

**ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ
ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ В ГЕОРАСПРЕДЕЛЕННЫХ СЕТЯХ****С.В. Кулешов, А.А. Зайцева, А.Ю. Аксенов (Санкт-Петербург)**

Современные требования к использованию беспроводных сетей передачи данных со стороны структур МЧС, а также различных силовых структур, оказываются граничными (краевыми) условиями применения технологий построения беспроводных сетей общего назначения. Попытки решения таких коммуникационных задач основаны на использовании одноранговых беспроводных сетей передачи данных с переменной топологией (Ad Hoc¹ Networks, что отражает нестандартную архитектуру сети [1], SON-сетей [2], технологий MESH и MANET [3, 4]), где каждый узел может как выполнять функции терминального узла (инициируя передачу данных или являясь получателем), так и принимать участие в ретрансляции пакетов данных.

Особенностью геораспределенных сетей является то, что коммуникационные свойства (пропускная способность, доступность и надежность) определяются их пространственным расположением.

В отличие от работ [5–7], где топология сети может меняться пассивно за счет перемещения узлов, интерес представляют сети, где перемещение узлов может быть определено целями доставки данных (активное перестроение сети).

Основной задачей данного исследования является разработка стратегии начального развертывания и поддержание функционального состояния сети передачи данных в случае плановых или внеплановых изменений ее конфигурации, а также создание протоколов взаимодействия узлов.

Использование специализированных систем, предназначенных для моделирования сетевых взаимодействий и процессов в сетях, а также систем моделирования общего назначения не всегда эффективно [1]. Это может быть связано с высоким порогом вхождения для начала работы с системой, с необходимостью введения дополнительного уровня абстракции для реализации коммуникационной модели на системах моделирования общего назначения либо с невозможностью использовать язык моделирования в качестве языка реализации целевой системы, что требует дополнительного времени при разработке для портирования уже отработанных алгоритмов и протоколов на целевую платформу.

В настоящий момент существуют программные продукты, предназначенные для моделирования сетевых взаимодействий. Многие из них ориентированы на моделирование сетей из типовых компонентов (NET-Simulator [8]), в которых предполагается, что пакеты канального уровня распространяются в среде аналогичной локальной сети на основе Ethernet или предназначены для моделирования сетей с использованием сетевых устройств конкретного производителя (GNS3 [9], UNetLab [10]) и не подходят для работы с немаршрутизируемыми геораспределенными сетями.

Универсальные симуляторы типа QualNet и NS-2 могут дать результаты, носящие частный характер, в силу ограниченности симулятора существующими протоколами и встроенными моделями, которые могут не отвечать условиям работы синтезируемой сети.

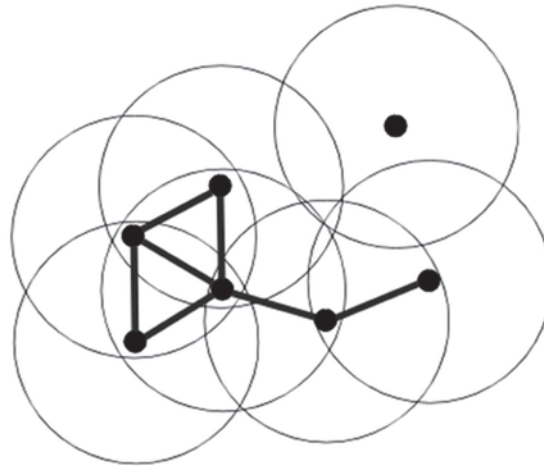
Соответственно, целью исследования является разработка фреймворка для проблемно-ориентированного имитационного моделирования внутрисетевого взаимодействия, учитывающего существенные особенности геораспределенных сетей передачи данных, не учитывая при этом особенности физической реализации каналов.

Техническая инфраструктура такой системы должна автоматически формировать единое сетевое инфокоммуникационное пространство и единое временное поле, в котором

¹ Ad Hoc (англ.) – специального назначения.

все абоненты равноправны. Доступ абонентов к единой среде может быть основан как на частотном разделении каналов, так и на временном разделении, в зависимости от технических возможностей применяемых коммуникационных решений.

В рамках системы моделирования геораспределенная сеть формализована в виде нагруженного ориентированного графа. В этом случае вершиной будем считать коммуникационный узел, а дуги определяют доступность коммуникационного взаимодействия между узлами. На рисунке приведен пример схематичного представления структуры геораспределенной сети, при этом окружностями обозначены области радиодоступности узлов.



Схематичное представление структуры геораспределенной сети

Начальная инициализация параметров сети, определяемых ограничениями коммуникационной доступности ее узлов, может быть произведена исходя из геометрических соображений (радиодоступность, определяемая расстоянием между узлами), а последующая реконфигурация осуществляется путем применения разрабатываемого протокола, основанного на проверке доступности пар узлов при взаимном обмене данными.

Особенностью немаршрутизируемой сети является отсутствие таблицы маршрутов (как проактивной, так и реактивной [1]), когда узлы не обладают знанием о маршруте следования пакетов данных. При этом на основе информации о состоянии сети, полученной путем мониторинга радиочастотного ресурса [11,12,13], обеспечивается доставка пакета к узлу назначения или определяется невозможность такой доставки. В случае невозможности доставки пакета данных при текущей конфигурации сети принимается решение о ее реконфигурации (при наличии такой возможности).

Литература

1. **Винокуров В.М., Пуговкин А.В., Пшенников А.А., Ушарова Д.Н., Филатов А.С.** Маршрутизация в беспроводных мобильных Ad hoc-сетях // Доклады ТУСУРа. 2010. No 2 (22), часть 1, декабрь. С.288
2. **Бельфер Р.А.** Сети SON — Национальная библиотека им. Н. Э. Баумана. URL: http://ru.bmstu.wiki/Сети_SON.
3. **Julian Hsu Bhatia.** Performance of Mobile Ad hoc Networking Routing Protocols in Large Scale Scenarios / Julian Hsu Bhatia, S. Tang, K. Bagrodia, R. Acriche // IEEE Military Communications Conference. 2004. Vol. 1. P.21–27.
4. **Azzedine Boukerche.** Algorithms and protocols for wireless, mobile ad hoc networks. – New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2009. 495 p.
5. **Иовлев Д.И.** Выбор модели TCP для сетей MANET. Влияние одноуровневого принципа организации сетей на протокол TCP
6. **Федотова Э.В.** Имитационное моделирование как средство разработки широкополосной системы связи для средств ПВО ближнего действия // Электронный журнал «Труды МАИ». Вып. 51, URL: <http://trudymai.ru/upload/iblock/fab/imitatsionnoe-modelirovanie-kak-sredstvo-razrabotki-shirokopolosnoy-sistemy-svyazi-dlya-sredstv-pvo-blizhnego-deystviya.pdf>.
7. **Кучерявый Е.А., Винкель А.В., Ярцев С.В.** Особенности развития и текущие проблемы автомобильных беспроводных сетей VANET. // Электросвязь. 2009. №1, С.24–28.
8. Электронный ресурс. URL: <http://www.net-simulator.org/ru/index.shtml>.
9. Электронный ресурс. URL: <http://kompkimi.ru/sovety/eto-polezno-znat/graficheskij-simulyator-seti-gns3>.
10. Электронный ресурс. URL: <https://habrahabr.ru/post/262027/>.
11. **Кулешов С.В., Цветков О.В.** Цифровая программируемая технология информационно-энергетической оптимизации передачи данных // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2010. Т. 8. № 7. С. 43–47.
12. **Alexandrov V.V., Kuleshov S.V. and Zaytseva A.A.** Active Data in Digital Software Defined Systems Based on SEMS Structures. // Logical Analysis of Data and Knowledge with Uncertainties in SEMS - A.E. Gorodetskiy (ed.), Smart Electromechanical Systems, Studies in Systems, Decision and Control 49, 2016. P. 61–69. DOI 10.1007/978-3-319-27547-5_6.
13. **Кулешов С.В., Зайцева А.А.** Программно-реконфигурируемые форматы в телекоммуникационных системах // Инновационная наука, 2016. № 12. С. 75–79.