

ЛЕТАЮЩИЕ СЕНСОРНЫЕ СЕТИ

Ханина Т.О., Петрова В.Н.

Институт телекоммуникационных систем НТУУ «КПИ»

E-mail: 2bee2@i.ua

Flying sensor networks

A new direction of research in the field of ubiquitous sensor networks - flying sensor networks. Proposed architectural solutions for their creation, as well as the method of choice in terms of gathering information in the flying sensor networks.

В последние годы исследования в области ВСС постепенно переходят от изучения характеристик на плоскости к моделям в трехмерном пространстве [1, 2]. В статье предлагается новая область применения технологий ВСС — летающие сенсорные сети (ЛСС). При этом в качестве летающих узлов используются общедоступные беспилотные летающие аппараты типа Phantom. Это позволяет рассматривать такие сети как будущий элемент сетей связи общего пользования (ССОП), естественно, при наличии шлюза с ССОП.

Анализ исследований и публикаций. Прошло уже почти десять лет с того момента, как в журнале «Электросвязь» была опубликована первая статья по всепроникающим сенсорным сетям (ВСС) и их роли в развитии общества в целом [4]. За это время научной школой кафедры сетей связи СПбГУТ были проведены масштабные исследования в области определения характеристик трафика ВСС, разработки алгоритмов выбора головных узлов кластера, особенностей обеспечения сетевой безопасности в сенсорных сетях. С появлением концепции Интернета Вещей это направление получило дополнительный импульс в развитии, поскольку ВСС являются технологической основой реализации концепции Интернета Вещей.

Лаборатория Интернета Вещей. Открыта в СПбГУТ в декабре 2013 г. [3].

Основные задачи лаборатории:

- разработка Интернета Вещей, участие в стартап-проектах, демонстрация проектов инвесторам;
- проведение научных (теоретических и прикладных) исследований в области телекоммуникаций с широким участием магистров и аспирантов;
- организация регулярных профессиональных обсуждений исследовательских проектов и их результатов в формате семинаров (круглых столов);
- мониторинг тенденций развития зарубежной и отечественной науки в области телекоммуникаций;
- взаимодействие с российскими и зарубежными научными центрами, участие сотрудников вуза в научных конференциях, семинарах и симпозиумах, проводимых в России и за рубежом.

В составе лаборатории имеется оборудование для создания испытательных стендов по тестированию сенсорных сетей и систем локального позиционирования, подобран обширный перечень датчиков, исполнительных механизмов и устройств на базе открытых аппаратных платформ: Arduino Yun, Intel Galileo, RaspberryPi. В лаборатории развернут программно-аппаратный комплекс для моделирования и исследования свойств трафика в сетях приложений Интернета Вещей.

Из реализованных проектов можно отметить:

- Wake Up coffee — модуль и приложение, позволяющие дистанционно управлять чайником или кофеваркой со смартфона (включение/выключение, контроль уровня воды, расход электроэнергии, температура воды);

- The Pandject — модуль и приложение, организующие поиск потерянных вещей, оснащенных миниатюрным Bluetooth-модулем. На базе данного проекта была успешно реализована система локального позиционирования на базе технологии Bluetooth;

- Weathernet — миниатюрный программно-аппаратный комплекс, позволяющий получать прогноз погоды с высокой достоверностью;

- «Пожарник» — комплекс по мониторингу состояния здоровья сотрудников МЧС в момент выполнения служебных обязанностей;

- «Smart Models» — программно-аппаратный комплекс, с помощью которого можно собирать, обрабатывать и передавать данные в системы поддержки принятия решений для последующего анализа.

Как известно, для проведения аттестации и организации серийных испытаний беспроводных сенсорных сетей необходимо иметь комплекс методик тестирования.

Архитектурные решения для ЛСС. Поскольку ЛСС являются одним из видов ВСС, архитектурно они могут быть построены как одноранговые, так и иерархические (кластерные) сети. Кроме того, ЛСС включают, по крайней мере, два сегмента сети: наземный и летающий. Естественно, что каждый из них также может быть построен не только с иерархией, но и без нее.

Метод выбора точки сбора информации посредством БПЛА. Каждый из узлов наземного сегмента ЛСС можно рассматривать как источник трафика, содержащего информацию о событии, явлении, процессе и т. д. Некоторое пространственное распределение трафика образуют N таких узлов. Представляется целесообразным собирать информацию в точке, соответствующей максимальному значению трафика данного распределения. Для определения такой точки можно воспользоваться методикой, применяемой для оптимального распределения базовых станций в сетях сотовой связи [5, 6].

Интенсивность трафика наземного сегмента сети a является случайной величиной, характеризуемой функцией распределения плотности вероятности $f_a(x,y)$. Поскольку плотность размещения сенсорных узлов в наземном сегменте, как правило, достаточно велика, будем использовать непрерывную функцию распределения.

Интенсивность обслуженного БПЛА трафика a определяется интенсивностью трафика наземной сети и пропускной способностью БПЛА. Известно, что пропускная способность канала (полоса пропускания) является функцией расстояния между БПЛА и точкой наземного сегмента ЛСС. Если пропускная способность канала больше интенсивности $b_i > a_i$ трафика наземной сети, то функция распределения вероятности обслуженного трафика повторяет функцию распределения трафика наземного сегмента $f_a(x,y)=f_a(x,y)$. В этом случае математическое ожидание (максимальное значение) величины обслуженного трафика будет совпадать с математическим ожиданием интенсивности трафика наземного сегмента сети.

Полагая, что $a_i < b_i$, максимум пропускной способности будет иметь место в точке (x_0, y_0) , определяемой математическим ожиданием величины a .

Поскольку интенсивность трафика наземной сети задана непрерывной функцией $a(x, y)$ при условии, что $a(x,y) < b(x,y)$, то

$$x_0 = \frac{1}{B} \iint_S x f_a(x, y) dx dy \text{ (м)} \quad (1)$$

$$y_0 = \frac{1}{B} \iint_S y f_a(x, y) dx dy \text{ (м)} \quad (2)$$

где

$$B = \iint_S f_a(x, y) dx dy \left(\frac{\text{бит}}{c}\right) \quad (3)$$

Таким образом, можно оптимизировать положение точки сбора информации посредством БПЛА.

Литература

1. Abakumov P., Koucheryavy A. The Cluster Head Selection Algorithm in the 3D USN / Proceedings, International Conference on Advanced Communication Technology, ICACT 2014. — Phoenix Park, Korea, 2014.
2. Attarzadeh N., Mehrani M. A New Three Dimensional Clustering Method for Wireless Sensor Networks // Global Journal of Computer Science and Technology. — April 2011. — Vol.11, issue 6, version 1.0.
3. www.iotlab.ru.
4. Кучерявый А. Е., Кучерявый Е. А. От e-России к u-России: тенденции развития электросвязи // Электросвязь. — 2005. — № 5.
5. Комашинский В. И., Парамонов А. И., Саид М. А.С. Особенности проектирования и управления когнитивными беспроводными сетями связи // Вестник связи. — 2012. — № 10. — С. 79–80.
6. Комашинский В. И., Парамонов А. И. Саид М. А.С. Особенности проектирования и управления когнитивными беспроводными сетями связи // Вестник связи. — 2012. — № 11. — С. 15– 17 (окончание).