Технологии навигации и позиционирования для рынка IoT

RTLS

Зачем IoT устройствам координаты

- Ценность данных с сенсоров –> (xyzt)
- Взаимное расположение сенсоров
- Взаимодействие сенсоров и актуаторов
- Мобильные и статичные IoT устройства
- Миллионы IoT устройств -> невозможно отследить вручную

RTLS

Геолокация в «умных» городах

Мониторинг окружающей среды

Автоматизированный сбор данных инженерных систем и ЖКХ

Позиционирование персонала и оборудования в масштабах города

Мониторинг парковочного пространства

Мониторинг строительных конструкций

Управление освещением

RTLS

IoT позиционирование в животноводстве

- Противодействие кражам скота на выпасе
- Информация об отеле
- Ранее предупреждение о заболевании
- Контроль групп при передвижении на ферме
- Контроль половой охоты и полового цикла

RTLS

Настройка инструмента на сборочных конвейерах

- Идентификация модели
- Определение запрещенных/ разрешенных зон для инструмента
- Настройка параметров инструмента
- Снижение числа ошибок и переделок

RTLS

Мониторинг напольного транспорта

- Местоположение в реальном времени
- Расчет эффективности работы
- Контроль пробега расхода топлива
- Мониторинг столкновений и ударов
- Контроль скорости

RTLS

Безопасность людей на опасных объектах

- Автоматический учет персонала на объекте
- Информация о последнем местоположении каждого сотрудника
- Отображение персонала в реальном времени
- Контроль доступа в запрещенные зоны

RTLS

IoT и спутниковые системы позиционирования

- GNSS данные традиционно использовались в M2M
- Большое энергопотребление vs частота опроса
- Канал передачи данных GSM/3G/LTE – увеличение энергопотребления
- Не работает в помещениях !
- Для IoT даже на улице нужны новые технологии

RTLS

Разнообразие сетей IoT

- Большого радиуса действия: 3GPP и LPWAN
  - LTE-C1, LTE-C0, NB-IoT
  - Sigfox
  - LoRa
  - Weightless
  - etc
- Малого радиуса действия
  - BLE
  - Wi-Fi
  - IEEE 802.15.4 - UWB
- Несколько стандартов как конкурирующих так и дополняющих друг друга
- **Каждая технология требует своего подхода к позиционированию**

Bluetooth SMART

SIGFOX One network A billion dreams

WEIGHTLESS

Wi Fi ALLIANCE

LoRa Alliance Wide Area Networks for IoT

IEEE 802.15.4

UWB

RTLS

Позиционирование в WPAN сетях

RTLS

Позиционирование в инфраструктуре

- Специализированные базовые станции для радиоизмерений:
  - Сверхширокополосное радио (UWB) – 3,5 – 6,5 ГГц
  - ЛЧМ радио (CSS) – 2,4 ГГц
- Различные методы вычисления координат
  - AoA: Angle of Arival – угол приема радиосигнала
  - ToF: Time of Flight – время пролета
  - TDoA: Time Difference of Arrival – разница времени приема
- Сбор данных, мониторинг и управление TCP/IP:
  - CoAP
  - Безопасность – DTLS
  - Транспорт Ethernet либо беспроводной (802.15.4, Wi-Fi)
- Определяются координаты IoT меток: для человека, транспорта или предметов

RTLS

Алгоритмы позиционирования

TDoA

- Меньший расход энергии (3-5 лет)
- Большая плотность меток (тысячи)
- Меньшая точность – 30 см (UWB)
- Необходимость точной синхронизации времени (несколько сотен пикосекунд)

ToF

- Большая точность – 10 см (UWB)
- Маленькая плотность меток (единицы десятков)
- Большой расход энергии (450 мА/ч примерно 1 неделя)
- Не нужна синхронизация времени

RTLS

Фильтрация

- Результат – большая точность
- Основное ноу-хау
- Фильтрация
  - На базе EKF, PF и их разновидностей
  - На базе специальные алгоритмы на базе EKF и PF (map matching)
  - На базе геометрических алгоритмов

RTLS

Позиционирование в mesh сетях IoT

- Там где невозможно или дорого построить инфраструктуру
- Вычисление на основе измеренных расстояний между «вещами»
- Распределенный алгоритм
- Работает совместно с сетевым и MAC уровнем:
  - RPL протоколом
  - IEEE 802.15.4e
  - 6TiSCH
- “Work-in-progress”

RTLS

Проблемы indoor позиционирования

- Факторы влияющие на точность
  - Многолучевое распространение
  - NLOS измерения
- Факторы влияющие на надежность
  - Многолучевое распространение
  - NLOS измерения
- Факторы влияющие на стоимость
  - Размещение оборудования и планирование
  - Калибровка
- Факторы влияющие на эксплуатацию
  - Потребление электроэнергии
  - Место установки (ношения) метки

RTLS

Позиционирование в LPWAN сетях на примере LoRa

RTLS

Как это работает

- Точность GNSS или лучше
- Точность timestamp на шлюзах ~20 нс
- Для позиционирования используется uplink пакет данных, нет дополнительных затрат
- TDoA метод определения координат – все шлюзы одновременно принимают пакет
- Возможно дополнительно использовать RSS или DRSS вместе с TDoA

RTLS

Синхронизация времени для TDoA

- Самый простой метод синхронизации GNSS
  - Не всегда обеспечивает достаточную точность
  - Точные приемники дорогостоящие
  - Стандартные приемники ~30нс
- IEEE1588 PTP
  - Только для проводного подключения
  - Должны поддерживать коммутаторы
  - Точность 10-12 нс
- Беспроводная синхронизация
  - Точность несколько хуже чем точность timestamp (20 нс)
  - Занимает место в эфире – не страшно так как относительно редко
  - Достаточно недорогих TCXO

RTLS

Проблемы позиционирования в LPWAN

- Многолучевое распространение и отсутствие прямой видимости (NLOS)
  - Алгоритмы для выявления NLOS измерений
  - Аппаратные: разнесение антенн
- «Шумные» измерения RSSI
  - Аппаратные: измерение алгоритма расчета RSSI
- Редкие радио-измерения (не чаще 10 с)
  - Алгоритмы map matching и sensor fusion
- Точная синхронизация времени между базовыми станциями
  - GNSS может не обеспечивать необходимой точности
  - Алгоритмы беспроводной синхронизации времени между БС
  - IEEE1588

RTLS

Дополнительные источники информации

- Ключевое слово – sensor fusion
- Данные от: акселерометра, гироскопа, магнетометра, барометра, используются в общем фильтре
- Позволяют существенно улучшить результат в случае шумных радиоданных
- Ограниченная применимость
  - Плохая точность и стабильность
  - Гироскоп – потребление электроэнергии
  - Магнетометр – сильно подвержен магнитным возмущениям

RTLS

О компании

«РТЛС исследования и разработки» – российская компания, создающая и поставляющая технологии, аппаратуру и программное обеспечение для определения местонахождения людей, транспортных средств и предметов в режиме реального времени, контроля и анализа их перемещений внутри зданий и на открытом пространстве.

RTLS

RTLS

Спасибо за внимание !

«РТЛС исследования и разработки»
info@rtlsnet.ru
+7 (495) 545 4125
Москва, пр. Серебрякова 14