

Всероссийское СМИ

«Академия педагогических идей «НОВАЦИЯ»

Свидетельство о регистрации Эл №ФС 77-62011 от 05.06.2015 г.

(выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций)

Сайт: akademnova.ru

e-mail: akademnova@mail.ru

Шпаковский В.П. Интеграция технологий WSN и RFID для навигации подвижного состава в условиях туннеля // Академия педагогических идей «Новация». Серия: Студенческий научный вестник. – 2023. – №5 (май). – АРТ 22-эл. – 0,3 п.л. - URL: <http://akademnova.ru/page/875550>

РУБРИКА: ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 004

Шпаковский Владислав Павлович

Аспирант 3-го курса,

«Информатика и вычислительная техника»,

Научный руководитель: Сергей Викторович Соколов,

доктор технических наук, профессор,

Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего образования «Ростовский

государственный университет путей сообщения»,

Российская Федерация, г.Ростов-на-Дону,

vlad.shpakovskiy@gmail.com

ИНТЕГРАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ WSN И RFID ДЛЯ НАВИГАЦИИ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА В УСЛОВИЯХ ТУННЕЛЯ

Аннотация: Системы отслеживания, контроля и мониторинга движения поездов — это актуальная и востребованная тенденция в железнодорожном секторе. В данной статье предпринята попытка разработать подход к интеграции беспроводной сенсорной сети (WSN) с системой радиочастотной идентификации (RFID).

Сенсорная сеть предоставляет нам общие навигационные данные, в то время как RFID предоставляет точную информацию вблизи целевого объекта. Следовательно, главная задача этой работы заключалась в объединении технологий WSN и RFID для системы, которая будет способна достаточно точно отслеживать движение поезда.

Всероссийское СМИ

«Академия педагогических идей «НОВАЦИЯ»

Свидетельство о регистрации Эл №ФС 77-62011 от 05.06.2015 г.

(выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций)

Сайт: akademnova.ru

e-mail: akademnova@mail.ru

В данной статье были предложены различные формы сетевой архитектуры, для систем интеграции RFID и WSN. Какая форма интеграции должна быть выбрана, зависит от возможных затрат и условий применения.

Ключевые слова: Навигация, RFID, WSN, интеграция навигационных технологий, навигационная система.

Shpakovskiy Vladislav Pavlovich,

3 year postgraduate student,

09.06.01 "Computer science and computer technology",

doctor of technical sciences, professor, Sergey Viktorovich Sokolov,

Federal State Budgetary Educational

Institution of Higher Education

"Don State Transport University",

Russian Federation, Rostov-on-Don,

vlad.shpakovskiy@gmail.com

INTEGRATION OF WSN AND RFID TECHNOLOGIES FOR RAILWAY NAVIGATION IN TUNNEL

Abstract: Train tracking, control and monitoring systems are a hot and demanded trend in the railway sector. This article attempts to develop an approach for integrating a wireless sensor network (WSN) with a radio frequency identification (RFID) system.

The sensor network provides us with general navigational data, while RFID provides accurate information in the vicinity of the target. Therefore, the main goal of this work was to combine WSN and RFID technologies for a system that would be able to accurately track the movement of a train.

In this article, various forms of network architecture have been proposed for RFID and WSN integration systems. Which form of integration should be chosen depends on the possible costs and conditions of use.

Keywords: Navigation, RFID, WSN, integration of navigation technologies, navigation system.

Введение

Системы отслеживания, контроля и мониторинга движения поездов — это актуальная и востребованная тенденция в железнодорожном секторе. На железных дорогах с ограниченным бюджетом - точность, надежность, целостность, доступность и экономичность используемой техники являются ключевыми факторами. Сигнализация о поездах и железнодорожном движении играет важную роль в сфере беспроводной связи. Информация о движении поезда в зонах видимости со спутника в режиме реального времени поступает из спутниковой системы позиционирования [1]. Эти системы являются более точными, прецизионными, эффективными и недорогими и имеют более экономичное техническое обслуживание. Но необходимость в прямой видимости между передатчиком и приемником, а также многолучевые потери в зонах низкой видимости со спутника, таких как горы, туннели, долины, глубокие выемки и т.д., создают помехи, которые значительно искажают получаемую информацию. Качественная навигационная информация не может быть передана только на основе спутниковых систем позиционирования [2]. Некоторые дорогостоящие методы геодезии, такие как наблюдение с беспилотных летательных аппаратов, интерферометрический радар с синтезированной апертурой, лазерное сканирование, также могут быть использованы для получения географических данных. Но применение таких систем сильно ограничено их стоимостью, площадью покрытия и сроком службы. Описанные выше факторы позволяют нам сосредоточиться на

разработке сенсорной технологии. Интеграция спутниковой навигационной системы с сенсорной технологией может обеспечить разнообразие совместной связи [3]. В данной статье предпринята попытка разработать подход к интеграции беспроводной сенсорной сети (WSN) с системой радиочастотной идентификации (RFID). Сенсорная сеть предоставляет нам общие навигационные данные, в то время как RFID предоставляет точную информацию вблизи целевого объекта.

В настоящее время WSN используется во многих областях применения, таких как наблюдение, измерение температуры, влажности и других параметров окружающей среды, техническое обслуживание зданий, мониторинг загрязнения и т.д. Технология WSN очень полезна для автономного процесса сбора данных с датчиков. Это группа разнородных сенсорных узлов, способных фиксировать, идентифицировать и позиционировать объекты для мониторинга и управления распределенным образом. В данной работе мы рассматриваем его для мониторинга рельса и окружающей его среды с помощью функции зондирования, а не для идентификации поезда. Чтобы преодолеть это ограничение, RFID является лучшим выбором, поскольку он обнаруживает и идентифицирует движущийся поезд с помощью точной навигации. Интегрируя две важные беспроводные технологии, такие как WSN-RFID, можно еще больше повысить точность, а также качество навигационной системы [4]. Это полностью автоматизированная беспроводная модель, расположенная на движущемся поезде для определения местоположения поезда, его скорости и других параметров. Ожидается, что объединенная информация с датчиков повысит точность обнаружения поездов и степень информативности слежения за ними в туннеле. Одна из основных целей упомянутой технологии синтеза заключается главным образом в том, что каждый элемент системы может

компенсировать сбой другого. Преимущество использования этой теории заключается в том, что спроектированная система является стабильной и оптимально подходит для задач слежения за подвижным составом в труднодоступных местах, таких как туннели. Следовательно, главное направление этой работы заключается в рассмотрении объединения технологии WSN и RFID для системы, которая будет способна достаточно точно отслеживать движение поезда.

1. Способы интеграции WSN и RFID

Основной задачей для наблюдения за составом в туннеле является отслеживание, обнаружение и распознавание движущегося объекта в выделенной зоне. Для непрерывного контроля и мониторингов движения поездов в туннеле требуется построить модель наблюдения. Одной из основных целей синтеза технологии WSN и RFID является то, что каждая система может компенсировать отказ другой. Ожидается, что объединенная информация с датчиков повысит точность обнаружения поездов и слежения за ними в туннеле. WSN — это группа разнородных сенсорных узлов, способных воспринимать, идентифицировать, позиционировать объекты для мониторинга и управления распределенным образом. В данной работе предлагается рассмотрение его для мониторинга путей и окружающей их среды с помощью функции зондирования, а не для идентификации самого поезда. Для системы WSN используется распределенный алгоритм управления, в котором координация и связь между взаимосвязанными датчиками обеспечивается со значительным повышением точности. Подсистема состоит из датчиков, которые связаны друг с другом для обмена данными по WSN. В каждой из этих подсистем базовая станция действует как контроллер, который передает командный сигнал на исполнительный механизм, обеспечивая его выполнение узлом.

Система RFID в основном состоит из меток и считывателя. Тег содержит идентификационную информацию и память, в которой хранятся дополнительные данные. Считыватель способен считать и записать данные, находящиеся в самих тегах. Каждая бирка оснащена беспроводным модулем, который способен передавать данные на считыватель. Фактически считыватель действует как сенсорный узел, который считывает идентификацию движущегося поезда в туннеле. RFID интегрируется с WSN таким образом, что каждая метка подключается к датчику. Датчики периодически и независимо регистрируют данные о местоположении поезда. Полученные данные передаются на считывающее устройство. Считыватель рассматривается как узел датчика, который считывает идентификацию поезда. RFID-метка оснащена беспроводным модулем, который передает данные на считыватель и от него. В итоге информация поступает в общую базу данных через веб-сервер.

2. Проектирование схемы системы

Интеграционная модель WSN- RFID используется для обнаружения движущегося поезда и его кинематики в туннеле. Предлагается конструкция с использованием цифровой системы управления. Для управления положением и скоростью поезда нам необходимо создать сервосистему. На рис. 1 показана структурная схема контроллера, следящего за перемещением рассматриваемого объекта. Разработанная система управления включает в себя обратную связь состояния и интегратор в замкнутом контуре.

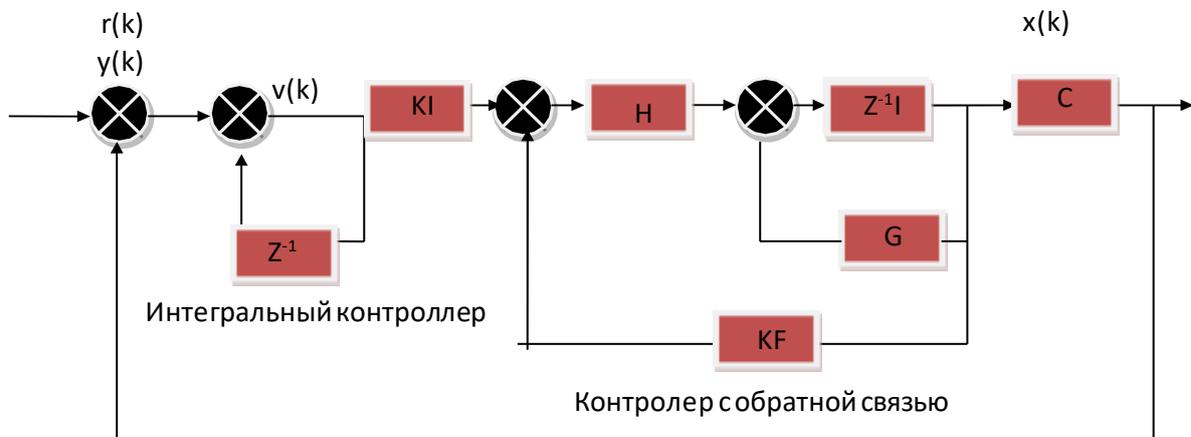


Рис.1. Структурная схема проектируемой сервосистемы

Проектными переменными являются:

KI - постоянная усиления интегрального контроллера

KF - матрица усиления контроллера с обратной связью о состоянии.

$r(k)$ - ступенчатый ввод, при котором движение поезда рассматривается ступенчато.

$y(k)$ - смещение поезда, является выходным сигналом системы.

$x(k)$ - состояние системы

$u(k)$ - управляющий вход

G - матрица состояния системы ($n \times n$ матрица),

H - управляющая матрица ($n \times r$ матрица)

Данные величины, являются проектными параметрами для будущего создания такого рода системы.

3. Интеграция RFID-считывателя и WSN

На данный момент очень активно используются RFID-сети, например, система определения местоположения в реальном времени (RTLS), что подразумевает интеграцию сенсорных узлов в RFID для получения большего количества необходимой нам информации об окружающей среде.

В обнаруженной области разворачивается набор меток и сенсорных узлов. Интеллектуальные станции собирают информацию с меток и сенсорных узлов, а затем передают ее на локальный компьютер или удаленную локальную сеть. Здесь информация RFID и WSN может быть интегрирована в базовую станцию, что делает ее более интеллектуальной. Например, данные WSN запускают RFID-считыватель при определенном событии.

Система будет состоять из трех классов устройств. Первый класс — это беспроводные устройства без серьезных ограничений по энергопотреблению, называемые интеллектуальными станциями. Устройство будет содержать RFID-считыватель, 32-разрядный микропроцессор для локальной обработки данных и сетевое подключение. Они практически идентифицируются с проводными устройствами, но используют беспроводные подключения к магистральной сети для более удобного развертывания. Второй и третий классы — это обычные метки и сенсорные узлы.

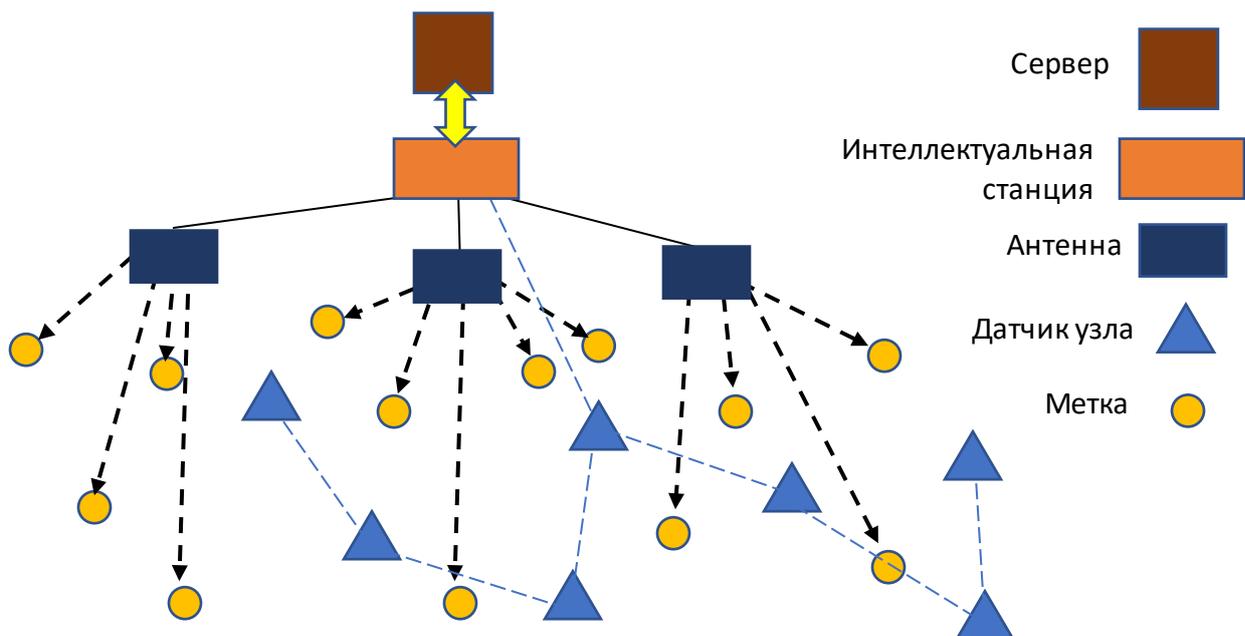


Рис. 2. Архитектура гетерогенной сети

Здесь нет проблем с ограниченными ресурсами и энергопотреблением на интеллектуальных станциях, что позволяет предположить возможность использования традиционной архитектуры интернет-протокола. Это означает, что в каждой интеллектуальной станции реализован многоуровневый сетевой стек, который обеспечивает не только некоторую обработку, но и маршрутизацию данных и, в конечном счете, даже надежные транспортные протоколы, такие как TCP.

4. Распределенный интеллектуальный узел

Интеллектуальный узел состоит из трех частей: чувствительной части, которая использует различные датчики для обнаружения интересующего физического сценария, считывающей части, которая считывает меньше меток по сравнению с обычным RFID-считывателем, и радиопередатчика, который передает полученные данные.

Интеллектуальные узлы считывают меньше тегов и могут быть плотно развернуты в виде самоорганизующейся WSN. Интеллектуальные узлы работают автономно и передают информацию о данных на принимающий узел. Собранные информация передается с помощью нескольких переходов. Поскольку информация тегов в одной и той же области схожа, ее можно сжать с помощью простых и высокоэффективных методов сжатия данных в каждом интеллектуальном узле. Следовательно, необходим гибкий протокол связи. В настоящее время протокол ZigBee является лучшим кандидатом для предлагаемой архитектуры из-за его особенностей, которые мы описываем в разделе технические основы. ZigBee использует множество методов для снижения энергопотребления на физическом уровне и на уровне MAC. Далее мы произведем теоретический расчет того, как долго продлится ожидаемый срок службы батареи. Ограничение энергопотребления является чрезвычайно

важной проблемой, когда интеллектуальные узлы хотят применять в промышленности, поскольку замена батареи не принимается во внимание.

5. Интеллектуальные сенсорные метки

Многие активные и полупассивные метки имеют встроенные датчики в своей конструкции. Например, узлы Mica, схожи и могут выполнять ту же роль, что и активная метка [8]. Но это не совсем узлы сенсорной сети, потому что они взаимодействуют в централизованном режиме и не могут взаимодействовать друг с другом через сформированную одноранговую сеть. Предоставив им микроконтроллеры, они сами будут решать, какие данные и когда следует получать. Поэтому возможно заменить активные метки узлами Mica, к тому же, в будущем узлы Mica станут намного дешевле. Узлы Mica, используемые в потенциальных приложениях RFID, для простоты можно называть мини-узлами.

Мини-узлы могут передавать информацию от одного к другому до тех пор, пока данные не достигнут последнего приемопередатчика, который взаимодействует с одним считывающим устройством. Это эффективно сокращает затраты на считыватель и инфраструктуру проводной сети. Сетевая архитектура комплексного системного решения показана на рис.3.

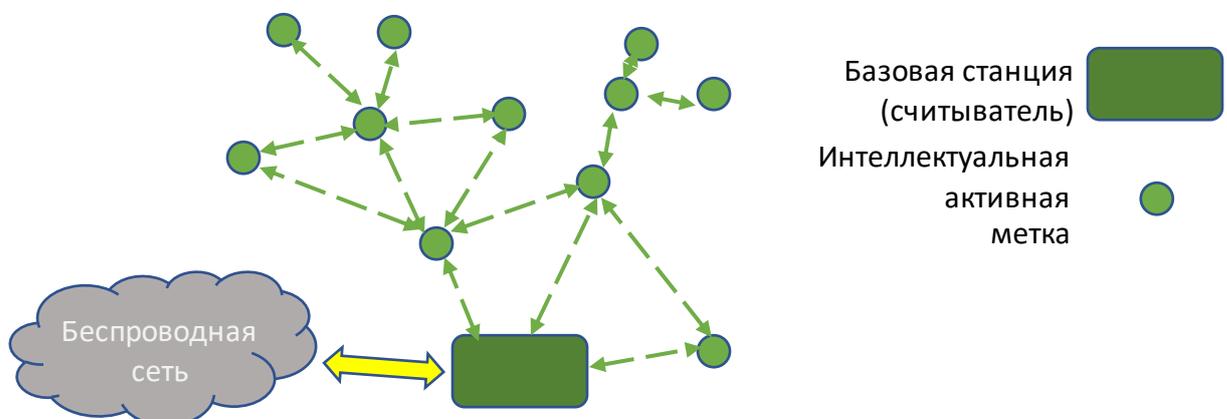


Рис. 3. Архитектура сети мини-узлов (интеллектуальные активные теги)

Поскольку стоимость устройств очень низкая, а поток данных в сеть небольшая, стандарт IEEE 802.15.4/ZigBee идеально применим к сети с мини-узлами. ZigBee может помочь чипам, которые имеют низкую зону передачи, стать более «умными» благодаря функциям, входящим в ее состав.

Заключение

В данной статье были предложены различные формы сетевой архитектуры, которые имеют последовательные особенности в виде различных функциональных узлов, интегрированных в RFID-метки или считыватели с сенсорными узлами.

При интеграции интеллектуальных станций и смешанных RFID-считывателей - базовые станции WSN являются решающим фактором для всей системы. Базовые станции сложны и дорогостоящи, а их очень большой объем затрудняет передвижение. Если с интеллектуальной станцией что-то не так, вся система выйдет из строя, и, следовательно, надежность системы снизится. По сравнению с интеллектуальными станциями другие рассмотренные способы интеграции обеспечивают гораздо более дешевое и гибкое управление. Они будут наиболее эффективны, когда требования к реальному времени не являются строгими, а передаваемые данные не очень велики. С другой стороны, когда количество передаваемых данных очень велико или необходимо выполнить работу в режиме реального времени, смешанное развертывание RFID-считывателя и базовой станции WSN будет очень эффективным, и не нужно будет беспокоиться о дополнительных ограничениях энергопотребления.

Какая форма интеграции должна быть выбрана, обычно зависит от возможных затрат и условий применения. Если система отслеживает множество объектов на ограниченном расстоянии, можно выбрать гетерогенную сеть со смешанными узлами WSN и RFID-метками для более

высоких требований к работе в режиме реального времени или сеть с мини-узлами для меньшего количества объектов. С другой стороны, если система осуществляет мониторинг объектов в широком диапазоне, можно выбрать распределенную сеть считывателей датчиков с ограниченной функциональностью, поскольку требований к работе в режиме реального времени нет.

Список использованной литературы:

1. L. E. Aguado, и др: «A low Cost Low Power GPS Positioning system for monitoring Landslide», Environmental Science, 2006.
2. Will Hedgecock, и др.: «High accuracy difference tracking of low cost GPS receive», Конференция: MobiSys, 2013.
3. X, Lieu and A. Goldsmith, «Wireless Communication Tradeoff in distributed Control», Конференция: Decision and Control, 2003.
4. Zhang, and Z. Wang, «Integration of RFID into Wireless Sensor Networks: Architectures, Opportunities and Challenging Problems», Конференция: Proceedings of the Fifth International Conference on Grid and Cooperative Computing Workshops, 2006.
5. Zehang Sun, George Bebis, Ronald Miller, «On-Road Train Detection: A Review», IEEE Transactions On Pattern Analysis And Machine Intelligence, 2006.
6. Y.Sun, S, Zang, H.Xu, S. Lin «Cooperative Communication for Wireless Ad hoc Sensor network», International Journal of distributed sensor network, 2013.
7. W. Chen, and Y Fu «Cooperative distributed target tracking algorithm in mobile wireless sensor network» International Journal of Control Theory and Applications, 2011.
8. Crossbow Technology. MPR - Mote Processor Radio Board, MIB - Mote Interface/Programming Board User's Manual, 2003.

Дата поступления в редакцию: 29.05.2023 г.

Опубликовано: 30.05.2023 г.

© Академия педагогических идей «Новация».

Серия «Студенческий научный вестник», электронный журнал, 2023

© Шпаковский В.П., 2023