

СБОР ИНФОРМАЦИИ МОНИТОРИНГА В БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЯХ С БПЛА

Романюк А.В.

Институт телекоммуникационных систем

КПИ им. Игоря Сикорского, Украина

E-mail: anton.romaniuk@gmail.com

Collection of monitoring information in wireless sensor networks with UAV

An analysis of the existing approaches to the organization process of collecting information from the wireless sensors networks using UAV was carried out. The list of tasks and algorithms for the network management systems operation are proposed.

Современные беспроводные сенсорные сети (БСС) могут состоять из большого количества сенсорных узлов. Замена батарей для большого количества узлов может быть непрактичной или не возможной. Сеть может быть предназначена для работы в течение нескольких месяцев или даже лет в труднодоступных районах. В этих условиях актуальным становится применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для сбора информации мониторинга [1]. Сенсорные узлы осуществляют мониторинг определенных параметров внешней среды зон своего покрытия, хранят полученные данные и ждут возможности их передачи на центр сбора информации через БПЛА при его появлении в зоне радиосвязности. БПЛА облетают территорию и собирают данные мониторинга от сенсорных узлов

Сенсорные узлы имеют ограниченные ресурсы по энергии батареи, производительности процессора, памяти, мощности передатчика, пропускной способности радиоканала и т.д. Поэтому актуальным является увеличение времени функционирования сети при реализации процесса сбора данных с БПЛА [1 – 2].

Синтез методов сбора информации о БСС зависят от параметров (рис. 1):

- сети (предназначение, размерность, заданное время функционирования, способы развертывания и т.п.);
- сенсорных узлов (количество, тип сенсоров узла, тип трафика, параметры передатчика, энергия батарей, производительность устройств и т. д.);
- БПЛА (тип, время, скорость и высота полета, количество тип оборудования, протоколы информационного обмена и т.д.);
- принятой системы управления сетью (централизованная или децентрализованная), множества заложенных алгоритмов управления, протоколов информационного обмена на различных уровнях OSI и т.д.

Существующие подходы сбора информации с узлов с использованием БПЛА в качестве мобильного шлюза в БСС можно разделить на три группы.

1. Непосредственный сбор БПЛА информации мониторинга с каждого узла. В этом случае БПЛА облетает сенсорное поле по определенному маршруту и собирает данные с каждого узла.

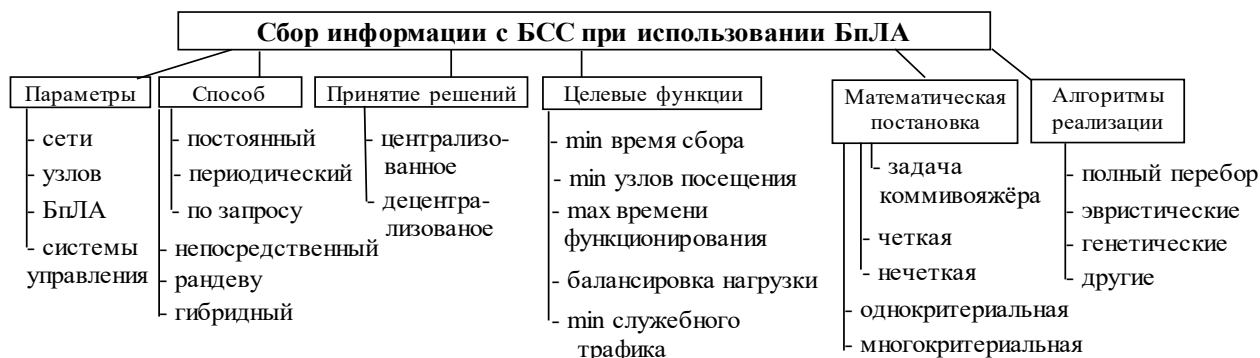


Рис. 1. Сбор информации с БСС при использовании БпЛА

2. Сбор БпЛА информации мониторинга с выделенных узлов-рандеву, хранящих информацию мониторинга узлов выделенного кластера сети. Для обеспечения способа рандеву необходимо синтезировать и реализовать дополнительные алгоритмы управления сетью:

- разбиение сети на кластеры и выбор узлов-рандеву в кластерах (должна быть произведена оптимизация количества и размеров кластеров в зависимости от различных целевых функций) и складывающейся обстановки;
- построение энергоэффективной топологии в каждом кластере;
- организация процесса маршрутизации сбора данных до головы кластера;
- построение, оптимизация и корректировка пути облета БпЛА узлов рандеву.

3. Гибридный. Сеть также разбивается на кластеры. Однако маршрут облета БпЛА строится для посещения узлов-рандеву с корректировкой траектории первоочередного посещения критических узлов (например, с малой энергией батарей или перегруженных).

Требования по периодичности сбора данных мониторинга определяют поведение БпЛА (рис. 1).

Постоянный способ сбора предполагает постоянное покрытие БпЛА сенсорных узлов, сбор и передачу данных на пункт сбора.

Периодический – осуществляется полет БпЛА и сбор данных в определенные моменты времени.

По запросу – развертывание БпЛА осуществляется по мере необходимости.

При организации сбора данных мониторинга системе управления сетью (может быть реализована на пункте сбора информации мониторинга или на БпЛА) важно знать информацию о состоянии БСС. Система управления сетью может принимать различные решения в зависимости от наличия информации (полной, частичной, ее отсутствия) о состоянии сети (координаты размещения сенсоров, остаточная энергия батарей, объемы данных мониторинга и др.).

Целевыми функциями при сборе информации могут быть (рис. 1):

1. Минимизация времени сбора за счет минимизация времени облета БпЛА всех или заданного количества узлов.

2. Уменьшение расхода энергии батарей узлов, которое может быть осуществлено за счет:

- уменьшения расстояния между сенсорным узлом и БПЛА, регулировкой мощности передачи на минимальном уровне;
- оптимизацией количества кластеров и маршрутов передачи между узлами кластера и его головой;
- построением оптимальной энергоэффективной топологии и маршрутов передачи в кластерах;
- оптимизации сбора информации узлами мониторинга в кластере.

3. Балансировка трафика в сети и равномерная загрузка сети, особенно узлов-рандеву.

4. Минимизация служебного трафика.

5. Максимизация пропускной способности сети.

Предложен новый метод сбора информации БСС с использованием БПЛА, ключевыми особенностями которого являются:

1) Решение по маршруту, скорости и высоте перемещения, выбору целевых функций управления и алгоритмов сбора данных по разным уровням OSI – БПЛА принимает отдельно по каждому кластеру (отдельному фрагменту) сети.

2) Решение по кластеризации может приниматься централизованно центром управления сетью при наличии информации о состоянии БСС или распределенно узлами сети при ее отсутствии в центре управления.

3) Метрики кластеризации выбираются с учетом целевой функции управления и могут меняться при обслуживании БПЛА различных кластеров.

4) Система управления сетью постоянно корректирует целевые функции управления в зависимости от ситуации на сети, требований по сбору данных и имеющихся ресурсах.

5) Сочетание централизованного и децентрализованного управления неоднородной сетью (при наличии информации о состоянии сети, решения принимает центр управления сетью, при ее отсутствии – БПЛА и узлы кооперированным способом).

6) Увеличение времени функционирования сети при сборе информации при использовании БПЛА достигается за счет оптимизации: траектории перемещения БПЛА, количества и параметров кластеров обмена, количества узлов-рандеву, расстояния между БПЛА и узлами, применения энергоэффективных алгоритмов физического, канального, сетевого, транспортного и прикладного уровней модели OSI.

Таким образом, проведен анализ существующих подходов к организации процесса сбора информации от БСС с использованием БПЛА, рассмотрен перечень задач, необходимых для ее решения, предложены новый метод и алгоритмы функционирования системы управления сетью.

Литература

1. Yong Zeng, Rui Zhang, Teng Joon Lim. Wireless communications with unmanned aerial vehicles: opportunities and challenges // IEEE Communications Magazine, Volume: 54, Issue 5, May 2016.
2. Cheng Zhan, Yong Zeng, Rui Zhang. Energy-Efficient Data Collection in UAV Enabled Wireless Sensor Network // IEEE Wireless Communications Letters, Volume: PP, Issue: 99, November 2017.