

Список використаних джерел

1. Saad, W. A vision of 6G wireless systems: Applications, trends, technologies, and open research problems / W. Saad, M. Bennis, and M. Chen // IEEE Network. – 2020. – Volume 4, Issue 3. – P. 134–142.
2. Штомпель, Н. А. Тенденции развития методов помехоустойчивого кодирования информации в телекоммуникациях / Н. А. Штомпель // Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил – Харків: ХНУПС ім. І. Кожедуба, 2017. – № 1. – С. 35–37.
3. Berbia, H. Genetic Algorithm for Decoding Linear Codes over AWGN and Fading Channels / H. Berbia, F. Elbounani, R. Romadi, H. Benazza, M. Belkasm // Journal of Theoretical and Applied Information Technology. – 2011. – Vol. 30, № 1. – P. 35 – 41.

*Давиденко М. Г., к.т.н., доцент,
Зінченко О. Є., к.т.н., доцент (УкрДУЗТ)*

УДК 656.259/519.7

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ОПТИМАЛЬНОГО ПРИЙМАННЯ СИГНАЛІВ В СИСТЕМАХ ІНТЕРВАЛЬНОГО РЕГУЛЮВАННЯ РУХУ, ПОВУДОВАНИХ НА БАЗІ РЕЙКОВИХ ЛІНІЙ

Системи інтервального регулювання руху поїздів є важливою технічною складовою комплексу засобів з дотримання умов безпечного переміщення залізничного контенту. Підсистеми автоматичної локомотивної сигналізації неперервного типу (АЛСН) та тональних рейкових кіл (ТРК), в свою чергу, є важливими складовими вказаних систем. Метою функціонування цих підсистем є донесення до кінцевого споживача (локомотивної бригади або/та диспетчера) інформації про вільність або зайнятість однієї або кількох ділянок рейкової колії, що передують поїзду. В обох із цих підсистем інформаційний сигнал поширюється від генератора до приймального пристрою рейковою лінією, тобто парою рейок, які і утворюють власне залізничну колію. Така лінія передачі сама по собі ніяк не захищена від зовнішніх електромагнітних завад. Вона також може створювати завади внутрішнього походження, обумовлені існуванням локальної намагніченості рейок і шумами в провідному середовищі. Завади усіх видів можуть призводити до помилок в формуванні рішень щодо руху поїздів, а звідси – до утворення надзвичайних ситуацій. З огляду на зростання кількості та типу джерел техногенних завад в існуючих приймальних пристроях АЛСН та ТРК зростає кількість помилок при прийомі інформаційних сигналів. Тому задача підвищення завадостійкості прийому таких сигналів є вкрай актуальною.

З практичної точки зору об'єктивним показником

завадостійкості є величина ймовірності помилки в прийнятті рішення за фіксований час спостереження суміші “сигнал + завада”. Математичним інструментом побудови алгоритмів обробки цієї суміші і синтезу відповідних приймачів, які забезпечують мінімально досяжну величину ймовірності такої помилки, є теорія оптимального прийому сигналів.

Вважатимемо, що всі завади адитивні відносно сигналу та одна відносно іншої. Специфікою АЛСН є те, що інформаційних сигналів три (“зелений”, “жовтий” та “червоно-жовтий”). А відтак задача оптимального прийому сигналів набуває вигляду задачі оптимального розрізнення трьох сигналів. Типова завада роботі АЛСН є трикомпонентною: 1) імпульсна завада, викликана проїздом стрілки або ізолюючого стику; 2) завада від лінії електропередач змінного струму; 3) стаціонарна шумова завада. Перші дві завади структурно детерміновані, їм можна поставити у відповідність аналітичні вирази. Специфікою ТРК є те, що інформаційний сигнал один, і тому задача оптимального прийому набуває вигляду задачі оптимального виявлення сигналу. Типова завада роботі ТРК є п'ятикомпонентною: 1) завада від суміжного ТРК; 2) сумарна завада від тягового струму в рейках і від лінії електропередач; 3) завада від тягового перетворювача локомотива; 4) імпульсна завада; 5) стаціонарна шумова завада. Перші чотири завади структурно детерміновані, їм можна поставити у відповідність аналітичні вирази. Як у випадку АЛСН, так і у випадку ТРК числові параметри структурно детермінованих завад невідомі, але їх можна вважати постійними на інтервалі спостереження. У випадку АЛСН рішення про вид сигналу треба виносити щоімпульсно, у випадку ТРК – за найменший технологічно можливий час. За таких умов єдиним шляхом розв'язання задачі є попереднє сумісне оцінювання параметрів сигналу та завад щоінтервалу спостереження. Критерієм точності оцінювання параметрів прийнято мінімум середнього квадрату помилки апроксимації. За отриманими оцінками параметрів розраховано величини власне помилки апроксимації. Потрібне рішення (вид сигналу АЛСН або наявність/відсутність сигналу в ТРК) відповідає каналу обробки, в якому величина помилки найменша. Сумісне оцінювання параметрів інформаційного сигналу та структурно детермінованих завад забезпечує оперативну адаптацію пристрою до змін в часі кожного з цих параметрів. Числові оцінки завадостійкості синтезованих пристроїв задовольнили нормативним вимогам.

Список використаних джерел

1. Фалькович С.Е., Хомяков Э.Н. Статистическая теория измерительных радиосистем. Москва: Радио и связь, 1981. 288с.

2. Development of a device for the optimal reception of signals against the background of an additive three-component interference/ O. Ananieva, M. Babaiev, V. Blyndiuk, M. Davidenko// Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2019. Vol.2, Issue 9(98). P. 6-13.
3. Synthesis of a device for anti-jamming reception of signals of tonal rail circuits on the background of additive five-component interference/ S. Panchenko, O. Ananieva, M. Babaiev, M. Davidenko, V. Panchenko// Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2021. Vol.3, Issue 9(111). P.94-102.

*Кривуля Г. Ф., д.т.н., професор,
Токарев В. В., к.т.н., доцент,
Щербак В. К., аспірант (ХНУРЭ)*

ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ ЛОКАЛИЗАЦИЯ УЗЛОВ В БОЛЬШИХ БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЯХ

В настоящее время беспроводные сенсорные сети (БСС) применяются в различных приложениях, когда информация о местоположении сенсорных узлов помогает интерпретировать воспринимаемые данные в пространственном контексте.

Подавляющее большинство алгоритмов, разработанных для БСС, основаны на том, что все узлы датчиков знают свое положение и, более того, положение ближайших соседних узлов. Поскольку каждое предоставленное измерение строго связано с положением узла датчика в пространстве, процесс локализации по отношению к локальной / глобальной системе координат для каждого узла должен быть реализован. Более того, некоторые другие проблемы, связанные с сетью беспроводных датчиков, (например, географическая маршрутизация, оценка зоны покрытия или процедуры перехода в спящий режим / пробуждение узлов), могут увеличить потребность в выполнении локализации узлов. Цель локализации - предоставить физические координаты для всех узлов датчиков.

Сенсорные узлы обычно развертываются мобильным роботом или другими средствами случайным образом, поэтому они не имеют предварительной информации о своем местонахождении. Оснастить каждый сенсорный узел устройством глобальной системы позиционирования (GPS) из-за высокой стоимости и энергопотребления невозможно для крупномасштабных сетей размерностью несколько сотен и тысяч узлов.

В случае развертывания БСС вручную этот процесс несложен. Для случайного развертывания проблема локализации узлов усложняется. В этом случае используют специальные узлы, которые могут

определять их местоположение автоматически. Эти специальные узлы известны как узлы привязки или якорные узлы, являясь основой каждого метода локализации в глобальных координатах

Из-за неравномерного развертывания узлов привязки в крупномасштабных беспроводных сенсорных сетях на производительность локализации серьезно влияют две проблемы. Во-первых, некоторым неизвестным узлам не хватает соседних якорей для точной локализации. Во-вторых, у некоторых неизвестных узлов есть много соседних якорей, что создает большую вычислительную нагрузку во время локализации. В этой работе предлагается алгоритм локализации, который сочетает совместную оптимизацию и диагностирование БСС. Для первой проблемы предложенный алгоритм выбирает наиболее надежные соседние локализованные узлы в качестве опорных при локализации. Для второй проблемы алгоритм использует три критерия для выбора минимального набора надежных соседних якорей для локализации неизвестного узла. Приведены три критерия для выбора надежных соседних якорей или локализованных узлов при локализации неизвестного узла, включая расстояние, угол и точность локализации.

Важнейшее требование к работе БСС – передача необходимой информации с определенной степенью надежности в условиях, когда возможны отказы компонентов сети. В процессе работы БСС возможны отказы, как узлов, так и каналов связи. Под отказом узла понимается событие, состоящее в том, что узел не выполняет свои функции либо вследствие отказов его компонентов, либо вследствие разрядки батареи. Под отказом канала понимается событие, следствием которого является невозможность его использования для передачи какой-либо информации. В качестве показателя надежности узла обычно используется вероятность безотказной работы в течение интервала времени T (заданной наработки) при условии, что узлы являются невосстанавливаемыми, а их отказы независимы.

Для обеспечения необходимой надежности работы БСС предлагается осуществлять тестовое диагностирование сети с использованием якорных дополнительных узлов, которые применялись для локализации. Количество таких тестовых узлов равно числу Хэмминга в зависимости от общего числа узлов сети, т.е. суммарного числа датчиков для сбора информации (SN) и узлов ретрансляции (RN) и вычисляется как $k = 2k - m - 1$, где k – количество тестовых узлов, m – исходное число узлов БСС. После проведения тестового диагностирования сети код Хэмминга указывает адрес неисправного узла.