

Назначение

Система RealTrac предназначена для:

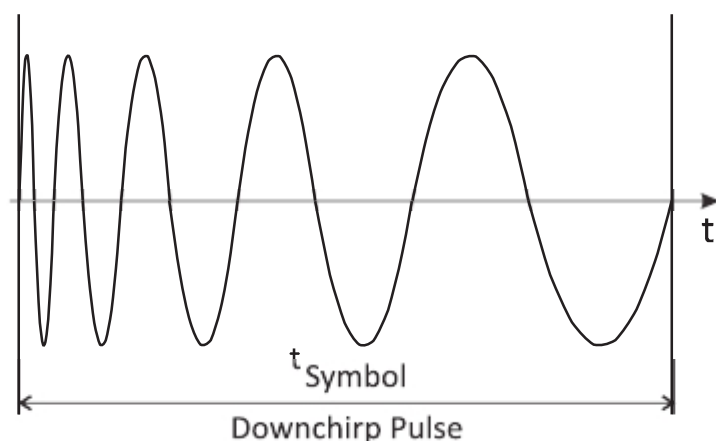
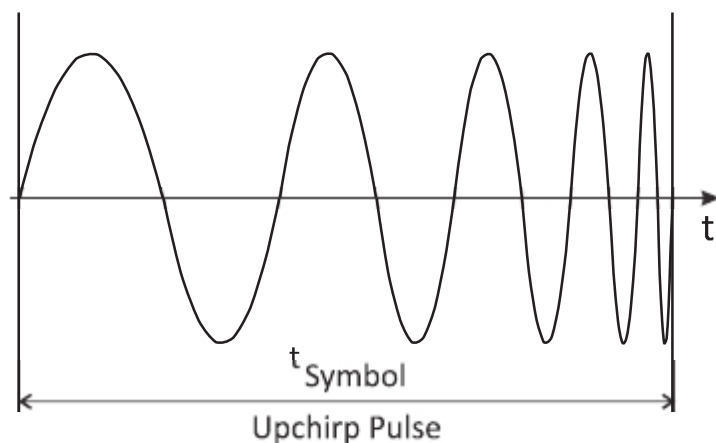
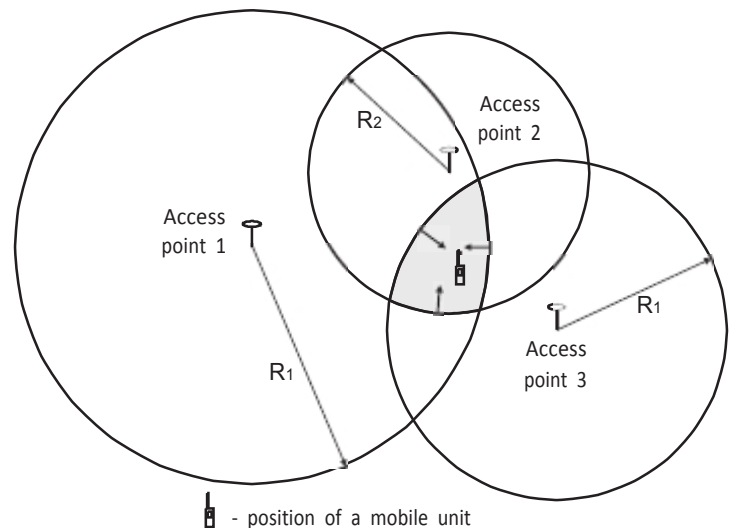
1. Определения местоположения людей, техники, иных физических объектов в закрытых помещениях (в т.ч. в подвалах, тоннелях, шахтах), на ограниченных открытых территориях, а также в условиях, где использование GPS\ГЛОНАСС приемников нецелесообразно или невозможно;
2. Передачи голосовой и другой информации по беспроводному каналу связи.

Принцип работы

Определение местоположения

По периметру помещения расставляется специализированное оборудование, т.н. «точки доступа», которые измеряют расстояния от себя до мобильных устройств.

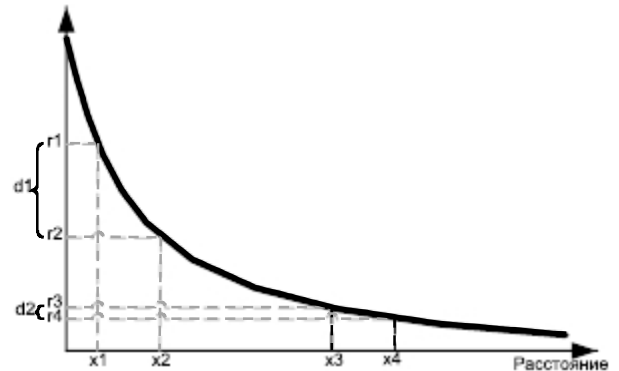
Зная результаты измерений расстояний от мобильного устройства до хотя бы 3-х точек доступа, решением стандартной задачи трилатерации (часто ее называют «триангуляция») система определяет местоположение мобильного устройства.



Для определения расстояния от точки доступа до мобильного устройства используется метод Time-of-Flight (ToF) – время полета электромагнитной волны (от точки доступа до мобильного устройства) и информация о силе сигнала до соседних точек доступа. Зная время прохождения сигнала от точки доступа до мобильного оборудования – получить соответствующее расстояние не представляет проблем.

Для передачи информации система использует сигнал с линейно-частотной модуляцией – Chirp Spread Spectrum – CSS (сигнал с изменяющейся по времени частотой). Точка доступа посылает сигнал на мобильное устройство, которое его обрабатывает и отправляет назад. Используется модифицированный метод RTT (Round-Trip-Time). По разнице фаз отправки и прихода сигнала, точка доступа определяет время полета электромагнитной волны, а следовательно, и расстояние до мобильного устройства.

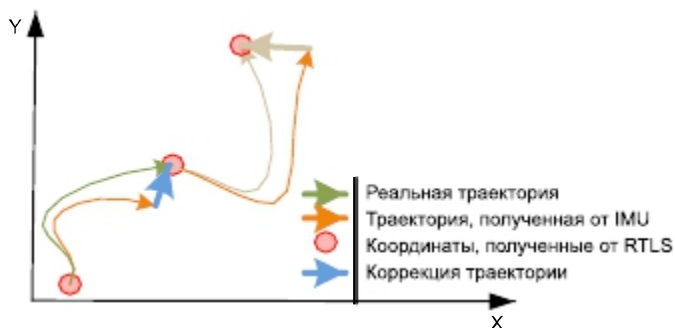
Этот метод существенно отличается от широко используемого метода определения расстояния по силе сигнала базовой станции (GSM) или точки доступа (WiFi). Определение местоположения по силе сигнала часто используется в мобильных телефонах, когда GPS сигнал недоступен. Но точность такого определения весьма низкая. Пользователь увидит на карте круг диаметром от 100м до нескольких километров.



Дело в том, что сила сигнала радиопередатчика падает не линейно при увеличении расстояния. На маленьких расстояниях дельта ($d1$) в силе сигнала большая – и система может с неплохой точностью определить расстояние, но с увеличением расстояния, дельта ($d2$) снижается, и становится меньше уровня ошибки измерений. Таким образом для систем, построенных на измерении силы сигнала (GSM, Wifi, RFID, DECT и пр.) достаточная точность определения местоположения достижима только на малых расстояниях от точек доступа, и требуется высокая плотность расстановки оборудования (одна или несколько точек доступа в каждой комнате).

Система RealTrac определяет местоположение с помощью комбинации методов:

- ToF (Time-of-Flight)
- RSSi (Received Signal Strength Indicator - по силе сигнала от точек доступа)
- IMU (Inertial Movement Unit – электронный самописец движения)



Два первых метода были описаны выше, ниже более подробное описание 3-его метода – IMU. Метод основан на использовании датчиков движения мобильного устройства: акселерометра, гироскопа и магнитометра. На основе информации от этих датчиков, мобильное устройство строит локальную траекторию перемещения, без привязки к глобальным координатам.

Основная проблема, присущая всем инерциальным системам определения местоположения, - накапливающаяся со временем ошибка, - устраняется за счет периодической привязки траектории к локальным координатам, посредством использования методов ToF и RSSi.

Передача голоса и другой информации

Система работает на частоте 2,4 ГГц (стандарт связи IEEE 802.15.4a). Данный частотный диапазон является открытым и не требует получения специальных разрешений на его использование.

Система поддерживает передачу данных по беспроводному каналу на скоростях до 2 Мб\с, что позволяет использовать этот канал для передачи голосового трафика. Голос кодируется кодеком G.729a, что обеспечивает достаточную емкость системы для организации нескольких голосовых каналов (дуплексных или полудуплексных) – до 10.

Возможность передачи данных по той же инфраструктуре, что и определение местоположения, позволяет снизить затраты на организацию ИТ инфраструктуры предприятия.

Архитектура системы

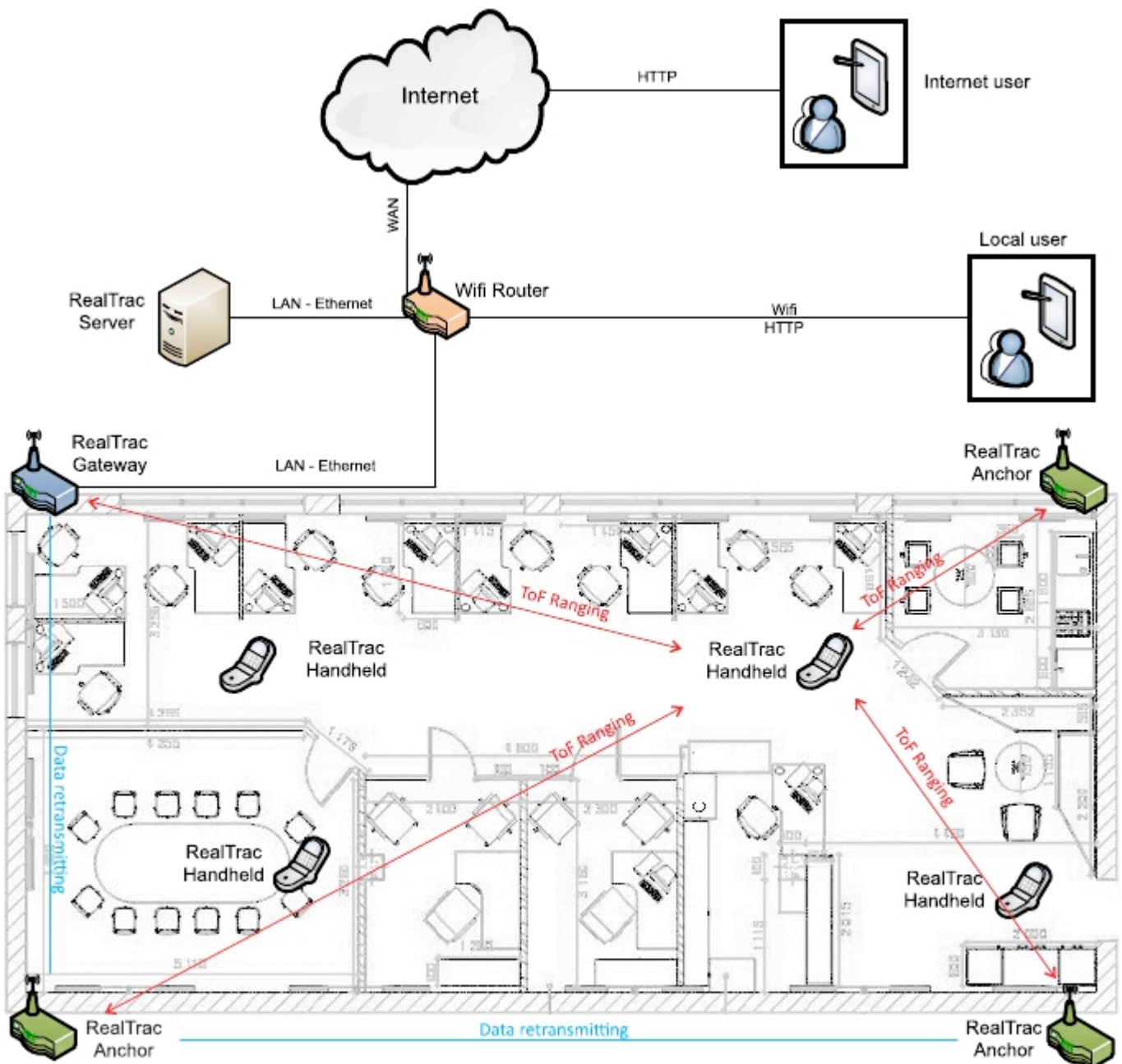
По периметру контролируемого помещения расставляются специализированные точки доступа RealTrac™, которые позволяют измерять расстояния от себя до мобильного оборудования. Для определения местоположения мобильное устройство должно находиться в видимости хотя бы 3х точек доступа.

Точки доступа могут функционировать в 2х режимах:

1. Шлюз (между проводным и беспроводным сегментом)
2. Ретранслятор

Точка доступа автоматически осуществляет выбор режима работы по наличию Ethernet линка. В независимости от режима работы, все точки доступа участвуют в процедуре измерения расстояний и определении местоположения.

Примерная сетевая схема приведена на следующем рисунке.

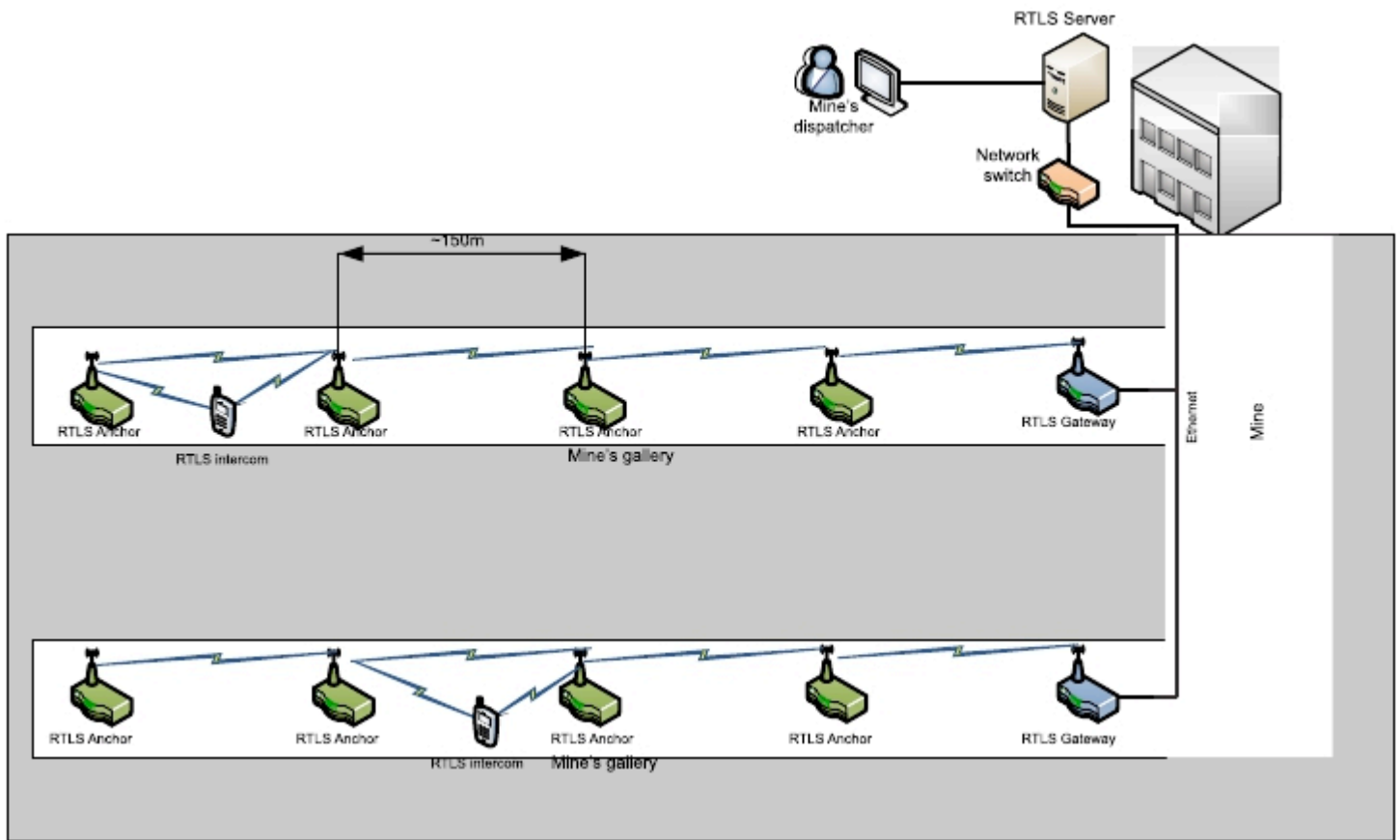


Система локального позиционирования RealTrac

Точки доступа, функционирующие в режиме шлюза, обозначены синим цветом, ретрансляторы – зеленым. При этом все точки доступа участвуют в измерении расстояния.

Данная схема используется для определения местоположения на большинстве закрытых объектов. Отдельный случай представляют собой шахты и подземные рудники. Там в ряде случаев требуется определять только 1 координату: тоннель имеет ограниченный радиус и, фактически, нужно определить только удаление человека от начала тоннеля.

В таком случае, сетевая схема выглядит следующим образом:

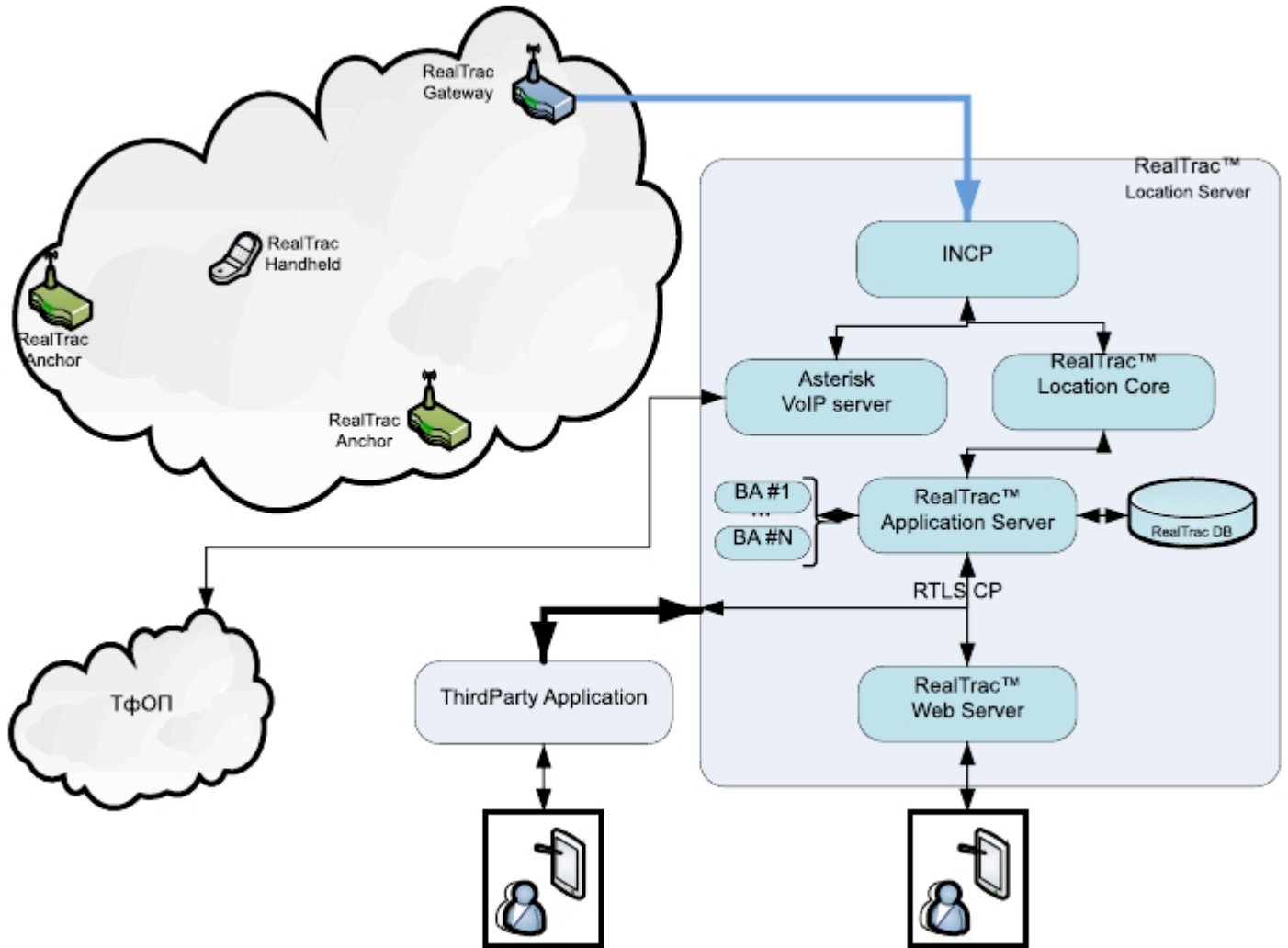


При входе в тоннель устанавливается точка доступа, которая будет являться шлюзом, и к ней подключается Ethernet. Остальные точки доступа в тоннеле будут являться ретрансляторами. Дальность установки ретрансляторов по тоннелю зависит от ширины тоннеля: для широких тоннелей расстояние может быть до 400-500 метров, для узких – не более 200. Длина цепочки ретрансляторов может составлять до 20 узлов. Если требуется покрыть связью более длинный тоннель – необходимо обеспечить проводное подключение до 41-й точки доступа.



Программное обеспечение

Программная часть системы RealTrac разработана в соответствии со стандартом ISO 24730-1. Архитектурно программную часть RealTrac можно представить следующим образом:



Взаимодействие оборудования и сервера локации происходит при помощи специального транспортного модуля INCP (Inter Nanoloc Communication Protocol), который обеспечивает работу сетевой инфраструктуры в беспроводном сегменте сети RealTrac.

На следующем уровне расположен сервер позиционирования RealTrac – Location Core. Модуль обеспечивает расчет текущего местоположения мобильных устройств, анализ локальных траекторий движения, фильтрацию данных, привязку данных к глобальным гео-координатам и т.д. На выходе модуля можно получить информацию о текущем местоположении объектов. Модуль ведет собственную базу данных для хранения временной информации о местоположении, однако данная БД предназначена только для служебного пользования.

Информация о текущем местоположении объектов принимается RealTrac Application Server, который обеспечивает длительное хранение истории перемещений, конфигурацию помещений, историю событий (входы/выходы мобильных устройств разрешенные/запрещенные зоны, выполнение регламентов/бизнес-правил, и т.д.). Набор логики данного приложения является расширяемым за счет подключением дополнительных модулей BA (Business Application).

В случае необходимости расширения функций, компания RTLService разрабатывает дополнительные модули по требованию заказчика.

Выходным интерфейсом RealTrac Application Server является прикладной протокол RTLSCP (RTLSC Communication Protocol). RTLSCP является HTTP-based протоколом. Формат представления данных – JSON. Спецификация протокола предоставляется по запросу.

Упрощенно, протокол позволяет получить информацию о местоположении объектов (текущую и архивную), информацию о совершенных звонках, состоянии оборудования, возникающих событиях и т.д. Т.е. всю ту информацию, которая может потребоваться для интеграции с внешним приложением.

RealTrac поставляется с готовым клиентским Web-приложением, в котором реализованы все базовые функции работы с системой. Данное приложение может быть использовано в качестве примера для интеграции используемого у Заказчика корпоративного приложения с системой RealTrac, так и в качестве самостоятельного приложения.

Технические характеристики

Характеристики радиопередачи

Основные технические характеристики радиопередачи системы локального позиционирования указаны в таблице.

Наименование параметра	Значение
Частотный диапазон	2.4...2.48 ГГц, нелицензируемый
Стандарт радиосвязи	IEEE 802.15.4.a
Полоса частот	80 МГц, 1 канал (опционально: 3 канала по 22 МГц)
Метод кодирования сигнала	линейно-частотная модуляция (chirp)
Битовая скорость передачи данных	2 Мбит/с
Мощность передатчиков	100 мВт (20 dBm), программное управление
Метод доступа к среде передачи	преимущественно CSMA (возможны CSMA/CA и TDMA)
Точность измерения расстояний	до 1 метра
Метод измерения расстояний	время распространения сигнала (ToF), round-trip time сила сигнала (RSSI) бортовой самописец движения (IMU)
Дальность устойчивой связи между точками доступа	до 1500 метров (прямая видимость), 50-70 метров (в помещениях, через 2-3 стены)
Дальность устойчивой связи между точкой доступа и мобильным радиоприемником	до 400 метров (прямая видимость), до 50 метров (в помещениях, через 2-3 стены)

Основные технические характеристики системы RealTrac

Наименование параметра	Значение
Точность расчета локации	1-2 метра (открытые пространства), 1-4 метров (внутри помещений)
Возможность использовать ретрансляторы для расчета локации	реализована
Исходные данные и методы расчета локаций	патентованные алгоритмы и методы расчета локаций, основанные на измерении времени распространения сигнала (Time-of-Flight), силы сигнала (Receive Signal Strength), Калмановской фильтрации, учете встроенных в мобильный узел датчиков движения, температуры, давления (запатентовано), автоматическом определении условий прямой видимости (LOS/NLOS)
Частота расчета локаций в системе	до 20 в секунду (в единой зоне слышимости)
Эффективное использование эфира	разработаны алгоритмы уменьшения количества проводимых измерений расстояний при сохранении уровня точности позиционирования мобильных объектов
Максимальное количество мобильных радиоузлов	Зависит от частоты определения локации мобильных устройств, до 25 000.
Плотность размещения точек доступа	~ 1 шт./ 400 м2 (в помещениях), ~ 1 шт./ 3000 м2 (открытое пространство)
Адресация узлов	все устройства (точка доступа, ретранслятор, мобильный радиоузел) имеют аппаратный уникальный MAC-адрес, возможна радио передача в режимах unicast и broadcast
Возможность изменения периода опроса мобильных узлов	предусмотрена
Типовой период опроса и расчета локаций мобильных узлов	от 1 сек. до 6 сек. для 4 мобильных устройств в системе
Параметры оцифровки звукового потока	8 кГц, 16 бит, моно, G.729A (~ 8 кбит/с), в ранних модификациях IMA ADPCM (33 кбит/с)
Режимы передачи звукового трафика	дуплексный ("телефон", соединение точка-точка)
Поддержка роуминга в режиме звукового соединения	реализована
Возможность шифрации трафика в беспроводном сегменте	не реализована, но возможна (аппаратная поддержка в чипах nanoLOC)