

АЛГОРИТМ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО УПРАВЛЕНИЮ ТАКТИЧЕСКОЙ БЕСПРОВОДНОЙ СЕНСОРНОЙ СЕТЬЮ

Романюк В.А.¹, Лысенко А.И.², Степаненко Е.А.¹, Жук А.В.¹, Романюк А.В.²

1. Военный институт телекоммуникаций и информатизации, Украина

2. Институт телекоммуникационных систем КПИ им. Игоря Сикорского

E-mail: romval2016@gmail.com

Algorithm of decision-making management of the tactical wireless sensors network

A new approach and algorithm of decision-making for tactical wireless sensor network management are proposed, which taking into account the features of its construction and functioning.

Тактические беспроводные сенсорные сети (ТБСС) предназначены для сбора информации о состоянии войск противника и своих войск (их обнаружение, идентификация, определение координат и траекторий перемещения военнослужащих и техники и т.п.) в реальном масштабе времени. ТБСС состоят из сенсорных узлов с интегрированными функциями мониторинга определенных параметров внешней среды, их обработки и передачи данных должностным лицам пунктов управления [1]. Сенсорный узел состоит из набора датчиков параметров внешней среды (акустических, температурных, оптических, магнитных и т.д.), микропроцессора, батареи и приемопередатчика с функциями маршрутизатора (возможно наличие системы позиционирования). ТБСС относятся к классу самоорганизующихся радиосетей [2] и характеризуются: ограниченностью ресурсов узлов сети (по памяти, производительности процессора, мощности передатчика, энергии батарей), ограниченной дальностью и пропускной способностью каналов радиосвязи, динамичной топологией, концентрацией трафика вокруг шлюза и т.д. Тип узлов (стационарный, подвижной), параметры мониторинга, размерность сети, тип трафика, организация управления (децентрализованная, централизованная) зависит от назначения ТБСС и предполагаемых боевых задач.

Сенсорные узлы должны адаптироваться к частым изменениям топологии сети, трафика и эффективно использовать ограниченные сетевые ресурсы. В таких условиях обеспечить покрытие узлами необходимой площади, ее мониторинг и передачу данных с заданным качеством невозможно без эффективной системы управления (СУ) [3]. К СУ предъявляются следующие основные требования: обеспечение адаптивного и распределенного функционирования сети; оптимизация характеристик сети; обеспечение принятия решений в реальном масштабе времени; максимальная автоматизация процессов управления; безопасность передачи и т.д.

Определены основные принципы функционирования СУ ТБСС: адаптивность, функциональность, иерархичность, распределенность,

координация взаимодействия, оптимальность.

Функционирование сети включает следующие этапы: планирование, развертывание (восстановление поврежденных участков) и оперативное управление. Основными функциями управления ТБСС являются: построение и поддержание покрытия, мониторинга, топологии сети, маршрутов передачи данных заданного качества при полученной топологии, обеспечение процесса передачи данных мониторинга с заданным качеством, увеличение времени функционирования сети.

Исходными данными для процесса принятия решений по управлению ТБСС являются:

1. Размеры и характеристики территории покрытия.
2. Предполагаемые параметры объектов мониторинга – тип объектов противника и их количество, возможные точки входа в зоны мониторинга и т.д.
3. Ресурсы сети: количество, типы сенсорных узлов (стационарные, мобильные); характеристики сенсорных узлов (количество и тип сенсоров в узле, модели наблюдения, параметры приемопередатчика, имеющая энергия батарей, производительность процессора, величины расхода энергии батарей при различных режимах работы, множество заложенных алгоритмов управления, протоколов информационного обмена на различных уровнях OSI и т.п.); способы (случайный, детерминированный) и средства развертывания; множество реализованных в СУ методов управления сетью и т.д.
4. Директивные требования к качеству функционирования сети по: покрытию, мониторингу и передаче данных, временам функционирования, развертывания и восстановления.

Необходимо синтезировать ТБСС, обеспечивающую заданные: качество покрытия определенной территории, качество мониторинга объектов на ней, качество передачи данных мониторинга к шлюзу, время функционирования при имеющихся ресурсах и информации о противнике.

Алгоритм принятия решений по управлению сетью содержит следующие шаги.

- I. На этапе планирования (развертывания, восстановления):
 1. Определить необходимый тип сенсорных узлов (количество параметров мониторинга) в зависимости от параметров объекта наблюдения.
 2. Определить способ развертывания (случайный, детерминированный) в зависимости от оперативной обстановки и имеющихся средств доставки.
 3. Определить тип покрытия (зональный, целевой, барьерный) и модели покрытия (дисковая, секторная и др.) в зависимости от параметров объектов противника.
 4. Рассчитать необходимое количество сенсорных узлов для обеспечения заданного качества покрытия (целевые функции – минимум используемых узлов, минимум непокрытых зон, целевой барьер, обеспечение k -покрытия и др.) на заданный интервал времени. При детерминированном (случайном) способе покрытия рассчитать координаты (области) их размещения (доставки).
 5. Разместить (доставить) узлы сенсорной сети и инициализировать сеть.
- II. На этапе оперативного управления:

1. Сбор информации (периодический, по событиям, по требованиям) о параметрах состояния элементов всей сети или определенных фрагментов сети.

2. Анализ информации состояния – определяются: уровень выполнения сетью своих функций, необходимость управляющего воздействия, определяются цели управления с дальнейшей детализацией их на подцели.

3. Принятие решения по управлению в виде решения задач по функциям СУ и уровням эталонной модели OSI.

Задача принятия решения по управлению ТБСС сведена к задаче многокритериальной оптимизации для заданных целей и альтернатив, представленных в виде дерева "цели – подцели (задачи управления) – алгоритмы управления – управляющие воздействия".

Задача расчета, формирования и восстановления покрытия заданного качества (в виде зон, целей, барьеров) определенной территории. Например, для максимизации времени функционирования сети T_{ϕ} рассчитать максимальное количество независимых множеств покрывающих активных узлов, обеспечивающих покрытие территории с заданным качеством.

Задача мониторинга объектов с заданным качеством – определение узлов мониторинга, узлов-ретрансляторов, параметров мониторинга и интенсивности трафика узлами-мониторинга и т.п.

Задача связности и оптимизации топологии сети (сетевой уровень OSI). Для каждого полученного независимого множества активного покрытия определить связную топологию, провести ее оптимизацию в зависимости от заданных целевых функций.

Задача маршрутизации. Построить дерево маршрутов передачи заданного качества от узлов-мониторинга до шлюза по заданным целевым функциям.

Задача обеспечения QoS качества передачи данных на всех уровнях OSI.

Задача минимизации расхода энергии батарей при реализации всех процессов функционирования сети (а также по всем уровням OSI) для максимизации T_{ϕ} . Например, построить план последовательного использования (переключения) активных подграфов сети (активные узлы-мониторинга в покрытии + активные узлы дерева маршрутизации) для максимизации T_{ϕ} .

4. Выдать управляющие воздействия рассылкой служебной информации и установить режимы работы узлов (активный, пассивный; узел-мониторинга или только узел-ретранслятор; установить мощности передатчиков и т.п.), сети.

Таким образом, предложены новые подходы и алгоритм принятия решений по управлению тактической беспроводной сенсорной сетью, учитывающие особенности ее построения и функционирования.

Литература

1. Міночкін А.І. Методологія управління тактичними сенсорними мережами / А.І. Міночкін, В.А. Романюк // Збірник праць науково-технічної конференції. – К.: ВІПІ НТУУ "КПІ". – 2008. – С. 15 – 26.
2. Бунин С.Г. Самоорганизующиеся радиосети со сверхширокополосными сигналами / С.Г. Бунин, А.П. Войтер, М.Е. Ильченко, В.А. Романюк. – К.: Наукова думка, 2012.
3. Романюк В.А Система управління неоднорідними безпроводовими сенсорними мережами / В.А. Романюк, О.І. Лисенко, А.В.Романюк, В.І., Новіков / XI Міжнародна науково-технічна конференція "Проблеми телекомунікацій -2017" . – С. 28 – 32.