

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ ГЛОБАЛЬНОГО И ЛОКАЛЬНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ

А.С. Брагин, Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики.

УДК 621.391

Аннотация. Важной задачей, поставленной перед разработчиками систем глобального и локального позиционирования, является определение той системы, которая подойдет для решения поставленной задачи. Также необходимо знать, какая технология применяется в позиционировании и подойдет ли она для решения поставленных задач. В статье приводятся основные используемые для позиционирования группы технологий, характеристики для сравнения и сравнительный анализ систем глобального и локального позиционирования с последующим выводом об их сравнении. Также в статье дается описание *RFID* меток, возможности и достоинства их применения.

Ключевые слова: позиционирование; *Wi-Fi*; точка доступа; *GPS*; технологии; *RFID*.

COMPARATIVE ANALYSIS OF GLOBAL AND LOCAL POSITIONING SYSTEMS

Anton Bragin, Siberian State University of Telecommunications and Informatics.

Annotation. An important task set for the developers of global and local positioning systems is to determine the system suitable for solving the task. It is also important to know what technology is used in positioning and whether it is suitable for solving the tasks. The article presents the main groups of technologies used for positioning, characteristics for comparison and comparative analysis of global and local positioning systems with a subsequent conclusion about their comparison. The article also describes *RFID* tags, the possibilities and advantages of their use.

Keywords: positioning; *Wi-Fi*; access point; *GPS*; technologies; *RFID*.

Введение

Система позиционирования – это механизм для определения позиции объекта в пространстве. Существуют различные технологии для решения этой задачи: от всемирного покрытия с точностью до метра до покрытия рабочего пространства с субмиллиметровой точностью.

Все системы позиционирования можно разделить на два класса: глобальные системы или так называемые системы «открытого поля» и локальные системы позиционирования, работающие в ограниченной области [1-3].

Основные используемые для позиционирования группы технологий – это:

- радиочастотные технологии;
- спутниковые системы навигации (*GPS*, ГЛОНАСС);

- технологии локального позиционирования (инфракрасные и ультразвуковые);
- радиочастотные метки – *RFID*.

Прежде чем приступить к сравнению систем, давайте определимся с критериями сравнения.

К основным характеристикам для сравнения относятся:

- точность позиционирования – точность определения координат контролируемого объекта от нескольких десятков метров до нескольких сантиметров;
- надежность позиционирования;
- частота опроса.

Кроме того, важными критериями являются:

- радиус действия (допустимое расстояние от меток до элементов инфраструктуры);
- помехозащищенность;
- габариты и вес бирок;
- энергопотребление меток (в целях экономии заряда аккумулятора);
- электромагнитная совместимость, необходимость получения частотного разрешения;
- стоимость решений.

Позиционирование может проводиться на основе одного или нескольких критериев:

- на основе одного критерия (например: лучшее качество, лучшее обслуживание, самая низкая цена и пр.);
- на основе двух критериев (цена и качество; надежность и долговечность и т.д.);
- на основе трех критериев (цена, надежность, простота в обращении).

Выбранные критерии позиционирования могут быть более полно раскрыты через набор различных показателей. Такие показатели можно выявить в результате проведения анкетирования, рыночного тестирования, фокус-группы, экспертным путем и др. [1-3].

Глобальные системы

Глобальные навигационные спутниковые системы (*GNSS*) позволяют специализированным радиоприемникам определять свое трехмерное положение в пространстве, а также время с точностью до десятков наносекунд. В настоящее время развернутые системы используют микроволновые сигналы, которые можно надежно принимать только вне помещений и которые покрывают большую часть поверхности Земли, а также околоземное пространство [1-3].

Существующие и планируемые системы:

- Система глобального позиционирования – военная система США, полностью работоспособная с 1995 г.
- ГЛОНАСС – российская военная система, полностью работающая с октября 2011 г.
- Галилео – совместная система, 21 октября 2011 г. были запущены первые два из четырех действующих спутников, следующие два, запущены в 2012 г.
- Навигационная система *Beidou* – планируемый проект в Китае.
- Региональная навигационная спутниковая система Индии – планируемый проект в Индии.

Общим недостатком всех радионавигационных систем является то, что при определенных условиях сигнал может не достигать приемника или поступать со значительными искажениями или задержками [1-3].

Локальные системы

Локальная система определения местоположения (*LPS*) – это навигационная система, которая предоставляет информацию о местоположении в любую погоду, в любом месте в пределах покрытия сети, где есть беспрепятственная прямая видимость до трех или более сигнальных маяков, точное положение которых известно [1-4].

В отличие от *GPS* или других глобальных навигационных спутниковых систем, локальные системы позиционирования не обеспечивают глобального покрытия. Вместо этого они используют (набор) маяков, которые имеют ограниченный диапазон, поэтому от пользователя требуется находиться рядом с ними. К маякам относятся сотовые базовые станции, точки доступа *Wi-Fi* и *Li-Fi*, а также вышки радиовещания.

В прошлом *LPS* дальнего действия использовались для навигации кораблей и самолетов. Примеры: *Decca Navigator System* и *LORAN*. В настоящее время локальные системы позиционирования часто используются в качестве дополнительной, а в некоторых случаях альтернативной, технологии позиционирования по отношению к *GPS*, особенно в областях, где *GPS* не достигает или работает плохо, например, внутри зданий или городских каньонов. Локальное позиционирование с помощью сотовых и вещательных вышек можно использовать на сотовых телефонах, не имеющих приемника *GPS*. Даже если в телефоне есть приемник *GPS*, срок службы батареи будет увеличен, если точность определения местоположения вышки сотовой связи будет достаточной. Они также используются в безрельсовых аттракционах, таких как *Pooh's Hunny Hunt* и *Mystic Manor* [1-4].

Примерами существующих систем являются:

- *Locata Corporation*.
- *Pseudolite*.

RFID – метки

Большинство систем позиционирования используют *RFID*-метки в своей технологии. Аббревиатура *RFID* расшифровывается как *Radio Frequency Identification*, радиочастотная идентификация. Первые *RFID*-метки были созданы в 40-х гг. XX века и запатентованы в 80-х гг. Это технология, которая автоматически определяет объекты, в том числе удаленные, с помощью радиосигналов. *RFID*-метки способны идентифицировать физические объекты, а также отслеживать их перемещение. Отсюда и другое название меток – транспондеры. Вы можете поместить определенную информацию на метку *RFID*, сохранить ее, а затем прочитать [5].

Бирка состоит из двух частей: антенны и микрочипа. Микрочип отвечает за хранение записанных на него данных. Чтобы помочь записать или прочитать информацию на чипе, необходима антенна, соединяющая метку и считыватель. Без ридера тег не будет активен: есть устройства, которые только записывают информацию или читают ее, но есть такие, которые справляются с обеими задачами [5].

Типы RFID-меток

По принципу действия различают следующие типы тегов:

- пассивный;
- полупассивный;
- активный.

Пассивные метки не имеют источника питания, поэтому они работают только при контакте со считывателем, излучающим радиоволны. Чтобы прочитать информацию из тега, вам нужно поднести ее очень близко к читателю. Такие теги считаются самыми простыми и дешевыми [5].

Полупассивные метки имеют собственный источник питания. Это позволяет тегам работать на большем расстоянии от считывателя, чем пассивные теги. Этот тип метки более дорогой и выходит из строя после разрядки аккумулятора.

Активные теги также имеют свой собственный источник питания, который более мощный, чем у полупассивных тегов. Их радиосигнал имеет наивысшую мощность и способен «контактировать» со считывателем на расстоянии более 50 м. Такие теги являются наиболее дорогими, но также и наиболее функциональными, поскольку они позволяют записывать большой объем данных и использовать их в сочетании с другими функциями [5].

По внешнему виду можно выделить наклейки-стикеры, брелоки, карточки, ярлыки, а также сложной формы, например, фигурки в пластиковом футляре.

Теги можно разделить на типы в зависимости от частот, на которых они передают сигнал: сверхвысокие (860-960 МГц), высокочастотные (13,56 МГц), низкочастотные (125-164 кГц). Выбранная частота определяет, как далеко можно будет передать информацию, зашифрованную в теге.

Где используются RFID-метки?

RFID-метки широко используются во всем мире. Сейчас практически каждый носит в кошельке несколько устройств с *RFID*-меткой – это бесконтактные банковские карты. Также технология используется для бесконтактной оплаты проезда в общественном транспорте: подземном и наземном. *RFID*-метки используются для микрочипирования животных, таких как бродячие собаки или коровы в стаде. Однако чаще всего этикетки используются в логистике и торговле [5].

RFID-метки позволяют организовать складскую систему, упростить поиск товаров на полке, собрать статистику и бороться с воровством. Складом может выступить что угодно – от цеха по производству готовых деталей до городской библиотеки. Кроме того, технология *RFID* уже несколько лет служит для маркировки продуктов. Именно *RFID*-метки маркируют меховые изделия в России. На самом знаке напечатан тип используемого меха, уникальный номер товара, *QR*-код, который можно прочесть с помощью смартфона, чтобы проверить легальность товара. Требования к этикеткам для шуб закреплены в решении Совета Евразийской экономической комиссии № 70 от 23.11.15. Товары, которые производятся на территории РФ, имеют зеленый идентификатор, а импортные – красный. Для продажи меховых изделий с этикеткой необходимо специальное оборудование (считыватель *RFID*) и программное обеспечение.

Преимущества RFID-меток перед штрих-кодами

RFID-метки могут серьезно конкурировать со штрих-кодами как носители информации. Основным преимуществом тегов является возможность их повторного использования: данные, напечатанные на чипе, можно перезаписывать, что делает пассивный тег практически «бессмертным». При этом теги могут быть защищены от перезаписи и изменения, что делает теги гарантом подтверждения правильности информации на этикетке [5].

Также, в отличие от штрих-кода, вы можете читать сразу несколько тегов (если используемые теги полупассивные и активные). Это снижает трудозатраты персонала на управление запасами и поиск товаров.

Минимальный объем памяти простейшей *RFID*-метки составляет 128 бит. Это позволяет записать на бирку гораздо больше информации, чем на штрих-код.

Большинство меток не боятся внешних воздействий (температура, влажность, механические повреждения), поэтому даже поврежденную метку можно прочесть, в отличие от штрих-кода, который, потеряв часть, становится бесполезным [5].

Locata Corporation – это частная технологическая компания со штаб-квартирой в Канберре (Австралия) и полностью принадлежащей дочерней компании в Лас-Вегасе (Невада). Компания *Locata* изобрела локальную систему позиционирования, которая может либо заменить, либо усилить сигналы глобальной системы позиционирования (*GPS*), когда они заблокированы, сжаты или ненадежны. Государственные, коммерческие и другие организации используют *Locata* для определения точного местоположения в качестве локальной

резервной копии для *GPS* [6].

LocataNet – это наземная локальная система определения местоположения, которая предоставляет информацию о местоположении, неотличимую от *GPS*, на правильно настроенный приемник. *LocataNet* достигает этого без спутников, атомных часов или наземных опорных структур, необходимых для традиционных спутниковых систем *GPS* [6].

Для создания сети *LocataNet* радиоприемопередатчики *LocataLite* развертываются вокруг определенной области. Эти устройства в совокупности функционируют как заземленная версия группировки спутников *GPS*, передавая радиолокационные сигналы, которые приемники *Locata* используют для создания решения для определения местоположения, выводя широту, долготу и высоту, используя трилатерацию так же, как традиционный приемник *GPS*. *LocataLite* может быть разработан для передачи на любой практической частоте или уровне мощности. Первые коммерчески развернутые конструкции работают в том же диапазоне *ISM*, что и *Wi-Fi*, и каждый *LocataLite* обычно покрывает территорию радиусом до 10 км в открытой среде.

Сети *LocataNets* предоставляют все функции определения местоположения, навигации и времени (*PNT*), предоставляемые группировкой спутников *GPS*, но в определенной местности, например, в карьерной шахте, гавани, военном полигоне или другом районе. Это позволяет операторам создавать сети контролируемого позиционирования для обнаружения, автоматизации и управления объектами с точностью до сантиметра. Дублирование *PNT* компанией *Locata* стало возможным благодаря запатентованной компанией технологии синхронизации *TimeLoc* с точностью до наносекунды [6].

VRay – это сферическая антенна из 80 элементов, которая обеспечивает точное позиционирование в плотных городских условиях и в помещении, где традиционные приемники *GNSS* подвержены большим ошибкам из-за многолучевого распространения. Включая каждый элемент на время чуть более одной микросекунды, конструкция коррелятора *VRay* в приемнике *Locata* создает виртуальные лучи, которые смягчают эффекты многолучевого распространения, фокусируясь на прямом принятом сигнале и отфильтровывая отражения многолучевого распространения. Поскольку *VRay* может охватывать множество лучей одновременно вокруг области, он также определяет угол и силу принимаемых сигналов, и эта информация также используется для получения точного трехмерного положения платформы приемника.

В сотрудничестве с Технологическим институтом *BBC* США (*AFIT*) *VRay* разрабатывается для использования с приемниками *GPS* в рамках Соглашения о совместных исследованиях и разработках (*CRADA*), подписанного в апреле 2013 г. *AFIT* разработает и протестирует несколько вариантов запатентованной *Locata* антенны и корреляционной технологии на основе *GPS* для разработки *VRay* для использования в военных целях *GPS* [6].

Pseudolite – это сокращение от термина «псевдоспутник», используемого для обозначения чего-то, что не является спутником, который выполняет функцию обычно в области спутников. Псевдолиты чаще всего представляют собой небольшие трансиверы, которые используются для создания локальной наземной

альтернативы глобальной системе позиционирования (*GPS*). Диапазон сигнала каждого трансивера зависит от мощности, доступной для устройства [7].

Возможность развертывания собственной системы позиционирования, независимой от *GPS*, может быть полезна в ситуациях, когда обычные сигналы *GPS* либо заблокированы / заглушены (военные конфликты), либо просто недоступны (исследование других планет). Псевдолиты обычно используются для улучшения *GPS* за счет снижения точности (*DOP*). Или псевдолиты также используются для реализации *GPS*-подобных систем определения местоположения внутри помещений, где псевдолиты действуют как спутники *GPS*. Псевдолиты используют дешевый генератор, управляемый напряжением, поэтому система определения местоположения на основе псевдолита должна обеспечивать методологию для компенсации разницы часов среди псевдолитов.

Что касается исследования планет, исследования, проводимые на объектах, включая Исследовательский центр Эймса НАСА и Стэнфордский университет, могут позволить марсоходу развернуть массив псевдолитов без особой точности и при этом откалибровать систему до разрешения сантиметрового уровня без помощи человека. Это поможет марсоходу в поиске пути и увеличит безопасную скорость маневрирования транспортного средства без посторонней помощи. Такую концепцию иногда называют самокалибрующимся псевдолитическим массивом (*SCPA*) [7].

Заключение

Таким образом, изучив системы глобального и локального позиционирования, можно сделать вывод, что наиболее подходящими являются те локальные и глобальные системы, которые сочетают простоту реализации и широкое распространение сетей с наилучшей точностью, относительно низкой стоимостью и большой дальностью действия, которые подойдут для решения поставленных задач.

Литература

1. Вахрушева А.А. Технологии позиционирования в режиме реального времени // Вестник СГУГиТ, 2017. – Т. 22. – № 1. – С. 170-177.
2. Кокорева Е.В., Костюкович А.Е., Дощинский И.В. Оценка погрешности измерений местонахождения абонента в сети Wi-Fi // Программные системы и вычислительные методы, 2019. – № 4. – С. 30-38.
3. URL: https://wikichi.ru/wiki/Positioning_system (дата обращения - Сентябрь 2021 г.)
4. Bensky A., Wireless Positioning Technologies and Applications. 2nd Ed. Boston. London: Artech House, 2016. – 305 с.
5. URL: <https://www.atol.ru/blog/chto-takoe-rfid-metki-tekhnologiya-radiochastotnoy-identifikatsii/> (дата обращения – Октябрь 2021 г.).
6. Nunzio G., Kevin P. Locata – Technology Brief v8.0. Las – Vegas. Nevada, 2014. – 7 с.
7. Boris D., O’Driscoll C., Fortuny J. Scoping Study on Pseudolites. Italy, 2011. – 31 с.