изображения, в частности как степень случайной пространственной вариации значений изображения. Например, уровень шума можно определять как шумовое колебание, например, как описано в статье «Image covariance and lesion detectability in direct fan-beam x-ray computed tomography» авторов A. Wunderlich и F. Noo, *Physics in Medicine and Biology*, том 53, страницы с 2471 до 2493 (2008), или уровень шума можно определять, как описано в статье «Automatic Estimation and Removal of Noise from Single Image» авторов C. Liu et al., *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, том 30, номер 2, страницы с 299 до 314 (2008). Предпочтительно, уровень шума определяют как квадратный корень шумовой вариации.

Устройство компьютерной томографии 17 дополнительно содержит блок 10 обработки изображений, который имеет предоставляющий окно дисплея блок 12 и объединяющий блок 13. Предоставляющий окно дисплея блок 12 адаптируют для того, чтобы предоставлять окно дисплея, которое отражает диапазон значений изображения, представленного на дисплее 14. Объединяющий блок 13 адаптируют для того, чтобы генерировать объединенное изображение посредством объединения первого изображения и второго изображения в зависимости от ширины окна предоставляемого окна дисплея.

Предоставляющий окно дисплея блок 12 содержит графический пользовательский интерфейс, который позволяет пользователю задавать окно дисплея, где предоставляющий окно дисплея блок 12 адаптируют для того, чтобы предоставлять заданное окно дисплея. Предпочтительно, графический пользовательский интерфейс содержит один или несколько ползунков для того, чтобы позволять пользователю

5 задавать окно дисплея. Например, первый ползунок может быть предусмотрен для того, чтобы задавать уровень окна и второй ползунок может быть предусмотрен для того, чтобы задавать ширину окна. В этом варианте осуществления окно дисплея определяет диапазон значений Хаунсфилда, представляемых на дисплее 14. Графический пользовательский интерфейс может взаимодействовать с блоком 15 ввода, таким как клавиатура или компьютерная мышь, для того, чтобы позволять пользователю задавать желаемое окно дисплея. Если пользователь модифицирует окно дисплея, формирование объединенного изображения можно осуществлять в реальном времени так, что с модификацией окна дисплея, в частности с модификацией ширины окна у окна дисплея, объединенное изображение повторно вычисляют и представляют на дисплее 14.

10 Объединяющий блок 13 предпочтительно адаптируют для того, чтобы определять первый вес для взвешивания первого изображения и второй вес для взвешивания второго изображения, в зависимости от предоставляемого окна дисплея, для того, чтобы взвешивать первое изображение с использованием первого веса и второе изображение с использованием второго веса, и для того, чтобы суммировать взвешенные первое и второе изображения. Кроме того, предпочтительно объединяющий блок 13 адаптируют для того, чтобы объединять большее количество первого изображения с меньшим количеством второго изображения, если окно дисплея меньше, и для того, чтобы объединять меньшее количество первого изображения с большим количеством второго изображения, если окно дисплея больше. Это обозначает, что объединяющий блок 13 можно адаптировать для того, чтобы объединять первое количество первого изображения со вторым количеством второго изображения, если окно дисплея является более узким, и для того, чтобы объединять третье количество первого изображения с четвертым количеством второго изображения, если окно дисплея является более широким, где первое количество больше третьего количества и второе количество меньше четвертого количества.

Например, если первое изображение представляет собой итеративно реконструированное изображение и второе изображение представляет собой изображение, которое реконструировали посредством использования способа реконструирования обратного проецирования с фильтрацией, для относительно узкого окна дисплея, только относительно малое количество второго изображения должно затухать на первом изображении, поскольку иначе шум становится слишком сильно доминирующим. С другой стороны, для относительно широкого окна дисплея большее количество второго изображения должно затухать в первом изображении, поскольку иначе уровень шума является настолько низким, что получаемое объединенное изображение имеет плоский внешний вид. Посредством объединения большего количества первого изображения с меньшим количеством второго изображения, если окно дисплея является более узким, и посредством объединения меньшего количества первого изображения с большим количеством второго изображения, если окно дисплея является более широким, можно формировать объединенное изображение, которое не имеет слишком сильно доминирующего шума, которое не имеет плоский внешний вид. Другими словами, можно формировать объединенное изображение, которое имеет желаемый уровень шума, если для более узкого окна дисплея объединенное изображение содержит относительно малое количество второго изображения, и если для более широкого окна дисплея объединенное изображение содержит относительно большое количество второго изображения.

Например, для узкого окна дисплея, которое имеет ширину окна приблизительно 150 единиц Хаунсфилда, затухание с использованием 40% второго изображения ведет

к слишком шумному изображению, тогда как затухание с использованием 20% второго изображения вызывает снижение качества изображения. Для большей ширины окна приблизительно 500 единиц Хаунсфилда затухание с использованием 20% второго изображения является недостаточным для того, чтобы создавать обыкновенный  
5 внешний вид, где объединенное изображение с затуханием с использованием 40% второго изображения выглядит хуже.

В одном из вариантов осуществления объединяющий блок 13 адаптируют для того, чтобы объединять первое изображение и второе изображение так, что количество  
10 первого изображения снижается и количество второго изображения повышается с увеличением ширины окна у окна дисплея. В частности, объединяющий блок 13 можно адаптировать для того, чтобы объединять первое изображение и второе изображение так, что количество первого изображения монотонно возрастает и количество второго изображения монотонно снижается с увеличением ширины окна у окна дисплея. Увеличение и снижение можно ограничивать определенными областями ширины окна,  
15 которые можно определять посредством порогов ширины окна. Например, объединяющий блок 13 можно адаптировать так, что количество первого изображения снижается и количество второго изображения возрастает с увеличением ширины окна у окна дисплея, только если ширина окна больше первой пороговой ширины окна и/или меньше второй пороговой ширины окна. Предварительно определяемые пороги  
20 ширины окна могут зависеть от применения. Например, для обзора области головы первый порог ширины окна может составлять приблизительно 50 единиц Хаунсфилда, и для обзора абдоминальной области первый порог ширины окна может составлять приблизительно 200 единиц Хаунсфилда.

В другом варианте осуществления объединяющий блок можно адаптировать для  
25 того, чтобы объединять первое изображение и второе изображение так, что количество первого изображения снижается и количество второго изображения возрастает с увеличением ширины окна у окна дисплея для ширин окна меньше третьей пороговой ширины окна, и для того, чтобы объединять первое изображение и второе изображение так, что количество первого изображения возрастает и количество второго изображения  
30 снижается с увеличением ширины окна у окна дисплея для ширин окна, равных третьей пороговой ширине окна или больше нее. Также в этом варианте осуществления увеличение и уменьшение можно ограничивать определенными областями ширины окна, которые можно определять посредством порогов ширины окна. Например, объединяющий блок можно адаптировать для того, чтобы объединять первое  
35 изображение и второе изображение так, что количество первого изображения снижается и количество второго изображения возрастает с увеличением ширины окна у окна дисплея для ширин окна меньше третьей пороговой ширины окна и больше четвертой пороговой ширины окна, и/или для того, чтобы объединять первое изображение и второе изображение так, что количество первого изображения возрастает и количество  
40 второго изображения снижается с увеличением ширины окна у окна дисплея для ширин окна, равных третьей пороговой ширине окна или больше нее, и меньше пятой пороговой ширины окна.

Объединенное изображение, формируемое посредством объединяющего блока 13, предоставляют на дисплей 14 для отображения объединенного изображения.  
45 Реконструирующим блоком 11 и блоком 10 обработки изображений можно управлять посредством блока 9 управления.

В следующем варианте осуществления способ формирования изображений для формирования изображения объекта описан в качестве примера со ссылкой на блок-

схему, представленную на фиг.2.

На этапе 101 первое изображение объекта и второе изображение объекта предоставляют посредством представляющего изображение блока, где первое изображение имеет более низкий уровень шума, чем второе изображение. В частности, проекционные данные получают посредством использования регистрирующего блока 16 и первое и второе изображения реконструируют посредством реконструирующего блока 11, где первое изображение реконструируют посредством использования способа итеративного реконструирования и второе изображение реконструируют посредством использования способа реконструирования обратного проецирования с фильтрацией.

На этапе 102 окно дисплея предоставляют посредством представляющего окно дисплея блока 12, где окно дисплея отражает диапазон значений изображения, представленного на дисплее 14. Например, предоставляющий окно дисплея блок 12 может предусматривать графический пользовательский интерфейс, который содержит, например, ползунок, который позволяет пользователю задавать желаемое окно дисплея, в частности желаемую ширину окна.

Объединяющий блок 13 объединяет первое изображение и второе изображение в зависимости от ширины окна предоставляемого окна дисплея на этапе 103. И на этапе 104 получаемое объединенное изображение представляют на дисплее 14.

Способы итеративного реконструирования можно использовать в качестве опции для того, чтобы снижать дозу рентгеновского излучения во время компьютерно-томографического сканирования. Например, уровень шума при сканированиях с низкой дозой можно снизить почти до нуля, используя итеративное реконструирование. Однако эти изображения имеют нежелательный внешний вид, в частности они кажутся нарисованными и/или плоскими. Следовательно, описанное выше устройство для формирования изображений позволяет корректировать количество второго изображения, в частности обратного проекционного изображения с фильтрацией, которое затухает в первом изображении, в частности в итеративно реконструированном изображении, согласно текущей настройке окна дисплея.

Способ итеративного реконструирования, например, представляет собой итерационный координатный способ спуска (ICD), как раскрыто, например, в статье «A three-dimensional statistical approach to improved image quality for multislice helical CT» авторами J.-В. Thibaut et al., Medical Physics 34 (11), страницы с 4526 до 4544 (2007). Однако также можно использовать другой способ итеративного реконструирования.

Несмотря на то, что в описанном выше варианте осуществления представляющий изображение блок представляет собой комбинацию регистрирующего блока и реконструирующего блока, в других вариантах осуществления представляющий изображение блок также может представлять собой, например, накопительный блок, в котором первое и второе изображения объекта уже сохранены, или приемный блок для приема первого и второго изображений из реконструирующего блока визуализирующего устройства, такого как устройство компьютерной томографической визуализации, устройство радионуклидной визуализации, устройство магнитно-резонансной визуализации, устройство ультразвуковой визуализации и так далее. Представляющий изображение блок также может представлять собой реконструирующий блок соответствующей системы визуализации.

Несмотря на то, что в описанном выше варианте осуществления устройство для формирования изображений представляет собой систему визуализации компьютерной томографии, устройство для формирования изображений также может представлять собой просто обрабатывающий изображения компьютер для формирования

объединенного изображения, основываясь на предоставленных первом и втором изображениях, где обрабатывающий изображения компьютер содержит по меньшей мере представляющий изображение блок, содержащий накопительный блок и/или приемный блок, предоставляющий окно дисплея блок и объединяющий блок.

5 Несмотря на то, что в описанном выше варианте осуществления второе изображение реконструируют по проекционным данным посредством использования алгоритма реконструирования обратным проецированием с фильтрацией, в других вариантах осуществления также другой способ аналитического реконструирования можно использовать для реконструирования второго изображения. Например, способ  
10 обратного проецирования с фильтрацией (BPF), как описано, например, в статье «Theory and algorithms for image reconstruction of chords and within regions of interest» авторами Y. Zou et al, Journal of the Optical Society of America A, том 22, номер 11, страницы с 2372 до 2384 (2005), можно использовать для реконструирования второго изображения.

Несмотря на то, что в описанных выше вариантах осуществления первое изображение  
15 реконструируют посредством использования способа итеративного реконструирования и второе изображение реконструируют посредством использования способа аналитического реконструирования, изображения, которые имеют различные уровни шума, также можно формировать посредством использования других способов. Например, можно предоставлять изображение, которое может быть реконструировано  
20 посредством использования способа обратного проецирования с фильтрацией, и в этом изображении можно понижать уровень шума посредством использования известного алгоритма понижения уровня шума так, что последующее изображение имеет более низкий уровень шума, чем изначально предоставляемое изображение. Изображение с пониженным уровнем шума затем можно рассматривать в качестве первого  
25 изображения, и начальное изображение можно рассматривать в качестве второго изображения. Для снижения уровня шума в изначально предоставленном изображении можно использовать известный алгоритм понижения уровня шума, такой как алгоритм понижения уровня шума, раскрытый в статье «An Optimized Blockwise Nonlocal Means Denoising Filter for 3-D Magnetic Resonance Images» авторами P. Coupe et al., IEEE  
30 Transactions on Medical Imaging, том 27, номер 4, страницы с 425 до 441 (2008), или можно использовать другой алгоритм понижения уровня шума.

Другие вариации в раскрытых вариантах осуществления могут понять и осуществлять специалисты в данной области при практическом осуществлении описываемого в заявке изобретения, изучив рисунки, раскрытие и приложенную формулу изобретения.

35 В формуле изобретения слово «содержит» не исключает другие элементы или этапы, а формы единственного числа не исключают множества.

Один блок или устройство может выполнять функции нескольких элементов, перечисленных в формуле изобретения. Сам факт того, что определенные средства перечислены во взаимно различных зависимых пунктах формулы изобретения, не  
40 указывает на то, что комбинация этих мер не может быть использована с пользой.

Вычисления, такие как реконструирование первого и второго изображений, и процедуру объединения для объединения первого и второго изображений, осуществляемую посредством одного или нескольких блоков или устройств, можно осуществлять посредством какого-либо другого числа блоков или устройств. Например,  
45 реконструирование, осуществляемое на этапе 101, и формирование объединенного изображения, осуществляемое на этапе 103, можно осуществлять посредством одного блока или посредством какого-либо другого числа различных блоков. Вычисления и/или управление устройством для формирования изображений в соответствии со способом

формирования изображений можно реализовать в виде средства программного кода компьютерной программы и/или в виде специализированного аппаратного обеспечения.

Компьютерную программу можно хранить/распространять в подходящей среде или носителе данных, такой как оптическая запоминающая среда или твердотельная среда, поставляемая вместе с или в качестве части другого аппаратного обеспечения, а также ее можно распространять в других формах, например, через интернет или другие проводные или беспроводные телекоммуникационные системы.

Любые ссылочные позиции в формуле изобретения не следует толковать в качестве ограничения объема.

10

#### Формула изобретения

1. Устройство для формирования изображений для формирования изображения объекта, при этом устройство (1) для формирования изображений содержит:

представляющий изображение блок (11, 16) для предоставления первого изображения объекта и второго изображения объекта, причем первое изображение имеет более низкий уровень шума, чем второе изображение,

предоставляющий окно дисплея блок (12) для предоставления окна дисплея, причем окно дисплея отражает диапазон значений изображения, представляемого на дисплее, и

объединяющий блок (13) для формирования объединенного изображения посредством объединения первого изображения и второго изображения в зависимости от ширины окна предоставляемого окна дисплея.

2. Устройство для формирования изображений по п. 1, в котором представляющий изображение блок (11, 16) адаптируют для того, чтобы предоставлять изображение, которое реконструировали по измеряемым исходным данным, отражающим объект, посредством использования первого способа реконструирования, в качестве первого изображения, и изображение, которое реконструировали по измеряемым исходным данным посредством использования второго способа реконструирования в качестве второго изображения.

3. Устройство для формирования изображений по п. 2, в котором первый способ реконструирования представляет собой способ итеративного реконструирования и второй способ реконструирования представляет собой способ аналитического реконструирования.

4. Устройство для формирования изображений по п. 1, в котором предоставляющий окно дисплея блок (12) содержит графический пользовательский интерфейс, который позволяет пользователю задавать окно дисплея, где предоставляющий окно дисплея блок адаптируют для того, чтобы предоставлять заданное окно дисплея.

5. Устройство для формирования изображений по п. 1, в котором объединяющий блок (13) адаптируют для того, чтобы:

определять первый вес для взвешивания первого изображения и второй вес для взвешивания второго изображения в зависимости от предоставляемого окна дисплея, взвешивать первое изображение с первым весом и второе изображение со вторым весом, и

суммировать взвешенные первое и второе изображения.

6. Устройство для формирования изображений по п. 1, в котором объединяющий блок (13) адаптируют для того, чтобы объединять первое количество первого изображения со вторым количеством второго изображения, если окно дисплея является более узким, и для того, чтобы объединять третье количество первого изображения с

четвертым количеством второго изображения, если окно дисплея является более широким, где первое количество больше третьего количества и второе количество меньше четвертого количества.

5 7. Устройство для формирования изображений по п. 6, в котором объединяющий блок (13) адаптируют для того, чтобы объединять первое изображение и второе изображение так, что количество первого изображения снижается и количество второго изображения возрастает с увеличением ширины окна у окна дисплея.

10 8. Устройство для формирования изображений по п. 7, в котором объединяющий блок (13) адаптируют для того, чтобы объединять первое изображение и второе изображение так, что количество первого изображения монотонно уменьшается и количество второго изображения монотонно возрастает с увеличением ширины окна у окна дисплея.

15 9. Устройство для формирования изображений по п. 7, в котором объединяющий блок (13) адаптируют так, что количество первого изображения уменьшается и количество второго изображения возрастает с увеличением ширины окна у окна дисплея, только если ширина окна больше первой пороговой ширины окна.

20 10. Устройство для формирования изображений по п. 7, в котором объединяющий блок (13) адаптируют так, что количество первого изображения уменьшается и количество второго изображения возрастает с увеличением ширины окна у окна дисплея, только если ширина окна меньше второй пороговой ширины окна.

25 11. Устройство для формирования изображений по п. 1, в котором объединяющий блок (13) адаптируют для того, чтобы объединять первое изображение и второе изображение так, что количество первого изображения уменьшается и количество второго изображения возрастает с увеличением ширины окна у окна дисплея для ширин окна меньше третьей пороговой ширины окна, и для того, чтобы объединять первое изображение и второе изображение так, что количество первого изображения возрастает и количество второго изображения уменьшается с увеличением ширины окна у окна дисплея для ширин окна, которые равны третьей пороговой ширине окна или больше нее.

30 12. Устройство для формирования изображений по п. 11, в котором объединяющий блок (13) адаптируют для того, чтобы объединять первое изображение и второе изображение так, что количество первого изображения уменьшается и количество второго изображения возрастает с увеличением ширины окна у окна дисплея для ширин окна меньше третьей пороговой ширины окна и больше четвертой пороговой ширины окна, и для того, чтобы объединять первое изображение и второе изображение так, что количество первого изображения возрастает и количество второго изображения уменьшается с увеличением ширины окна у окна дисплея для ширин окна, которые равны третьей пороговой ширине окна или больше нее.

40 13. Устройство для формирования изображений по п. 11, в котором объединяющий блок (13) адаптируют для того, чтобы объединять первое изображение и второе изображение так, что количество первого изображения уменьшается и количество второго изображения возрастает с увеличением ширины окна у окна дисплея для ширин окна меньше третьей пороговой ширины окна, и для того, чтобы объединять первое изображение и второе изображение так, что количество первого изображения возрастает и количество второго изображения уменьшается с увеличением ширины окна у окна дисплея для ширин окна, равных третьей пороговой ширине окна или больше нее и меньше пятой пороговой ширины окна.

14. Способ формирования изображений для формирования изображения объекта,



при этом способ формирования изображений содержит:

предоставление первого изображения объекта и второго изображения объекта посредством представляющего изображение блока, причем первое изображение имеет более низкий уровень шума, чем второе изображение,

5       предоставление окна дисплея посредством представляющего окно дисплея блока, причем окно дисплея отражает диапазон значений изображения, представленного на дисплее, и

10       формирование объединенного изображения посредством объединения первого изображения и второго изображения в зависимости от ширины окна предоставляемого окна дисплея посредством объединяющего блока.

15       15. Носитель данных, на котором хранится компьютерная программа для формирования изображения объекта, причем компьютерная программа побуждает устройство для формирования изображений по п. 1 осуществлять этапы способа формирования изображений по п. 14, когда компьютерную программу запускают на компьютере, управляющем устройством для формирования изображений.

20

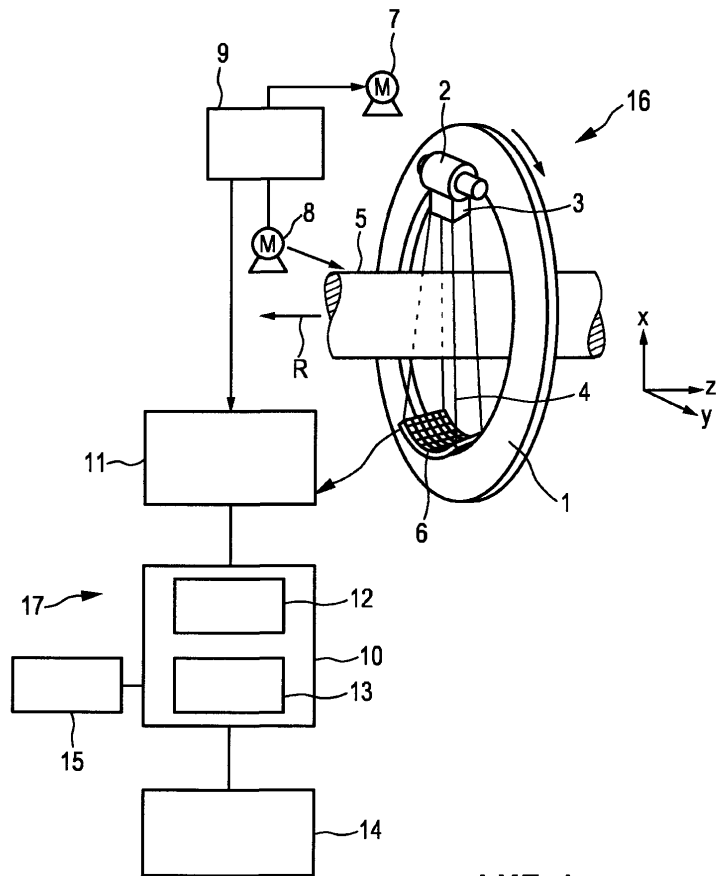
25

30

35

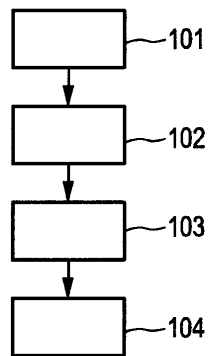
40

45



ФИГ. 1

2/2



ФИГ. 2