

(12) МЕЖДУНАРОДНАЯ ЗАЯВКА, ОПУБЛИКОВАННАЯ В СООТВЕТСТВИИ С
ДОГОВОРом О ПАТЕНТНОЙ КООПЕРАЦИИ (РСТ)

(19) Всемирная Организация
Интеллектуальной Собственности
Международное бюро



(10) Номер международной публикации
WO 2016/068742 A1

(43) Дата международной публикации
06 мая 2016 (06.05.2016)

WIPO | PCT

- (51) Международная патентная классификация:
H04W 64/00 (2009.01) *G01S 19/24* (2010.01)
- (21) Номер международной заявки: PCT/RU2014/000822
- (22) Дата международной подачи:
28 октября 2014 (28.10.2014)
- (25) Язык подачи: Русский
- (26) Язык публикации: Русский
- (71) Заявитель: **ИНВЕНСЕНС ИНТЕРНЭШНЛ, ИНК.**
(**INVENSENSE INTERNATIONAL, INC.**); 190, Элгин
Авеню, Джорджтаун, Гранд Кайман, KY1-9005,
George Town (KY).
- (72) Изобретатели: **БЕРКОВИЧ, Геннадий Михайлович**
(**BERKOVICH, Gennady Mihajlovich**); ул.
Кржижановского, 8/2-56, Москва, 117292, Moscow
(RU). **ПУРТО, Леонид Викторович** (**PURTO, Leonid**
Viktorovich); ул. Грузинский вал, 18/15-91, Москва,
123056, Moscow (RU). **СВИРИДЕНКО, Владимир**
Александрович (**SVIRIDENKO, Vladimir**

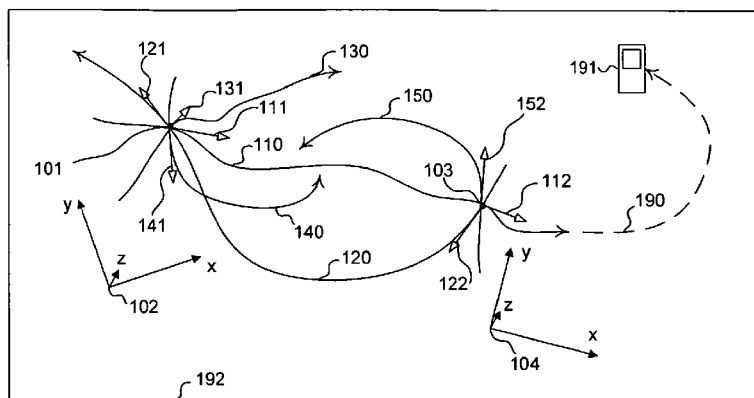
Aleksandrovich); ул. Старокачаловская, 18-11, Москва,
117628, Moscow (RU). **БУДНИК, Руслан**
Александрович (**BUDNIK, Ruslan Aleksandrovich**);
ул. Фортунатовская, 17-146, Москва, 105187, Moscow
(RU).

- (74) **Агенты: КОТЛОВ, Дмитрий Владимирович и др.**
(**KOTLOV, Dmitry Vladimirovich et al.**); ООО "Центр
интеллектуальной собственности "Сколково" ул.
Луговая, д. 4, офис 402.1, территория инновационного
центра "Сколково", Москва, 143026, Moscow (RU).
- (81) **Указанные государства** (если не указано иначе, для
каждого вида национальной охраны): AE, AG, AL, AM,
AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG,
MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM,
PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC,

[продолжение на следующей странице]

(54) Title: METHOD AND SYSTEM FOR INDOOR POSITIONING OF A MOBILE TERMINAL

(54) Название изобретения : СПОСОБ И СИСТЕМА ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ МОБИЛЬНОГО ТЕРМИНАЛА ВНУТРИ
ЗДАНИЙ



Фиг. 1

(57) **Abstract:** The present method and system can be used for indoor positioning where navigation satellite signals are unavailable. According to the method, features identifying the location of a mobile terminal in a defined position are determined on the basis of data received from at least one inertial and non-inertial sensor during the movement of at least one mobile terminal; the trajectory of movement of the above-mentioned mobile terminal in a local coordinate system associated with the above-mentioned position and also data from non-inertial sensors are defined and stored; statistically averaged conversion parameters of the local coordinate systems of the mobile terminal in positions defined during the movement of the terminal are generated; at least one map of the distribution of outputs from the non-inertial sensors is generated on the basis of the data obtained in the previous step; the position of the above-mentioned mobile terminal is defined on the basis of the data obtained in the previous step. The system consists of a plurality of mobile terminal sensors, a computer, a probability calculation module, a feature determination module, a set of data banks and a coordinate converter.

(57) Реферат:

[продолжение на следующей странице]



WO 2016/068742 A1



SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Указанные государства (если не указано иначе, для каждого вида региональной охраны): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), евразийский (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), европейский патент (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR,

HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Опубликована:

— с отчётом о международном поиске (статья 21.3)

Способ и система могут быть использованы для позиционирования внутри зданий, где недоступны сигналы навигационных спутников. Согласно способу выявляют признаки, идентифицирующие нахождение мобильного терминала в определенной позиции, на основании данных, полученных от, по крайней мере, одного инерциального и неинерциального сенсора во время перемещения, по крайней мере, одного мобильного терминала; определяют и сохраняют траекторию движения вышеупомянутого мобильного терминала в связанной с вышеупомянутой позицией локальной системе координат и данные с неинерциальных сенсоров; формируют статистически усредненные параметры преобразования локальных систем координат мобильного терминала в позициях, определенных во время перемещения терминала; формируют, по крайней мере, одну карту распределения выходных величин неинерциальных сенсоров на основании данных, полученных на предыдущем шаге; определяют позицию вышеуказанного мобильного терминала на основе данных, полученных на предыдущем шаге. Система состоит из множества сенсоров мобильного терминала, компьютера, модуля расчета вероятности, модуля выделения признаков, набора хранилищ данных и преобразователя координат.

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ

Изобретение относится к навигации, более конкретно, к навигации внутри зданий.

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

Позиционирование по сигналам навигационных спутников хорошо зарекомендовало себя на открытой местности, но оно практически неработоспособно в помещениях. Причина заключается в том, что спутниковый сигнал настолько сильно ослабляется после прохождения через стены и перекрытия зданий, что в большинстве случаев его уровень оказывается недостаточным для того, чтобы спутниковый приемник мог его принять. Даже в тех случаях, когда сигнал спутника ослабевает не столь заметно, он искажается отражениями от стен и других предметов внутри помещений (эффект многолучевого распространения радиоволн), что приводит к недопустимо большим ошибкам позиционирования.

В уровне техники известно техническое решение US6323807, «**Indoor Navigation with wearable passive sensors**», Mitsubishi Electric Research Laboratories, опубликовано 27.11.2001. В указанном решении описан способ позиционирования внутри помещений по альтернативным, не спутниковым источникам навигационных данных, согласно которому сначала составляется карта соответствия между позициями с известными координатами позиционируемого объекта, каковым может быть мобильный терминал, и собираемыми в этих позициях данными с неинерциальных сенсоров, затем в процессе дальнейшего движения аналогичные неинерциальные данные собираются в неизвестных позициях, сравниваются с данными, собранными в известных позициях, определяется известная позиция с данными, максимально близкими данным, собранным в неизвестной позиции, после чего неизвестная позиция мобильного терминала считается равной найденной известной позиции. Неинерциальные данные, собранные в моменты времени, когда позиция мобильного терминала была известна, совместно с информацией об этих позициях, образуют специальную карту или базу данных, отличающуюся от обычного плана помещения только спецификой картографируемых данных. Подобные карты в литературе принято называть “fingerprinting” (отпечатками). Данными с неинерциальных сенсоров в рассматриваемом методе могут считаться уровни сигнала Wi-Fi с обозреваемых мобильным терминалом точек доступа, показания магнитометра, изображение, получаемое с видеокамеры мобильного телефона и любые другие

доступные для мобильного устройства сведения, позволяющие прямо или косвенно идентифицировать местоположение пользователя. Для повышения точности позиционирования в описываемом способе также допускается использование данных с инерциальных датчиков по принципу навигационного счисления пути (англоязычный термин “Dead Reckoning”). Недостатком данного способа является необходимость полного картографирования помещения, что накладно и не всегда возможно. Другим недостатком данного способа является необходимость указывать во время тренинга координаты известных позиций, что требует использования иного, притом более высокоточного метода определения координат мобильного терминала в помещении.

Одновременно со способом позиционирования, в указанном техническом решении описывается позиционирующее устройство, состоящее из пассивных сенсоров мобильного терминала, переносного компьютера и модуля оценки вероятности соответствия неизвестной позиции одной из известных позиций. Система, описанная в данном техническом решении, наиболее близка к предлагаемой и выбрана в качестве прототипа.

Известно техническое решение, описанное в заявке WO2013038005, «**Method for localisation and mapping of pedestrians or robots using wireless access points**», Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., опубликовано 21.03.2013. В указанной заявке описан способ построения карты и последующего позиционирования в помещении с помощью качественного алгоритма Dead Reckoning, основанного на инерциальных датчиках и одомере. Достоинством этого метода является самостоятельное определение позиций во время сбора данных для картографирования. Недостатком описанного технического решения является использование специального оборудования в процессе сбора картографических данных, а также сама необходимость проведения картографических работ, затратная и не всегда возможная.

Известно техническое решение, описанное в заявке US20130293416A1, «**Apparatus and method for indoor positioning**», Texas Instruments Incorporated, опубликовано 07.11.2013. В указанной заявке описан способ построения карты и позиционирования в помещении, согласно которому известные позиции определяются до входа в помещение по спутниковым сигналам, затем при помощи инерциальных датчиков вычисляются позиции внутри помещения, для этих позиций в базу данных заносятся данные с неинерциальных сенсоров, после чего в процессе дальнейшего движения осуществляется вычисление координат мобильного терминала в неизвестной позиции методом сопоставления новых неинерциальных данных с данными в карте. Достоинством данного метода является полный автоматизм и возможность снятия карт без дополнительного

оборудования. Картографирование осуществляют люди в процессе повседневного движения. Теоретически данный метод, называемый в литературе “краудсорсингом”, позволяет картографировать все помещения, а не только отдельно взятые, где проведена специальная работа описанными выше способами. Недостатком данного подхода является деградация точности позиции, вычисленной по инерциальным датчикам, по мере движения мобильного терминала внутри помещения, а также отсутствие достаточной информации для оценки точности счисления пути по данным от инерциальных сенсоров. Как следствие, в карту попадает множество неинерциальных данных с неточно определёнными позициями, что затрудняет процесс картографирования и делает последующее позиционирование менее точным.

Известно техническое решение, описанное в заявке WO2013165391A1, «**Simultaneous localization and mapping using spatial and temporal coherence for indoor location**», Intel Corporation, опубликовано 07.11.2013. В данной заявке описан способ построения карты по фрагментам случайного хождения пользователей, образующим замкнутые траектории. Для детектирования самопересечения траектории (возврата в уже пройденную позицию в терминологии патента) ищутся моменты времени, когда новые данные от неинерциальных сенсоров (назовем их «неинерциальными» данными) в достаточной степени коррелированы с аналогичными данными, полученными некоторое время назад, также ищутся моменты времени, когда посчитанная с помощью данных от инерциальных сенсоров (назовем их далее «инерциальными данными») траектория пересекает сама себя либо содержит близко расположенные участки, и в случае совпадения моментов предполагаемого самопересечения, посчитанных по неинерциальным данным, с моментами, посчитанными по инерциальным данным, делается заключение о пригодности собранных навигационных данных для дальнейшего анализа. Этот анализ заключается в уточнении траектории, посчитанной с помощью инерциальных данных, в сопоставлении собранных таким образом треков и в связывании их в непрерывную карту путём совмещения тех участков треков, где наблюдались схожие неинерциальные данные. Достоинством данного подхода является более точное картографирование, достигаемое за счёт анализа и уточнения используемых навигационных данных. Другим достоинством метода является возможность картографирования крупных помещений, в которые невозможно быстро попасть извне (в частности, с улицы). Недостатком метода является чуть лучшая, но всё равно слабая защита от некачественных данных, а также нерешённый вопрос, каким образом определять и увязывать координаты картографированных данных. Зашумлённые картографированные данные с неточной привязкой к плану при сцеплении

их в единую карту приводят к нарастанию ошибки картографирования. Использование такой карты приводит к большим ошибкам позиционирования.

В указанной заявке также описано устройство позиционирования мобильного терминала, состоящее из набора компараторов, анализирующих изолированные потоки инерциальных и неинерциальных данных на предмет повторения одних и тех же или схожих значений, разнесенных на некоторый интервал времени, и детектирующее превышение схожести данных некоего порога.

Так же в уровне техники известно большое количество способов позиционирования мобильного терминала в помещении без привязки к координатам помещения. К таким способам относится, например, позиционирование по маякам Bluetooth Low Energy (BLE), тегам Near Field Communication (NFC), передатчикам Indoor Messaging System (IMES), двумерным матричным Quick Response (QR) кодам. В ряде случаев можно обойтись уже созданной инфраструктурой. Данные способы не требуют картографирования, что является их достоинством. При этом обеспечивается позиционирование лишь в отдельных областях помещения, что вкупе с низкой точностью позиционирования является недостатком подобных методов.

Задачей настоящего изобретения является предложение способа позиционирования мобильного терминала внутри зданий, а также системы для осуществления данного способа. Особенностью предлагаемого решения является отсутствие априорной информации перед началом позиционирования, такой, например, как карта распределения радио поля или магнитного поля в здании. Создание карт распределения параметров физических полей в помещении производится непосредственно в процессе предлагаемого способа позиционирования. Более того, в одной из реализаций предлагаемого способа даже не требуется наличие плана здания.

Технический результат, достигаемый в результате осуществления предлагаемого способа, заключается в предотвращении накопления ошибки картографирования по мере увязывания одних картографируемых данных с другими данными. Предотвращение накопления ошибки обеспечивается привязкой картографируемых данных к локальным системам координат, ассоциируемым с хорошо идентифицируемыми позициями, взаимное расположение которых определяется с большей точностью, чем взаимное расположение между остальными позициями. Большая точность определения взаимного расположения между хорошо идентифицируемыми позициями может быть достигнута за счёт статистического усреднения большого количества данных, собранных разными пользователями с помощью мобильных терминалов с инерциальными сенсорами разных типов. Дополнительным преимуществом является то, что при этом не предполагается доступность плана здания.

Достоинством предложенной системы является разграничение между локально картографированными фрагментами помещения, реализованное благодаря введению в состав системы хранилищ данных. Каждое из хранилищ однозначно связывается с хорошо идентифицируемой позицией и идентифицирующим её признаком либо с группой хорошо идентифицируемых позиций и признаков. Благодаря этому эффективно реализуется сбор данных от множества пользователей, перемещающихся по зданию с различными мобильными терминалами, поскольку данные от разных пользователей идентифицируются по уникальному признаку и попадают в соответствующие хранилища, после чего совместно участвуют в дальнейшей обработке. При этом уменьшаются вычислительные затраты при осуществлении предложенного способа.

В одном из вариантов реализации способ позиционирования мобильного терминала внутри зданий, включает следующие шаги: выявляют признаки, идентифицирующие нахождение мобильного терминала в определенной позиции, на основании данных,

полученных от, по крайней мере, одного инерциального и неинерциального сенсора во время перемещения, по крайней мере, одного мобильного терминала; определяют и сохраняют траекторию движения вышеупомянутого мобильного терминала в связанной с вышеупомянутой позицией локальной системе координат и данные с неинерциальных сенсоров; формируют статистически усредненные параметры преобразования локальных систем координат мобильного терминала в позициях, определенных во время перемещения терминала; формируют, по крайней мере, одну карту распределения выходных величин неинерциальных сенсоров на основании данных, полученных на предыдущем шаге; определяют позицию вышеуказанного мобильного терминала на основе данных, полученных на предыдущем шаге.

В некоторых вариантах реализации, при формировании статистически усредненных параметров преобразования локальных координат для различных пар признаков, выявленных в процессе перемещения, по крайней мере, одного терминала, определяют параметры преобразования локальной системы координат для позиций, соответствующих вышеуказанным признакам, при этом указанные действия повторяются один и более раз;

В некоторых вариантах реализации, формируют, по крайней мере, одну карту распределения выходных величин, при этом координаты позиций, оцененные в локальных системах координат, полученные в ходе перемещения, по крайней мере, одного терминала, пересчитывают в глобальную систему координат;

В некоторых вариантах реализации, дополнительно, вначале получают план здания, при этом пересчет локальных позиций в глобальные производят с учетом ограничений налагаемых планом;

В некоторых вариантах реализации, при выявлении более одного признака, идентифицирующего нахождение мобильного терминала в определенной позиции, дополнительно уточняют оценку позиции мобильного терминала.

В некоторых вариантах реализации, признак, идентифицирующий нахождение мобильного терминала в определенной позиции, представляет собой последовательность измерений за определенный интервал времени.

В некоторых вариантах реализации, количество локальных систем координат меньше числа выявленных признаков.

В некоторых вариантах реализации, для схожих признаков объединяют связанные с ними позиции в общую зону.

В некоторых вариантах реализации, оценку позиции осуществляют с помощью партикл-фильтра.

В некоторых вариантах реализации, мобильный терминал представляет собой устройство, способное снабжать информацией и перемещающееся вместе с пользователем.

В некоторых вариантах реализации, мобильный терминал представляет собой смартфон или планшетный компьютер, или ноутбук, или автомобильный навигатор.

В некоторых вариантах реализации, инерциальный сенсор представляет собой гироскоп или акселерометр

В некоторых вариантах реализации, неинерциальный сенсор представляет собой магнетометр или компас, или барометр, или видеосенсор, или микрофон или приёмник радиосигнала.

В некоторых вариантах реализации, данное изобретение может быть осуществлено в виде устройства позиционирования мобильного терминала внутри зданий, включающего: одно или более устройств обработки команд, одно или более устройств хранения данных, одну или более программ, где одна или более программ хранятся на одном или более устройстве хранения данных и исполняются на одном и более процессоре, причем одна или более программ включает следующие инструкции: выявляют признаки, идентифицирующие нахождение мобильного терминала в определенной позиции, на основании данных, полученных от, по крайней мере, одного инерциального и неинерциального сенсора во время перемещения, по крайней мере, одного мобильного терминала; определяют и сохраняют траекторию движения вышеупомянутого мобильного терминала в связанной с вышеупомянутой позицией локальной системе координат и данные с неинерциальных сенсоров; формируют статистически усредненные параметры преобразования локальных систем координат мобильного терминала в позиции, определенных во время перемещения терминала; формируют, по крайней мере, одну карту распределения выходных величин неинерциальных сенсоров на основании данных, полученных на предыдущем шаге; определяют позицию вышеуказанного мобильного терминала на основе данных, полученных на предыдущем шаге.

В некоторых вариантах реализации данное изобретение может быть осуществлено в виде системы позиционирования мобильного терминала внутри зданий, включающей: по крайней мере, одну компьютерную систему; по крайней мере, один преобразователь координат, соединенный с вышеуказанной компьютерной системой; одно и более хранилище данных, соединенное с, по крайней мере, одним преобразователем координат; по крайней мере, один модуль определения признаков,

соединенный с одним и более вышеуказанным хранилищем данных; один и более сенсор, соединённый вышеуказанной компьютерной системой и модулем определения признаков; модуль расчета вероятности нахождения данного устройства в определенной позиции, соединенный с вышеуказанной компьютерной системой.

В некоторых вариантах реализации системы, одно и более хранилище данных и по крайней мере, один преобразователь координат, располагаются на удаленном сервере или облачном ресурсе.

В некоторых вариантах реализации системы, связь между, по крайней мере, одной компьютерной системой и по крайней мере, одним модулем определения признаков осуществляется посредством беспроводной связи.

В некоторых вариантах реализации системы, связь между компонентами системы осуществляется посредством беспроводной связи;

ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

На фиг. 1 изображен процесс перемещения мобильного терминала 191 по непрерывной траектории 190 в подлежащем картографированию помещении 192. В моменты времени, когда мобильный терминал 191 с высокой достоверностью находился в неизвестных, но хорошо идентифицируемых позициях 101 и 103, определены направления его движения, а также фрагменты траектории до и после прохождения данных позиций. Во время одного из таких проходов мобильный терминал был перемещён по траектории 110 через позицию 101 в направлении 111, а затем в рамках этого же фрагмента траектории через позицию 103 в направлении 112. Во время другого прохода произошло перемещение мобильного терминала по траектории 120 сначала через позицию 103 в направлении 122, затем через позицию 101 в направлении 121. Во время ещё нескольких проходов мобильный терминал перемещали через позицию 101 по траектории 130 в направлении 131 и по траектории 140 в направлении 141. Данные фрагменты траектории не содержат прохода через позицию 103. Во время ещё одного прохода мобильный терминал переместили через позицию 103 по траектории 150 в направлении 152. Направления 111, 121, 131, 141, по которым перемещали мобильный терминал через позицию 101, а также траектории перемещения мобильного терминала 130, 140 описываются в локальной системе координат 102, связанной с позицией 101. Направления 112, 122, 152, по которым перемещали мобильный терминал через позицию 103, а также траектория перемещения мобильного терминала 150 описываются в локальной системе координат 104, связанной с позицией

103. Траектории 110 и 120 описываются как в системе координат 102, так и в системе координат 104.

Фиг. 2 поясняет процесс выделения признаков. Изображена траектория 220 движения мобильного терминала в помещении 221. Показаны позиции 207 и 208, относящиеся к ним системы координат, соответственно, 205 и 206, а также направления движения 209 и 210. Показана ось времени 200. Позиция 207 обозначена как идентифицируемая с высокой достоверностью неизвестная позиция P1 (202), а позиция 208 – как идентифицируемая с высокой достоверностью неизвестная позиция P2 (204). Мобильный терминал идентифицирует посещение позиции P1 в момент времени t_1 (211), а позиции P2 в момент времени t_2 (212). В эти моменты времени производится измерение признаков с выхода сенсоров мобильного терминала, соответственно $C(t_1)$, обозначенное как 201, и $C(t_2)$, обозначенное как 203. Фигурными скобками 213 и 214 показаны фрагменты траектории движения мобильного терминала в интервале времени, включающие момент обнаружения признака, то есть в моменты t_1 (211) и t_2 (212).

Фиг. 3 поясняет процесс преобразования локальных систем координат. Изображена траектория 301, по которой перемещается мобильный терминал. Показаны положения мобильного терминала в последовательные моменты времени. Соответствующие позиции обозначены как P1 (304) и P2 (305). Также показаны локальные (декартовы) системы координат 310 и 311, центры которых соответственно находятся в позициях P1 и P2. Оси системы координат 310 обозначены как x (312) и y (313), системы координат 311 обозначены как x' (314) и y' (315). Параметры переноса начала координат второй локальной системы относительно первой обозначены как a (320) и b (321), а угол поворота второй локальной системы относительно первой системы – как ϕ (323).

Фиг. 4 изображает блок схему системы позиционирования мобильного терминала внутри помещения. Система состоит из множества сенсоров мобильного терминала 401, компьютера 402 и модуля вычисления вероятности 403. Дополнительно в систему включены модуль формирования признаков 410, массив хранилищ данных 411 и преобразователь координат 412.

Фиг. 5 поясняет использование хранилищ данных в системе позиционирования мобильного терминала. Изображены фрагменты картографированного помещения в виде трёх областей: область 503 с локальной системой координат 502, связанной с хорошо идентифицируемой позицией 501, область 506 с локальной системой координат 505, связанной с хорошо идентифицируемой позицией 504, и область 509 с локальной системой координат 508, связанной с хорошо идентифицируемой позицией 507. Ориентация локальных систем координат 502, 505 и 508 может быть однозначно

определена в глобальной системе координат 510. Области 503, 506 и 509 определяют примерное разграничение между локально картографированными фрагментами помещения. При этом данные, относящиеся к локальной системе координат 502, помещены в хранилище 511, данные, относящиеся к локальной системе координат 505, помещены в хранилище 512, а данные, относящиеся к локальной системе координат 508, – в хранилище 513.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Данное изобретение в различных своих вариантах осуществления может быть выполнено в виде способа (в т.ч. реализуемого на компьютере), в виде системы, в виде устройства или машиночитаемого носителя, содержащего инструкции для выполнения вышеупомянутого способа.

В данном изобретении под устройством подразумевается компьютерное устройство, ЭВМ (электронно-вычислительная машина), ЧПУ (числовое программное управление), ПЛК (программируемый логический контроллер) и любые другие устройства, способные выполнять заданную, чётко определённую последовательность операций (действий, инструкций).

Под устройством обработки команд подразумевается электронный блок либо интегральная схема (микропроцессор), исполняющая машинные инструкции (программы).

Устройство обработки команд считывает и выполняет машинные инструкции (программы) с одного или более устройства хранения данных. В роли устройства хранения данных могут выступать, но, не ограничиваясь, жесткие диски (HDD), флеш-память, ПЗУ (постоянное запоминающее устройство), твердотельные накопители (SSD), оптические приводы.

Программа - последовательность инструкций, предназначенных для исполнения устройством управления вычислительной машины или устройством обработки команд.

Заявляемый способ позиционирования мобильного терминала внутри зданий и реализующая его система могут быть осуществлены описанным ниже образом.

В дальнейшем изложении под мобильным терминалом понимается любое устройство, которое может перемещаться вместе с пользователем, и которое способно снабжать пользователя информацией, в частности информацией о его позиции. Примером мобильного терминала могут служить такие устройства, как смартфоны, планшетные компьютеры, мобильные телефоны, ноутбуки, нетбуки, пешеходные и автомобильные навигаторы, трекеры и тому подобные. К ним также относятся устройства, носимые на

теле пользователя, среди которых можно указать “умные очки” (например, Google Glass), “умные часы” или smart watch (например, Samsung Galaxy Gear), устройства для спорта и фитнеса и другие.

Говоря о позиционировании внутри зданий, далее имеется в виду позиционирование во всех сооружениях, как искусственных, так и естественных, как наземных, так и подземных, где невозможно позиционирование по сигналам навигационных спутников из-за значительного затухания сигнала в стенах и перекрытиях здания.

Для решения поставленной задачи внутри предполагаемого для позиционирования здания производят серию перемещений как минимум одного мобильного терминала, во время которых инерциальные сенсоры мобильного терминала измеряют характеристики движения терминала, а неинерциальные сенсоры мобильного терминала измеряют физические характеристики среды внутри здания. Для примера, список сенсоров мобильного терминала может включать инерциальные датчики (например, гироскопы и акселерометры), датчик напряженности магнитного поля (магнетометр), компас, датчик давления (барометр), датчик изображения (камера), микрофон, сенсорный экран, телекоммуникационные и навигационные модули, такие как модули WiFi, BLE, NFC, 3G/LTE, GPS/GNSS и другие. Предполагается, что мобильный терминал укомплектован, по меньшей мере, частью указанных сенсоров и модулей, включая инерциальные (например, акселерометр и гироскоп) и неинерциальные (например, модуль WiFi, магнетометр и другие) сенсоры. Данное предположение не является ограничительным, так как, например, смартфоны и планшетные компьютеры обладают, как правило, полным набором указанных сенсоров.

Выходные сигналы указанных сенсоров и модулей подвергаются регистрации в процессе перемещений терминала. В случае инерциальных датчиков к ним могут относиться ускорения и угловые скорости, измеряемые соответственно акселерометрами и гироскопами. В случае неинерциальных датчиков к ним могут, например, относиться уровень сигнала (RSSI – Receiver Signal Strength Indicator) для наблюдаемых точек доступа WiFi, измеряемый модулем WiFi, три проекции вектора индукции магнитного поля, измеряемые магнетометром, и другие величины. Для последующего использования измеренные величины могут снабжаться метками времени (time stamp), которые хранятся вместе с указанными выходными величинами сенсоров. В качестве метки времени может быть использовано, например, внутреннее время процессора мобильного терминала.

На фиг. 1 изображен процесс перемещения мобильного терминала 191 по непрерывной траектории 190 в помещении 192. Исключительно для примера показан процесс перемещения одного мобильного терминала, хотя в общем случае в помещении может

одновременно перемещаться более одного мобильного терминала. При этом описание процесса позиционирования остается неизменным.

Для примера на фиг. 1 показано 5 проходов по 5 траекториям (110, 120, 130, 140 и 150), хотя количество проходов может быть другим. Во время одного из таких проходов мобильный терминал был перемещён по траектории 110 через позицию 101 в направлении 111, а затем в рамках этого же фрагмента траектории через позицию 103 в направлении 112. Во время другого прохода произошло перемещение мобильного терминала по траектории 120 сначала через позицию 103 в направлении 122, затем через позицию 101 в направлении 121. Во время ещё нескольких проходов мобильный терминал перемещали через позицию 101 по траектории 130 в направлении 131 и по траектории 140 в направлении 141. Данные фрагменты траектории не содержат прохода через позицию 103. Во время ещё одного прохода мобильный терминал переместили через позицию 103 по траектории 150 в направлении 151. Направления 111, 121, 131, 141, по которым перемещали мобильный терминал через позицию 101, а также траектории перемещения мобильного терминала 130, 140 описываются в локальной системе координат 102, связанной с позицией 101. Направления 112, 122, 152, по которым перемещали мобильный терминал через позицию 103, а также траектория перемещения мобильного терминала 150 описываются в локальной системе координат 104, связанной с позицией 103. Траектории 110 и 120 описываются как в системе координат 102, так и в системе координат 104.

Во время перемещений мобильного терминала по выходным сигналам неинерциальных сенсоров мобильного терминала выявляют признаки C_k , где k меняется в диапазоне от 1 до N , позволяющие с высокой вероятностью идентифицировать нахождение мобильного терминала в определённой позиции P_k , координаты которой в общем случае могут быть неизвестны. В дальнейшем исключительно для удобства изложения употребляется, например, следующее выражение: «нахождение мобильного терминала в позиции P_k ». Поскольку позиция P_k может быть идентифицирована с определённой точностью, приведенное выше выражение, а также ему подобные выражения, означает, что мобильный терминал в действительности находится в некоторой окрестности позиции P_k , причем радиус R окрестности зависит от точности определения хорошо идентифицируемой позиции. Конкретная величина R может меняться для разных приложений. Например, для случая некоторых геоинформационных сервисов (или Location-Based Services, LBS) величина R может составлять один метр или единицы метров. Для случая высокоточного позиционирования величина R может

составлять единицы дециметров или даже сантиметров. Дальнейшее описание предлагаемого способа применимо для любой точности позиционирования.

Признаки, позволяющие с высокой достоверностью определить нахождение мобильного терминала в определённом месте помещения, могут иметь естественное происхождение, но также могут формироваться искусственно. Также признаки могут быть скалярными, например, давление, измеряемое барометром, векторными, например, трехмерный вектор напряженности магнитного поля с выхода магнетометра, или матричными и даже последовательностями матриц, например, изображение или видео с выхода камеры. Кроме того, признак может представлять собой последовательность скалярных, векторных или матричных измерений за определенный интервал времени. К примеру, в ряде мест помещения 192 может наблюдаться значительное изменение вектора магнитной индукции. При этом вектор магнитной индукции при движении мобильного терминала 191 по траектории 190, проходящей через определенные позиции, будет выписывать строго определённую кривую, отличающуюся от аналогичных кривых, получаемых при движении мобильного терминала в других местах помещения либо в том же месте, но по другой траектории. Наблюдаемую в данном месте уникальную последовательность значений вектора магнитной индукции можно считать сигнатурой, однозначно указывающей на последовательное прохождение мобильным терминалом определенных позиций.

Другим примером сигнатуры, однозначно свидетельствующей о прохождении пользователем или иным подвижным объектом определённой части помещения, может быть получение уникальной последовательности данных с радиомаяка малого радиуса действия, например тега NFC. Еще одним примером может быть сигнал радиомаяка, работающего на основе технологии BLE, например, iBeacon. Идентификация нахождения мобильного терминала в определённой позиции может также обеспечиваться с помощью других позиционирующих радиомаяков, если они размещены в здании или вне него.

Фиксация определённого местоположения мобильного терминала также может быть обеспечена при помощи декодирования QR-кода, размещенного в виде метки в помещении и содержащего информацию о местоположении, или путем определения принадлежности изображения характерной части помещения. В обоих случаях изображения получают с помощью камеры мобильного терминала. Еще одним примером фиксации местоположения может быть ввод позиции пользователем посредством сенсорного экрана мобильного терминала.

Признаки, используемые для выявления разных хорошо идентифицируемых позиций в помещении, могут иметь различную физическую природу. Например, одна хорошо

идентифицируемая позиция в помещении может быть определена по уникальному вектору напряженности магнитного поля, а другая позиция – по сигналу NFC или по QR-коду.

Обнаружение выделяющихся признаков может быть реализовано на основе известных из литературы способов выявления признаков, изложенных, например, в главе 7 книги J. T. Tou, R. C. González “Pattern recognition principles”, Addison-Wesley, 1977.

Спустя определенное время после начала перемещения мобильного терминала (терминалов), будет выделено N признаков $C_1...C_N$, таких, что возникновение в данных с сенсоров признака C_k с высокой вероятностью идентифицирует нахождение мобильного терминала в позиции P_k , где $k=1...N$, а $N \geq 2$. При этом позиция P_k , в общем случае может быть неизвестной.

Продолжим рассмотрение примера перемещения мобильного терминала 191 в помещении 190. Всякий раз, когда мобильный терминал оказывается в позиции 101 или 103, с сенсоров мобильного терминала поступают данные, характеризующиеся соответствующим уникальным признаком. Данный признак не возникает при нахождении мобильного терминала в любом другом месте. На фиг. 1 исключительно для примера показаны только две хорошо идентифицируемые позиции 101 и 103, хотя в общем случае их количество N может быть больше, т.е. $N \geq 2$. В моменты времени, когда мобильный терминал 191 с высокой достоверностью находился в неизвестных, но хорошо идентифицируемых позициях 101 и 103, определены направления его движения, а также фрагменты траектории до и после прохождения данных позиций. Эти величины описываются в локальных системах координат, соответственно 102 и 104.

По мере перемещения мобильного терминала в помещении производят проверку измерений, поступающих с сенсоров мобильного терминала, на наличие в них одного из признаков $C_1 .. C_N$. Этот процесс показан на фиг. 2, где представлена траектория 220 перемещения мобильного терминала в помещении 221. Исключительно для примера рассмотрен случай $N=2$, при этом рассмотрение остается верным для общего случая $N > 2$.

При прохождении позиции 207 в момент времени t_1 (211) с сенсоров мобильного терминала поступает признак $C(t_1)$, обозначенный как 201. При прохождении позиции 208 в момент времени t_2 (212) с сенсоров мобильного терминала поступает признак $C(t_2)$, обозначенный как 203. Предположим для примера, что измеренный признак $C(t_1)$ в момент времени t_1 совпал с ранее выделенным признаком C_1 , а измеренный признак $C(t_2)$ в момент времени t_2 совпал с ранее выделенным признаком C_2 . Тогда можно сделать вывод, что позиция мобильного терминала 207 в момент времени t_1 совпадает с ранее

идентифицированной позицией P_1 (202), а позиция мобильного терминала 208 в момент времени t_2 совпадает с ранее идентифицированной позицией P_2 (204).

Далее по данным, получаемым с инерциальных сенсоров мобильного терминала, вычисляют фрагмент траектории движения мобильного терминала 213 и 214 в интервале времени, включающем момент обнаружения признака, соответственно t_1 и t_2 . Кроме того определяют направление движения мобильного терминала 209 и 210 в момент обнаружения признака, соответственно t_1 и t_2 . Перечисленные расчёты производят в локальной системе координат, соответственно 205 и 206 для позиций P_1 и P_2 . Затем рассчитанный фрагмент траектории, а также собранные в это время данные с неинерциальных сенсоров сохраняют в устройстве памяти.

В качестве примера локальной системы координат далее будет рассматриваться декартова система координат на плоскости, хотя рассмотрение может быть проведено как для трехмерного пространства, так и для другой системы координат, например, полярной или сферической. Центр локальной системы координат, связанной с хорошо идентифицируемой позицией, может быть расположен вблизи указанной позиции, а в частном случае, может совпадать с указанной позицией. Оси системы локальной системы координат направлены известным образом. Например, направление оси x локальной системы координат может совпадать с направлением вектора магнитной индукции в центре локальной системы координат.

Устройство памяти может быть расположено как на самом мобильном терминале, так и на удаленном сервере или облачном ресурсе. Последнее целесообразно, если в помещении одновременно перемещается и участвует в описываемом процессе позиционирования более одного мобильного терминала. В этом случае связь между мобильным терминалом и удаленной памятью реализуется с помощью беспроводной линии связи.

Возможны ситуации, когда хорошо идентифицируемые позиции находятся вблизи друг от друга. В этом случае нет необходимости связывать каждую позицию P_k с отдельной локальной системой координат. Такая ситуация отражена в одной из реализаций предлагаемого способа, в которой количество локальных систем координат может быть меньше N . Для того чтобы связать несколько позиций с общей для них локальной системой координат, выявляют схожесть признаков, и для похожих признаков объединяют несколько позиций P_k в общую зону. Например, в общую зону можно объединить все позиции вокруг конкретного маяка, к примеру, iBeacon с определенным идентификатором. Для этого примера признаками могут быть уровни сигнала указанного

маяка, измеренные в разных позициях, а критерий схожести признаков может заключаться в том, что уровень сигнала превышает некоторое заданное значение.

Продолжим описание работы предлагаемой системы. Для разных пар признаков C_i и C_j , $i \neq j$, из множества C_1, \dots, C_N , определяют параметры сдвига локальных систем координат мобильного терминала в позициях P_i и P_j , соответствующих выявленным признакам C_i и C_j . Вначале для выбранной пары обнаруженных признаков проверяется возможность вычисления траектории движения мобильного терминала между моментами времени, в которые произошло последовательное обнаружение сначала первого, а затем второго признака. Затем, если возможность подтверждена, вычисляют траекторию движения мобильного терминала на заданном интервале времени относительно некой исходной точки и определяют по полученным позициям параметры преобразования второй локальной системы координат относительно первой локальной системы координат.

Положим для определенности, что мобильный терминал находится в позиции P_1 в момент времени t_1 , а в позиции P_2 – в момент времени t_2 . Вычисление траектории между двумя последовательными точками P_1 и P_2 , пройденными в моменты времени соответственно t_1 и t_2 , может быть выполнено на основе известного алгоритма счисления пути (Dead Reckoning или DR) по инерциальным данным. Эта же задача может быть решена при помощи более подходящей для данной задачи разновидности этого алгоритма – счисления пути пешехода (Pedestrian Dead Reckoning или PDR).

Для примера рассмотрим вкратце вычисление фрагмента траектории на основе PDR для случая $N=2$. Возможность расчета траектории между точками P_1 и P_2 может быть определена исходя из разности $t_2 - t_1$, которая не должна быть больше некоторой допустимой величины, связанной с ошибкой расчета PDR или иной реализации DR. В простейшем виде, алгоритм последовательного расчета траектории на основе PDR выглядит следующим образом:

$$x_t = x_{t-1} + l_t \cos(\theta_t), \quad (1)$$

$$y_t = y_{t-1} + l_t \sin(\theta_t), \quad (2)$$

где t – время, которое, не уменьшая общности, можно положить целочисленным,

x_t и y_t – координаты мобильного терминала, рассчитанные в первой локальной системе координат (102),

l_t – длина шага,

θ_t – курс (направление движения) в локальной системе координат 102.

Расчет длины шага l_t может быть реализован на основе данных от акселерометров, а направление движения θ_t может быть определено на основе данных от магнитного

компыа и гироскопыа, как описано, например, в разделе 10 книги “Principles of GNSS, Inertial, and Multisensor Integrated Navigation Systems”, by P.D. Groves, Artech House, 2008.

Расчет на основе выражений (1) и (2) с момента времени $t = t_1$ и до момента времени $t = t_2$ позволяет выразить координаты локальной системы 206 в координатах локальной системы 205, т.е. найти параметры смещения системы 206 относительно системы 205. Координаты позиции P_1 в системе координат 205 обозначим (x_{t_1}, y_{t_1}) , а координаты позиции P_2 в той же системе координат - (x_{t_2}, y_{t_2}) .

Преобразование локальных систем координат поясняется на фиг. 3. В рассматриваемом примере преобразование локальных систем координат задается параметрами смещения начала второй системы координат относительно первой, соответственно a (320) и b (321), и углом поворота второй локальной системы относительно первой системы φ (322).

В общем случае параметры смещения можно выразить из известных соотношений, приведенных, например, в разделе 1.4 книги Vaisman I., “Analytical Geometry”, “World Scientific Publishing”, 1997:

$$a = x_{t_2} - x'_{t_2} \cos(\varphi) + y'_{t_2} \sin(\varphi), \quad (3)$$

$$b = y_{t_2} - x'_{t_2} \sin(\varphi) - y'_{t_2} \cos(\varphi), \quad (4)$$

где x_{t_2} и y_{t_2} – координаты точки P_2 в первой системе координат 310,

x'_{t_2} и y'_{t_2} - координаты точки P_2 во второй системе координат 311,

φ – угол поворота второй локальной системы координат относительно первой.

Удобно совместить центр локальной системы координат с соответствующей хорошо идентифицируемой позицией. Пример на фиг. 3 соответствует этому случаю. Тогда точка P_2 оказывается в центре второй системы координат 311, где ее координаты равны нулю, или $x'_{t_2} = 0$, $y'_{t_2} = 0$. Благодаря этому обстоятельству параметры смещения второй системы координат относительно первой выражаются без использования угла поворота φ следующим простым образом:

$$a = x_{t_2}, \quad (5)$$

$$b = y_{t_2}, \quad (6)$$

Угол поворота φ второй локальной системы координат относительно первой может быть определен, например, как разность измерений магнитного компаса мобильного терминала, взятых в моменты времени t_2 и t_1 .

Далее параметры преобразований (a, b, φ) локальных систем координат мобильного терминала усредняют по множеству траекторий. Указанное усреднение может быть реализовано следующим образом. Вычисленные параметры сдвига второй системы

координат относительно первой сохраняют, ищут в устройстве памяти предыдущие сохранённые значения параметров смещения для данных систем координат, усредняют найденные и новые параметры смещения. Таким образом формируют оценки координат \hat{x}_k, \hat{y}_k для позиций $P_k, k=1, \dots, N$. В одном из вариантов реализации усреднению подвергают данные, собранные разными пользователями с помощью мобильных терминалов с разными сенсорами. Благодаря этому происходит уменьшение ошибок оценки параметров преобразования координат. В другом варианте реализации выявляют разброс параметров сенсоров мобильного терминала и с учётом выявленной статистики усредняют данные, собранные с одних и тех же сенсоров. Эти операции выполняют для каждой пары обнаруженных признаков из множества $C_1 \dots C_N$. В итоге определяют множество N точек, характеризующихся уникальными признаками, координаты которых друг относительно друга известны с достаточной точностью.

Далее координаты позиций P_1, \dots, P_N , оцененные в локальных системах координат, пересчитывают в глобальную систему координат. В качестве глобальной системы координат может выступать, например, геодезическая система координат WGS 84. В некоторых приложениях в качестве глобальной системы координат может выступать система координат здания. Рассмотрим возможные пример реализации пересчета в ту или иную глобальную систему координат.

Одна из реализаций основывается на предположении, что одна или несколько точек из совокупности P_1, P_2, \dots, P_N имеет известные глобальные координаты. Например, по меньшей мере, одна из таких точек может быть расположена вне помещения, благодаря чему ее глобальные координаты могут быть определены посредством GPS/GNSS приемника, входящего в состав мобильного терминала. В другом примере глобальные координаты одной из таких точек могут быть определены посредством идентификации сигнала, передаваемого с радиомаяка малого радиуса действия, например тега NFC, или радиомаяка, работающего на основе технологии BLE, например, iBeacon, при условии, что такие радиомаяки установлены в здании. Сигнал радиомаяка принимается соответствующим модулем (NFC или BLE) мобильного терминала. Еще одним примером является определение глобальных координат одной из таких точек при помощи декодирования QR-кода, размещенного в помещении и содержащего информацию о местоположении. QR-код считывается посредством камеры мобильного терминала. После того, как становятся известными глобальные координаты хотя бы одной из точек из совокупности P_1, P_2, \dots, P_N , расчет глобальных координат остальных точек через известные относительные координаты не представляет труда.

Благодаря описанным выше операциям в устройстве памяти оказываются сохраненные данные с неинерциальных сенсоров вместе с рассчитанными фрагментами траекторий движения мобильного терминала. При этом как было показано выше точки P_1, P_2, \dots, P_N приобретают глобальные координаты. Аналогичным образом, выполняют пересчет локальных координат фрагментов траекторий, проходящих через указанные точки, в глобальные координаты. Таким образом, данные с неинерциальных сенсоров, полученные в разных точках траекторий движения, оказываются привязанными к глобальным координатам помещения.

Примером данных с неинерциальных сенсоров может быть индукция магнитного поля, измеряемая магнетометром мобильного терминала. Совокупность измерений магнитного поля в разных точках помещения носит название магнитной карты. Другим примером данных с неинерциальных сенсоров является мощность сигнала (RSSI) от различных точек доступа WiFi, измеряемая модулем WiFi мобильного терминала. Совокупность измерений уровня радиосигнала для различных точек доступа WiFi в разных точках помещения носит название WiFi радио-карты. Аналогично приведенным примерам могут быть составлены карты и других физических величин, измеряемых сенсорами мобильного терминала. Собранные указанным образом карты используются на последующем этапе работы описываемого способа позиционирования мобильного терминала.

Затем, в процессе дальнейшего перемещения мобильного терминала в том же помещении, на основе измерений неинерциальных сенсоров и сформированных ранее карт, оценивают позицию мобильного терминала.

Оценку позиции можно получить, например, с помощью использования т.н. Particle Filter (PF, партикл-фильтр). Устоявшегося русскоязычного аналога этому термину пока нет, поэтому далее он обозначается как PF (партикл-фильтр). Теория PF изложена в литературе, например, F. Gustafsson, "Particle Filter Theory and Practice with Positioning Applications", IEEE A&E SYSTEMS MAGAZINE Vol. 25, No. 7, July 2010, Part 2, p. 53-81.

Сущность алгоритма PF заключается в следующем. Генерируется случайным образом M объектов, называемых particles (устоявшегося русского термина пока нет, можно использовать слово «частицы» или «сэмплы»). Каждый particle можно рассматривать как координату объекта, т.е. в рассматриваемом примере как пару декартовых координат (x_t^i, y_t^i) . Для каждого particle назначается вес w_t^i в зависимости от значения плотности вероятности для данной координаты. Зная модель движения, на основе инерциальных датчиков генерируют новый набор particles путем их перемещения в новые позиции. Таким образом реализуется этап прогноза в PF. Затем производится измерение (например,

индукция радиополя Wi-Fi, напряженность магнитного поля, карта) и на его основе производится коррекция (уточнение) весов particles.

Для рассмотренного выше примера, этап прогноза заключается в применении к каждому particle модели движения объекта (1) и (2), в результате чего получают новый набор particles:

$$x_t^i = x_{t-1}^i + l_t^i \cos(\theta_t^i), \quad (7)$$

$$y_t^i = y_{t-1}^i + l_t^i \sin(\theta_t^i), \quad (8)$$

где i – номер particle, $i=1, \dots, M$,

$$\begin{aligned} l_t^i &\propto N(l_t, \sigma_{ll}^2) \\ \theta_t^i &\propto N(\theta_t, \sigma_{\theta\theta}^2) \end{aligned} \quad (9)$$

$N(m, \sigma^2)$ – функция плотности вероятности по гауссову закону со средним m и дисперсией σ^2 .

l_t – длина шага, θ_t – курс (направление движения), определяемые посредством PDR, σ_{ll}^2 , $\sigma_{\theta\theta}^2$ – дисперсии длины шага и курса.

На этапе коррекции вычисляют новые значения весов:

$$w_t^i = w_{t-1}^i \cdot p(z_t | x_t^i, y_t^i), \quad i = 1, \dots, M, \quad (10)$$

где $p(z_t | x_t^i, y_t^i)$ – функция правдоподобия, получаемая на основе измерений z_t , в качестве которых может выступать уровень сигнала WiFi, напряженность магнитного поля и другие выходные величины неинерциальных датчиков.

Далее осуществляется нормировка весов:

$$w_t^i = \frac{w_t^i}{\sum_{i=1}^M w_t^i}, \quad i = 1, \dots, M \quad (11)$$

Текущую оценку позиции формирует, например, как взвешенное среднее по всем particles:

$$\hat{x}_t = \sum_{i=1}^M x_t^i w_t^i, \quad \hat{y}_t = \sum_{i=1}^M y_t^i w_t^i, \quad (12)$$

Еще одна особенность PF – проце дура ресэмплирования – известна из литературы, например из указанной выше публикации, и потому здесь не рассматривается.

Позицию мобильного терминала оценивают по мере дальнейшего перемещения мобильного терминала в том же помещении на основе измерений неинерциальных сенсоров и сформированных ранее карт. Для этого выполняют коррекцию весов в

соответствии с формулой (10), в которой функция правдоподобия $p(z_t|x_t^i, y_t^i)$ может иметь, например, следующий вид:

$$p(z_t|x_t^i, y_t^i) = \frac{1}{2\pi\sigma_m^2} e^{-\frac{(x_t^i - f_x(z_t))^2 + (y_t^i - f_y(z_t))^2}{2\sigma_m^2}} \quad (13)$$

где $f_x(z_t)$, $f_y(z_t)$ – функции, возвращающие оценки координат мобильного терминала на основе измерения z_t и сформированной на предыдущем шаге карте распределения выходных величин неинерциальных сенсоров в помещении,

σ_m^2 - дисперсия указанной оценки.

Вид функций $f_x(z_t)$, $f_y(z_t)$ зависит от того, какие конкретно измерения используются для позиционирования и от используемого способа оценки. К примеру, для случая использования измерения уровня сигнала RSSI некоторые способы известны из литературы, например, A. Kushki, K. Plataniotis, A. Venetsanopoulos, “WLAN Positioning Systems”, Cambridge University Press, 2012.

В одной из реализаций предлагаемого способа в случае выявления в измерениях одного или нескольких признаков C_1, \dots, C_N выполняют дополнительное уточнение оценки позиции мобильного терминала. Например, если выявлен признак C_k , позволяющий с высокой вероятностью идентифицировать нахождение мобильного терминала в позиции P_k , то уточнение позиции выполняют повторным применением процедуры коррекции (10). При этом функция правдоподобия может иметь, например, следующий вид:

$$p(z_t|x_t^i, y_t^i) = \frac{1}{2\pi\sigma_c^2} e^{-\frac{(x_t^i - \hat{x}_k)^2 + (y_t^i - \hat{y}_k)^2}{2\sigma_c^2}} \quad (14)$$

где \hat{x}_k , \hat{y}_k - оценка координат позиции P_k , полученная ранее,

σ_c^2 - дисперсия оценки координат.

Так как оценку координат \hat{x}_k , \hat{y}_k формируют по большому объему данных, дисперсия оценки σ_c^2 может быть небольшой, благодаря чему повторная коррекция (10) с функцией правдоподобия (14) позволит повысить точность позиционирования (уменьшить дисперсию оценки).

В одной из реализаций заявляемой системы предполагается, что доступен план помещения (ранее доступность плана не предполагалась). В этом случае появляется следующая дополнительная возможность пересчета локальных координат точек P_1, P_2, \dots, P_N в глобальные координаты, в данном случае в координаты плана здания. План накладывает ограничения на расположение точек P_1, P_2, \dots, P_N и на траектории перемещения мобильного терминала между этими точками. Ограничения вызваны наличием стен, пересечения которых запрещены. Кроме того, некоторые части

помещения, например, отдельные комнаты, могут быть недоступны для посещения. Совмещение траекторий и плана с учетом ограничений позволяет расположить точки P_1, P_2, \dots, P_N и траектории перемещения мобильного терминала между этими точками таким образом, чтобы удовлетворить ограничениям, налагаемым планом, т.е. избежать пересечения стен и посещения недоступных мест. После расположения точек на плане таким образом, координаты точек P_1, P_2, \dots, P_N становятся известными в координатах плана. Операцию совмещения траекторий и плана с учетом ограничений можно выполнить различными способами. Рассмотрим для примера возможную реализацию совмещения траекторий и плана с помощью PF.

Например, найти расположение точек P_1, P_2, \dots, P_N и траектории перемещения мобильного терминала между этими точками, удовлетворяющие ограничениям плана, можно в результате описываемой ниже последовательности действий. При этом будем для определенности полагать, что известны сдвиги всех позиций относительно одной из них, например позиций P_2, \dots, P_N относительно P_1 . Обозначим запрещенную область плана как W (от английского wall, т.е. стена).

- 1) Задают начальную позицию одной из точек, например P_1 , в координатах плана в разрешенной области плана. Пересчитывают координаты остальных точек P_2, \dots, P_N в координаты плана.
- 2) Применяют уравнения прогноза (7) и (8) для расчета траектории перемещения мобильного терминала от точки P_1 до другой точки, например, P_2 . Применяют уравнение коррекции (10), при этом функция правдоподобия имеет вид:

$$p(z_t | x_t^i, y_t^i) = \begin{cases} 0, & (x_t^i, y_t^i) \in W \\ 1, & (x_t^i, y_t^i) \notin W \end{cases} \quad (15)$$

Выражение (15) учитывает ограничения плана тем, что обнуляет вес того particle, который пытается пересечь стену.

- 3) Повторяют п.2 для других пар точек P_i, P_j .
- 4) Если в процессе выполнения п.2 и 3 произошло обнуление всех весов, то возвращаются к п.1 и задают новую начальную позицию для точки P_1 в координатах плана.
- 5) Повторяют предшествующие пункты, перебирая с некоторым шагом различные начальные позиции точки P_1 . В результате остаются только те начальные позиции, для которых рассчитанные траектории избежали пересечения стен. Выбирают наилучшую начальную позицию, например, по критерию близости траекторий, оцениваемых по выражениям (12) для двух случаев: с учетом ограничения (15) и без него.

Таким образом, определяется начальная позиция одной точки в координатах плана, относительно которой становятся известны координаты на плане всех остальных точек.

Фиг. 4 изображает блок схему системы позиционирования мобильного терминала внутри здания, реализующей описанный выше способ позиционирования. Система функционирует следующим образом. Множество сенсоров 401 производит измерение физических величин в процессе перемещения мобильного терминала внутри здания. Выходные величины сенсоров поступают в компьютер 402, который предназначен для формирования статистических моделей измерений сенсоров в известных позициях и текущего измерения в неизвестной позиции. Примерами статистических моделей измерений сенсоров в известных позициях может быть описанная выше радио карта или магнитная карта помещения. Если компьютер 402 успешно сформировал указанные статистические модели, то соединенный с ним модуль расчета вероятности 403 может оценить вероятность нахождения мобильного терминала в одной из известных позиций.

Поскольку первоначально позиции мобильного терминала в процессе перемещения неизвестны, необходимо их определить, чтобы компьютер был в состоянии выполнить свою задачу. С этой целью в систему добавлен модуль выделения признаков 410, набор хранилищ данных 411 и преобразователь координат 412.

Модуль выделения признаков 410 соединен с множеством сенсоров 401. Функцией этого модуля является нахождение в выходных данных сенсоров таких признаков $C_1 \dots C_N$, что возникновение в данных с сенсоров признака C_k с высокой вероятностью идентифицирует нахождение мобильного терминала в позиции P_k .

После выявления признаков данные с сенсоров сохраняются в наборе хранилищ данных 411, причем каждое из хранилищ однозначно связывается с одним или несколькими признаками C_k и позициями P_k .

Фиг. 5 поясняет использование хранилищ данных в предлагаемой системе позиционирования мобильного терминала. Изображены фрагменты картографированного помещения в виде трёх областей: область 503 с локальной системой координат 502, связанной с хорошо идентифицируемой позицией 501, область 506 с локальной системой координат 505, связанной с хорошо идентифицируемой позицией 504, и область 509 с локальной системой координат 508, связанной с хорошо идентифицируемой позицией 507. Ориентация локальных систем координат 502, 505 и 508 может быть однозначно определена в глобальной системе координат 510. Области 503, 506 и 509 определяют примерное разграничение между локально картографированными фрагментами помещения. При этом данные, относящиеся к локальной системе координат 502, помещены в хранилище 511, данные, относящиеся к локальной системе координат 505,

помещены в хранилище 512, а данные, относящиеся к локальной системе координат 508, – в хранилище 513.

Накопленные в наборе хранилищ 411 (фиг. 4) данные используются в преобразователе координат 412 для преобразования локальных координат и для расчета глобальных координат, как описано выше. В результате становятся известны координаты позиций, в которых собраны выходные данные сенсоров. Указанные координаты вместе с данными передаются в компьютер 402, который приобретает возможность построить карту распределения выходных величин сенсоров в здании.

Модуль расчета вероятности 403 выполняет расчеты вероятности нахождения мобильного терминала в одной из известных позиций, например, в соответствии с выражениями (13) и (14). Набор хранилищ данных 411 и преобразователь координат 412 могут быть расположены на мобильном терминале, но также могут быть расположены на удаленном сервере или на облачном ресурсе. Последнее целесообразно, если в помещении одновременно перемещается и участвует в процессе позиционирования более одного мобильного терминала. В этом случае связь с модулем выделения признаков 410 и компьютером 402 может быть реализована посредством беспроводной линии связи. Хранилища данных могут быть реализованы в виде части оперативной памяти (RAM – Random Access Memory) мобильного терминала или сервера, в зависимости от того, где размещены хранилища данных. В качестве компьютера может быть использован процессор мобильного терминала, например, типа ARM Cortex-Ax. Другие вычислительные модули могут быть реализованы на процессоре или на аппаратных ускорителях мобильного терминала или сервера.

Специалисту в данной области, очевидно, что конкретные варианты осуществления данного изобретения были описаны здесь в целях иллюстрации, допустимы различные модификации, не выходящие за рамки и сущности объема изобретения.

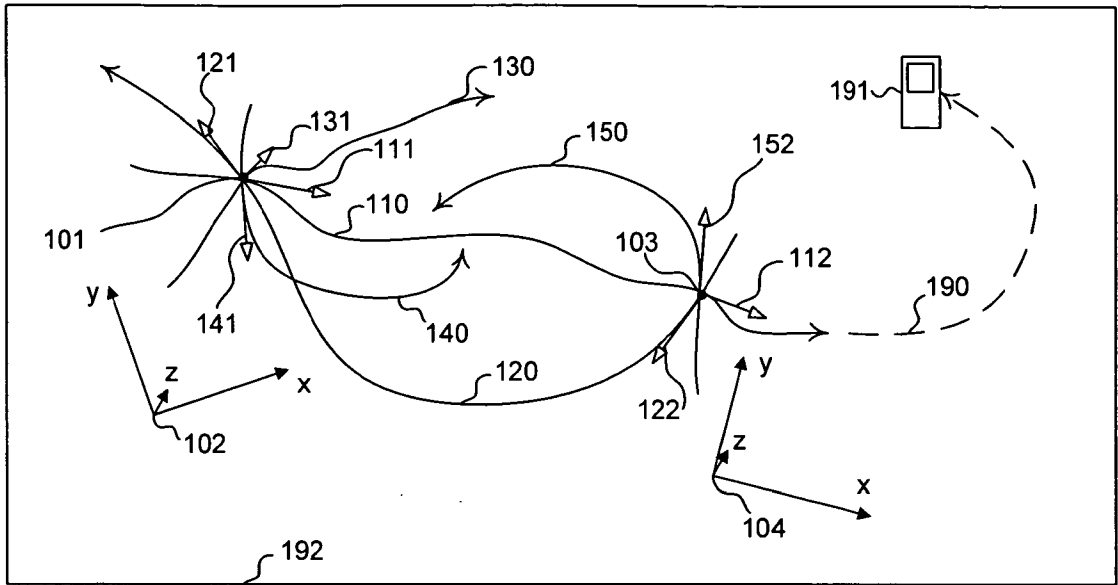
1. Способ позиционирования мобильного терминала внутри зданий, включающий следующие шаги:
 - Выявляют признаки, идентифицирующие нахождение мобильного терминала в определенной позиции, на основании данных, полученных от, по крайней мере, одного инерциального и неинерциального сенсора во время перемещения, по крайней мере, одного мобильного терминала;
 - Определяют и сохраняют траекторию движения вышеупомянутого мобильного терминала в связанной с вышеупомянутой позицией локальной системе координат и данные с неинерциальных сенсоров;
 - Формируют статистически усредненные параметры преобразования локальных систем координат мобильного терминала в позициях, определенных во время перемещения терминала;
 - Формируют, по крайней мере, одну карту распределения выходных величин неинерциальных сенсоров на основании данных, полученных на предыдущем шаге;
 - Определяют позицию вышеуказанного мобильного терминала на основе данных, полученных на предыдущем шаге.
2. Способ по п. 1, в котором при формировании статистически усредненных параметров преобразования локальных координат для различных пар признаков, выявленных в процессе перемещения, по крайней мере, одного терминала, определяют параметры преобразования локальной системы координат для позиций, соответствующих вышеуказанным признакам, при этом указанные действия повторяются один и более раз.
3. Способ по п. 2, в котором формируют, по крайней мере, одну карту распределения выходных величин, при этом координаты позиций, оцененные в локальных системах координат, полученные в ходе перемещения, по крайней мере, одного терминала, пересчитывают в глобальную систему координат.
4. Способ по п. 3, в котором, дополнительно, вначале получают план здания, при этом пересчет локальных позиций в глобальные производят с учетом ограничений налагаемых планом.
5. Способ по п. 1 или п. 2 или п. 3, в котором при выявлении более одного признака, идентифицирующего нахождение мобильного терминала в определенной позиции, дополнительно уточняют оценку позиции мобильного терминала.

6. Способ по п. 1 или п. 2 или п. 3, в котором признак, идентифицирующий нахождение мобильного терминала в определенной позиции, представляет собой последовательность измерений за определенный интервал времени.
7. Способ по п. 1, в котором количество локальных систем координат меньше числа выявленных признаков.
8. Способ по п. 7, в котором для схожих признаков объединяют связанные с ними позиции в общую зону.
9. Способ по п. 1, в котором оценку позиции осуществляют с помощью партикл-фильтра.
10. Способ по п. 1, в котором мобильный терминал представляет собой устройство, способное снабжать информацией и перемещающееся вместе с пользователем.
11. Способ по п. 8, в котором мобильный терминал представляет собой смартфон или планшетный компьютер, или ноутбук, или автомобильный навигатор.
12. Способ по п. 1, в котором инерциальный сенсор представляет собой гироскоп или акселерометр.
13. Способ по п. 1, в котором неинерциальный сенсор представляет собой магнетометр или компас, или барометр, или видеосенсор, или микрофон или приёмник радиосигнала.
14. Устройство позиционирования мобильного терминала внутри зданий, включающее:
 - ✓ одно или более устройств обработки команд;
 - ✓ одно или более устройств хранения данных;
 - ✓ одну или более программ,

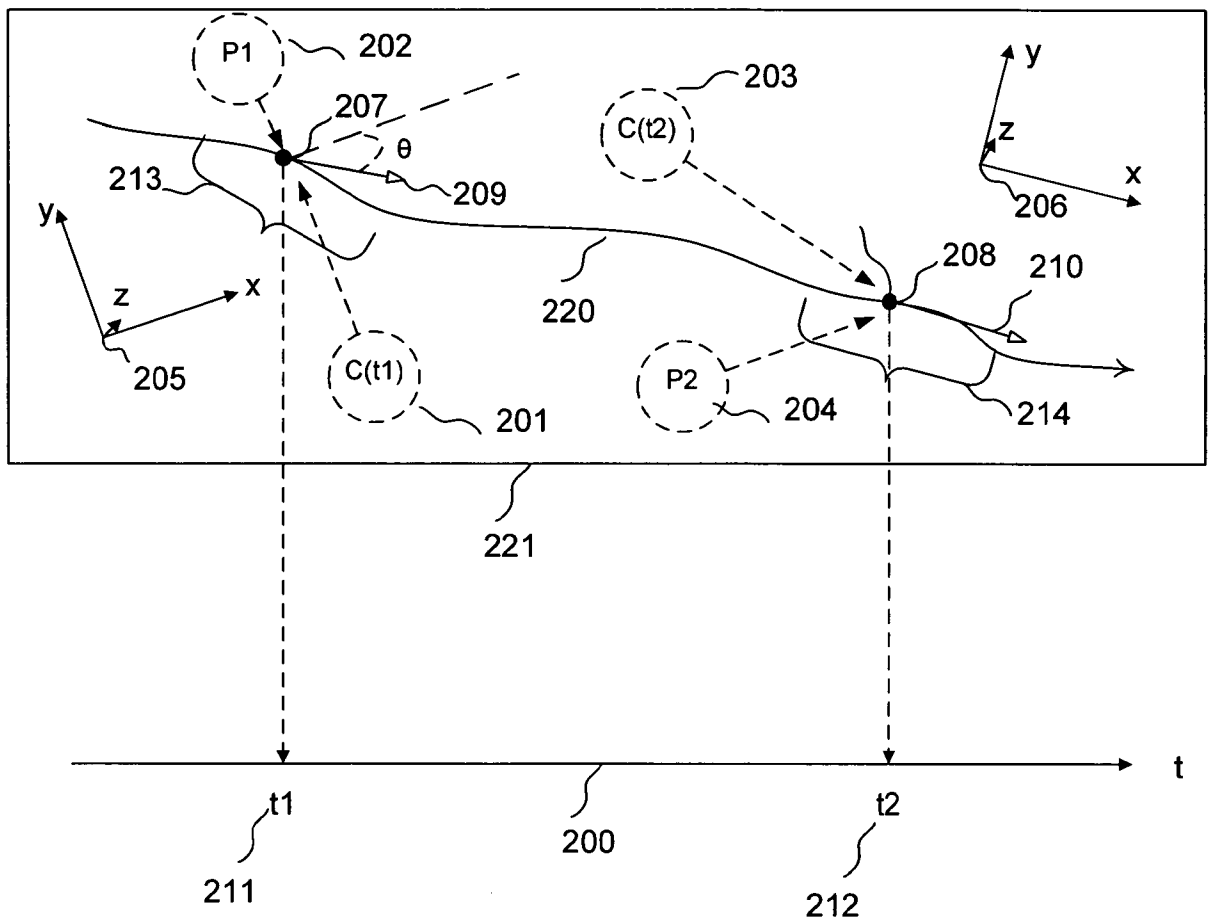
где одна или более программ хранятся на одном или более устройстве хранения данных и исполняются на одном и более процессоре, причем одна или более программ включает следующие инструкции:

- Выявляют признаки, идентифицирующие нахождение мобильного терминала в определенной позиции на основании данных, полученных от инерциальных и неинерциальных сенсоров во время перемещения, по крайней мере, одного мобильного терминала.
- Определяют и сохраняют траекторию движения вышеупомянутого мобильного терминала, в связанной с вышеупомянутой позицией локальной системе координат, и данные с неинерциальных сенсоров;

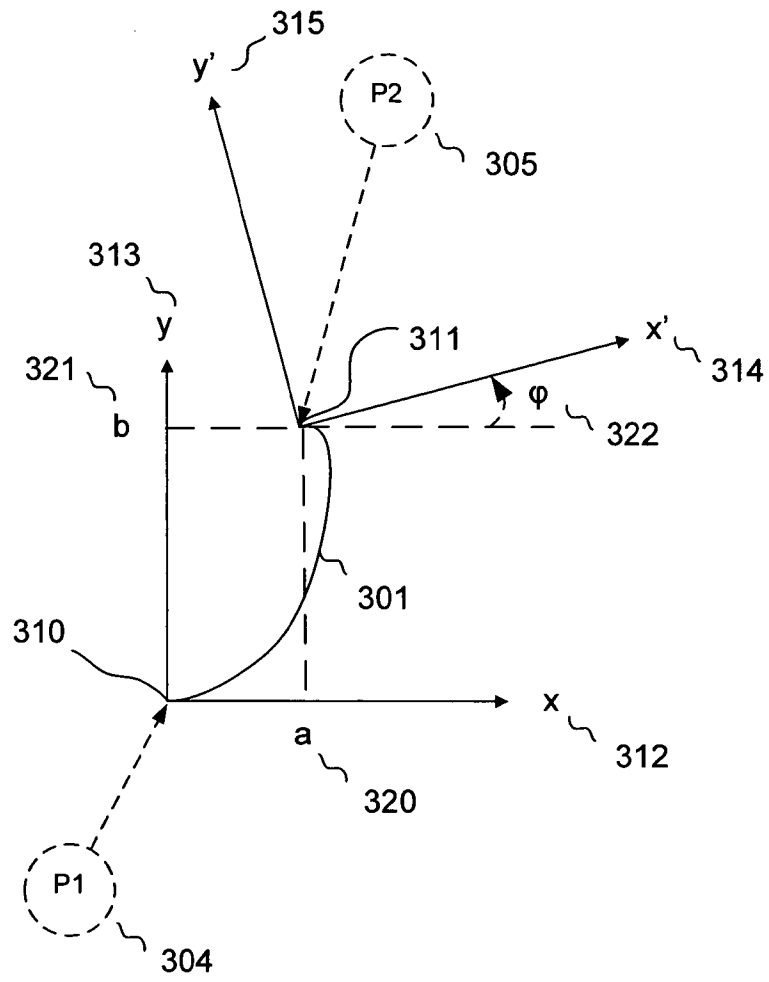
- Формируют статистически усредненные параметры преобразования локальных систем координат мобильного терминала в позициях, определенных во время перемещения терминала;
 - Формируют, по крайней мере, одну карту распределения выходных величин неинерциальных сенсоров на основании данных, полученных на предыдущем шаге;
Определяют позицию вышеуказанного мобильного терминала на основе данных, полученных на предыдущем шаге.
15. Система позиционирования мобильного терминала внутри зданий, включающая:
- a. по крайней мере, одну компьютерную систему;
 - b. по крайней мере, один преобразователь координат, соединенный с вышеуказанной компьютерной системой;
 - c. одно и более хранилище данных, соединенное с, по крайней мере, одним преобразователем координат;
 - d. по крайней мере, один модуль определения признаков, соединенный с одним и более вышеуказанным хранилищем данных;
 - e. один и более сенсор, соединённый вышеуказанной компьютерной системой и модулем определения признаков;
 - f. модуль расчета вероятности нахождения данного устройства в определенной позиции, соединенный с вышеуказанной компьютерной системой.
16. Система по п.15, в которой одно и более хранилище данных и, по крайней мере, один преобразователь координат, располагаются на удаленном сервере или облачном ресурсе.
17. Система по 15, в которой связь между, по крайней мере, одной компьютерной системой и, по крайней мере, одним модулем определения признаков осуществляется посредством беспроводной связи.
18. Система по п.15, в которой связь между компонентами системы осуществляется посредством беспроводной связи.



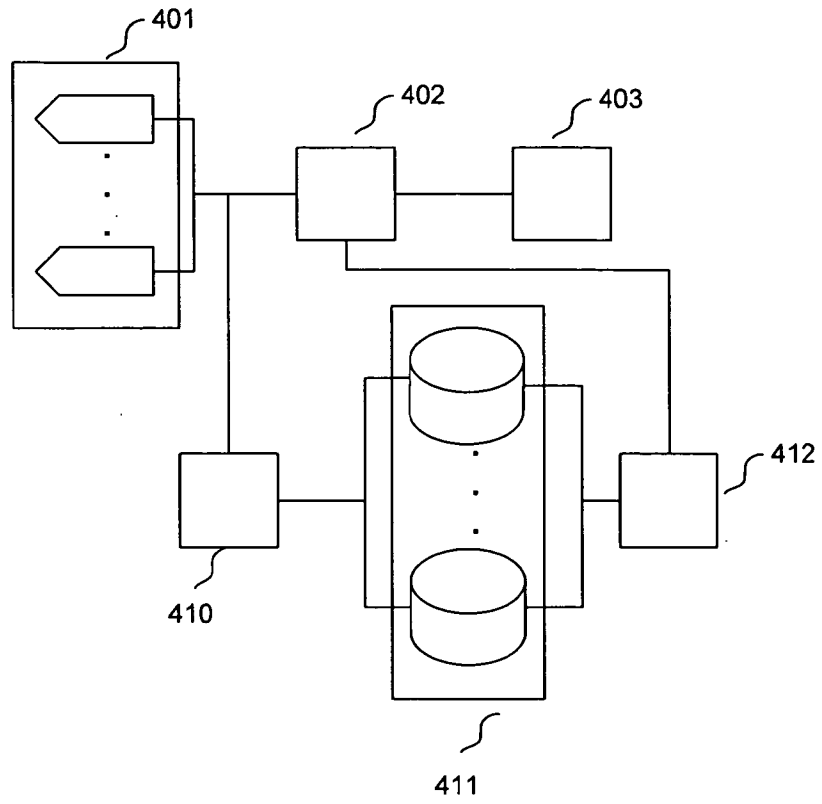
Фиг. 1



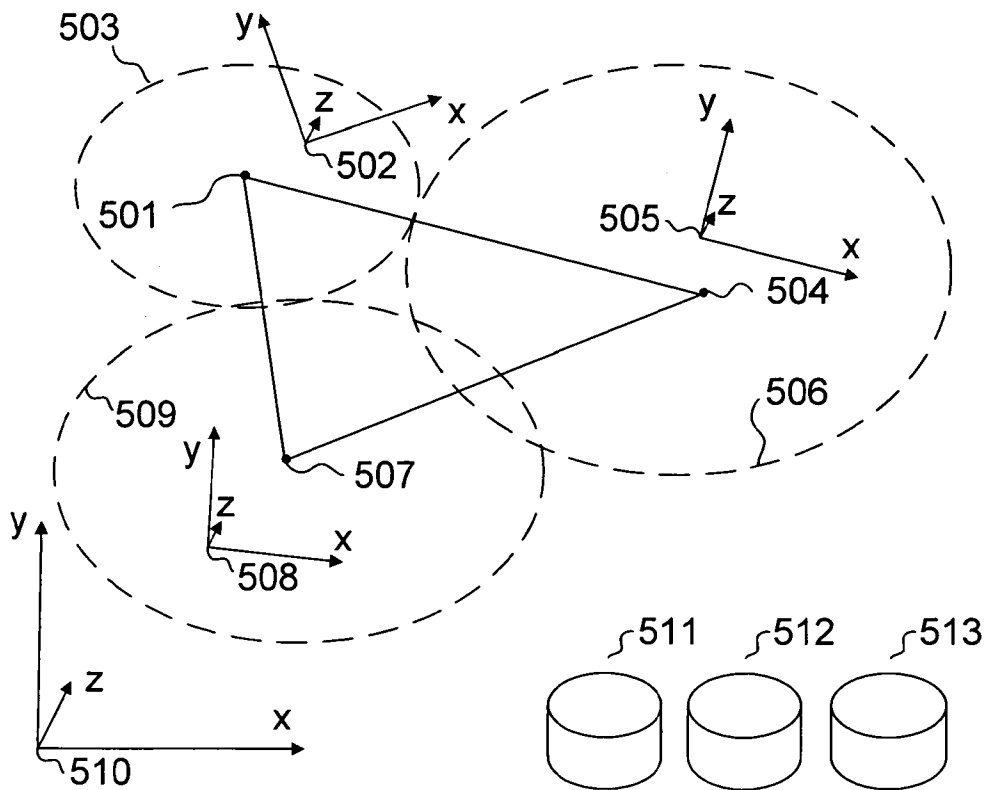
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/RU 2014/000822

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H04W 64/00 (2009.01) G01S 19/24 (2010.01) According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H04W 64/00, 4/02, 4/04, 8/22, 24/00, H04M 1/725, G01S 5/00-5/30, 11/00, 11/02, 11/06, 19/00-19/24, 19/48, G08B 1/00, 1/08, G01C 21/00-21/20, 22/00, 23/00 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) PatSearch (RUPTO internal), USPTO, PAJ, Esp@cenet, Information Retrieval System of FIPS		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	US 2014/0080514 A1 (QUALCOMM INCORPORATED) 20.03.2014, paragraphs [0003], [0044], [0047], [0048], [0052], [0055]-[0057], [0059], [0063], [0068]- [0071], [0077]	15-18 1-14
Y	CN 103281778 A (SHANGHAI BEIJING UNIVERSITY FOUNDER TECHNOLOGY COMPUTER SYSTEM CO., LTD) 04.09.2013, abstract	15-18
A, D	US 6323807 B1 (MITSUBISHI ELECTRIC RESEARCH LABORATORIES, INC) 27.11.2001	1-18
A	US 2014/0073345 A1 (MICROSOFT CORPORATION) 13.03.2014	1-18
A	US 2013/0196684 A1 (INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION) 01.08.2013	1-18
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: “A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed “T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art “&” document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 10 June 2015 (10.06.2015)		Date of mailing of the international search report 16 July 2015 (16.07.2015)
Name and mailing address of the ISA/ Facsimile No.		Authorized officer Telephone No.

ОТЧЕТ О МЕЖДУНАРОДНОМ ПОИСКЕ

Номер международной заявки

PCT/RU 2014/000822

<p>A. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ <i>H04W 64/00 (2009.01)</i> <i>G01S 19/24 (2010.01)</i></p> <p>Согласно Международной патентной классификации МПК</p>																				
<p>B. ОБЛАСТЬ ПОИСКА</p> <p>Проверенный минимум документации (система классификации с индексами классификации)</p> <p>H04W 64/00, 4/02, 4/04, 8/22, 24/00, H04M 1/725, G01S 5/00-5/30, 11/00, 11/02, 11/06, 19/00-19/24, 19/48, G08B 1/00, 1/08, G01C 21/00-21/20, 22/00, 23/00</p> <p>Другая проверенная документация в той мере, в какой она включена в поисковые подборки</p> <p>Электронная база данных, использовавшаяся при поиске (название базы и, если, возможно, используемые поисковые термины)</p> <p>PatSearch (RUPTO internal), USPTO, PAJ, Esp@cenet, Information Retrieval System of FIPS</p>																				
<p>C. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Категория*</th> <th>Цитируемые документы с указанием, где это возможно, релевантных частей</th> <th>Относится к пункту №</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y A</td> <td>US 2014/0080514 A1 (QUALCOMM INCORPORATED) 20.03.2014, абзацы [0003], [0044], [0047], [0048], [0052], [0055]-[0057], [0059], [0063], [0068]-[0071], [0077]</td> <td>15-18 1-14</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 103281778 A (SHANGHAI BEIJING UNIVERSITY FOUNDER TECHNOLOGY COMPUTER SYSTEM CO., LTD) 04.09.2013, реферат</td> <td>15-18</td> </tr> <tr> <td>A, D</td> <td>US 6323807 B1 (MITSUBISHI ELECTRIC RESEARCH LABORATORIES, INC) 27.11.2001</td> <td>1-18</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2014/0073345 A1 (MICROSOFT CORPORATION) 13.03.2014</td> <td>1-18</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2013/0196684 A1 (INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION) 01.08.2013</td> <td>1-18</td> </tr> </tbody> </table>			Категория*	Цитируемые документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №	Y A	US 2014/0080514 A1 (QUALCOMM INCORPORATED) 20.03.2014, абзацы [0003], [0044], [0047], [0048], [0052], [0055]-[0057], [0059], [0063], [0068]-[0071], [0077]	15-18 1-14	Y	CN 103281778 A (SHANGHAI BEIJING UNIVERSITY FOUNDER TECHNOLOGY COMPUTER SYSTEM CO., LTD) 04.09.2013, реферат	15-18	A, D	US 6323807 B1 (MITSUBISHI ELECTRIC RESEARCH LABORATORIES, INC) 27.11.2001	1-18	A	US 2014/0073345 A1 (MICROSOFT CORPORATION) 13.03.2014	1-18	A	US 2013/0196684 A1 (INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION) 01.08.2013	1-18
Категория*	Цитируемые документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №																		
Y A	US 2014/0080514 A1 (QUALCOMM INCORPORATED) 20.03.2014, абзацы [0003], [0044], [0047], [0048], [0052], [0055]-[0057], [0059], [0063], [0068]-[0071], [0077]	15-18 1-14																		
Y	CN 103281778 A (SHANGHAI BEIJING UNIVERSITY FOUNDER TECHNOLOGY COMPUTER SYSTEM CO., LTD) 04.09.2013, реферат	15-18																		
A, D	US 6323807 B1 (MITSUBISHI ELECTRIC RESEARCH LABORATORIES, INC) 27.11.2001	1-18																		
A	US 2014/0073345 A1 (MICROSOFT CORPORATION) 13.03.2014	1-18																		
A	US 2013/0196684 A1 (INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION) 01.08.2013	1-18																		
<p><input type="checkbox"/> последующие документы указаны в продолжении графы C. <input type="checkbox"/> данные о патентах-аналогах указаны в приложении</p>																				
<table border="0"> <tr> <td>* Особые категории ссылочных документов:</td> <td>“Т” более поздний документ, опубликованный после даты международной</td> </tr> <tr> <td>“А” документ, определяющий общий уровень техники и не считающийся особо релевантным</td> <td>поддачи или приоритета, но приведенный для понимания принципа или теории, на которых основывается изобретение</td> </tr> <tr> <td>“Е” более ранняя заявка или патент, но опубликованная на дату международной подачи или после нее</td> <td>“Х” документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; заявленное изобретение не обладает новизной или изобретательским уровнем, в сравнении с документом, взятым в отдельности</td> </tr> <tr> <td>“L” документ, подвергающий сомнению притязание(я) на приоритет, или который приводится с целью установления даты публикации другого ссылочного документа, а также в других целях (как указано)</td> <td>“У” документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; заявленное изобретение не обладает изобретательским уровнем, когда документ взят в сочетании с одним или несколькими документами той же категории, такая комбинация документов очевидна для специалиста</td> </tr> <tr> <td>“O” документ, относящийся к устному раскрытию, использованию, экспонированию и т.д.</td> <td>“&” документ, являющийся патентом-аналогом</td> </tr> <tr> <td>“P” документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты испрашиваемого приоритета</td> <td></td> </tr> </table>			* Особые категории ссылочных документов:	“Т” более поздний документ, опубликованный после даты международной	“А” документ, определяющий общий уровень техники и не считающийся особо релевантным	поддачи или приоритета, но приведенный для понимания принципа или теории, на которых основывается изобретение	“Е” более ранняя заявка или патент, но опубликованная на дату международной подачи или после нее	“Х” документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; заявленное изобретение не обладает новизной или изобретательским уровнем, в сравнении с документом, взятым в отдельности	“L” документ, подвергающий сомнению притязание(я) на приоритет, или который приводится с целью установления даты публикации другого ссылочного документа, а также в других целях (как указано)	“У” документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; заявленное изобретение не обладает изобретательским уровнем, когда документ взят в сочетании с одним или несколькими документами той же категории, такая комбинация документов очевидна для специалиста	“O” документ, относящийся к устному раскрытию, использованию, экспонированию и т.д.	“&” документ, являющийся патентом-аналогом	“P” документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты испрашиваемого приоритета							
* Особые категории ссылочных документов:	“Т” более поздний документ, опубликованный после даты международной																			
“А” документ, определяющий общий уровень техники и не считающийся особо релевантным	поддачи или приоритета, но приведенный для понимания принципа или теории, на которых основывается изобретение																			
“Е” более ранняя заявка или патент, но опубликованная на дату международной подачи или после нее	“Х” документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; заявленное изобретение не обладает новизной или изобретательским уровнем, в сравнении с документом, взятым в отдельности																			
“L” документ, подвергающий сомнению притязание(я) на приоритет, или который приводится с целью установления даты публикации другого ссылочного документа, а также в других целях (как указано)	“У” документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; заявленное изобретение не обладает изобретательским уровнем, когда документ взят в сочетании с одним или несколькими документами той же категории, такая комбинация документов очевидна для специалиста																			
“O” документ, относящийся к устному раскрытию, использованию, экспонированию и т.д.	“&” документ, являющийся патентом-аналогом																			
“P” документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты испрашиваемого приоритета																				
<p>Дата действительного завершения международного поиска</p> <p>10 июня 2015 (10.06.2015)</p>		<p>Дата отправки настоящего отчета о международном поиске</p> <p>16 июля 2015 (16.07.2015)</p>																		
<p>Наименование и адрес ISA/RU: Федеральный институт промышленной собственности, Бережковская наб., 30-1, Москва, Г-59, ГСП-3, Россия, 125993 Факс: (8-495) 531-63-18, (8-499) 243-33-37</p>		<p>Уполномоченное лицо: Лаврентьева Н.С. Телефон № 8 (499) 240-25-91</p>																		