

# СИСТЕМА МАРШРУТИЗАЦИИ В МОБИЛЬНЫХ РАДИОСЕТЯХ

Миночкин А.И., Романюк В.А.

Военный институт телекоммуникаций и информатизации НТУУ "КПИ"

01011, Киев, Украина, ул. Московская 45/1

Тел.: 38(044) 2562309; e-mail: [viti@viti.edu.ua](mailto:viti@viti.edu.ua), [romanjuk@i.com.ua](mailto:romanjuk@i.com.ua)

*Аннотация* – рассмотрены архитектура, функции та процесс принятия решения системой маршрутизации узла мобильной радиосети.

## I. Введение

Рассматриваются сети MANET (Mobile Ad-Hoc Networks) [1] – динамическая самоорганизующаяся архитектура построения мобильных радиосетей (МР), предполагающая отсутствие фиксированной сетевой инфраструктуры (базовых станций) и централизованного управления. Особую привлекательность МР получили с появлением недорогих беспроводных сетевых решений (IEEE 802.11, HiperLAN2 и Bluetooth). Все узлы (хосты) сети мобильны и обмениваются информацией непосредственно между собой или применяют ретрансляцию передаваемых пакетов. Под узлом сети понимается коммуникатор (переносной компьютер с беспроводной картой), реализующий функции маршрутизатора.

Особенностями МР являются: динамичная топология; ненадежность и динамичность радиоресурса, коллективный характер его использования; ограниченность и неоднородность ресурсов узлов (энергоемкость батарей, производительность процессоров, объем памяти и т.д.); ограниченная безопасность и др. Обеспечить эффективное управление МР невозможно без соответствующей системы управления [2]. Одной из основных задач оперативного управления МР является маршрутизация информационных сообщений [3, 4].

## II. Основная часть

Особенности мобильных радиосетей определяют ключевые требования к методам маршрутизации (большинство из которых противоречиво): децентрализованное (распределенное) функционирование; минимальная загрузка сети служебной информацией; отсутствие зацикливания маршрутов; быстрая сходимости; построение маршрута (при необходимости) заданного качества; эффективное использование емкости батарей; поддержка однонаправленных каналов и др. [3, 4].

В настоящее время для применения в МР предложено значительное количество методов маршрутизации: зондовых (DSR, AODV, TORA и др.), табличных (OLSR, FSR, TBRPF и др.), гибридных (ZRP, R-зонавый) [3, 4].

Проведенные исследования [3 - 5] показали, что каждый из методов маршрутизации эффективен (достигается оптимум одного или нескольких показателей эффективности функционирования сети) при определенной ситуации в сети. Например, при малой динамике топологии сети эффективны табличные методы, при средней – зондовые, при высокой – волновые. В условиях большой входной нагрузки предпочтительны табличные методы, низкой – зондовые. В свою очередь каждый из зондовых методов характеризуется особенностями реализации, что и определяет различные диапазоны их эффективного применения.

Таким образом, единого метода маршрутизации, удовлетворяющего всем требованиям и обеспечивающего оптимизацию всех показателей эффективности функционирования сети при различных условиях ее работы, не существует. Для решения данной проблемы предлагается реализовать так называемую "активную" маршрутизацию, которая предусматривает следующие новые подходы [5]:

- функционирование в сети множества (а не одного) методов маршрутизации;
- динамическое формирование формата маршрутной информации (МИ): метрик маршрута, глубины, способов и периодичности ее рассылки;
- управление топологией сети как составной частью маршрутизации в МР [6];
- интеллектуализацию процессов принятия решения по маршрутизации;
- интеграцию и координацию с другими уровнями эталонной модели взаимодействия открытых систем.

Для этого предлагается выделить на каждом узле МР в системе управления сетью [3] систему управления маршрутизацией (рис. 1), состоящую из ряда подсистем.

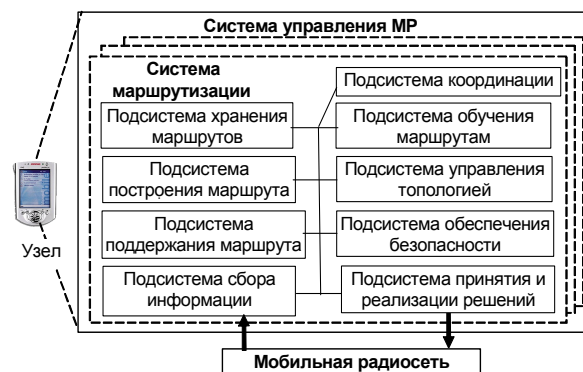


Рис. 1. Функциональная модель системы маршрутизации узла МР

Fig. 1. Function model of routing systems nodes of MANETs

Подсистемы сбора информации, построения и хранения маршрутов узла осуществляют: рассылку, сбор и хранение маршрутной информации о сети (ее зоны) по правилам функционирования соответствующего метода маршрутизации.

Подсистема принятия и реализации решения [3] на основе анализа параметров состояния узла (емкость батареи, качество радиоканалов и маршрутов, тип трафика и др.) и параметров функционирования сети (размерность, мобильность, нагрузка и др. – задаются в виде нечетких переменных) определяет:

- целевые функции управления (пользовательские и системные);
- метод маршрутизации (количество адресатов определяет выбор однопользовательской, групповой или волновой маршрутизации; требования надежности и безопасности – количество маршрутов – однопутевую или многопутевую маршрутизацию; тип ра-

диоканалов – симметричную или асимметричную; размерность сети – иерархическую или одноуровневую и т.д.), реализующий цели управления;

– функцию маршрутизации (построение, поддержание, хранение и др.);

– формат МИ, способ и глубину ее сбора или рассылки (определяется типом трафика и целями управления);

– параметры взаимодействия с другими элементами системы управления МР.

Процесс принятия решения по маршрутизации сведен к задаче нечеткой многокритериальной оптимизации. Иерархия данного процесса принятия решения показана на рис. 2.

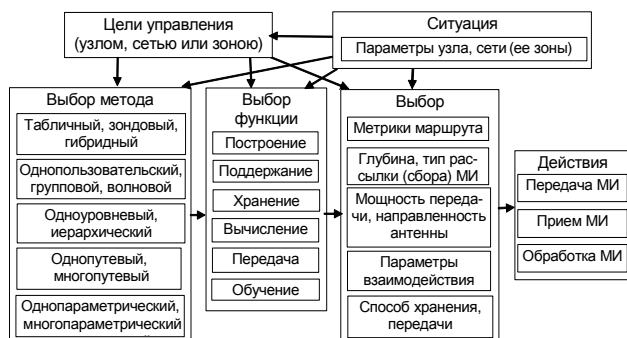


Рис. 2. Иерархия принятия маршрутного решения

Fig. 2. Hierarchy of decisions routing

Подсистема управления топологией определяет (перераспределяет) мощность передачи узла (соседнего узла) и/или направленности его антенны исходя из целевой функции управления. Задача управления топологией сведена к задаче ситуационного управления.

Подсистема поддержания маршрута функционирует в пассивном (отправителю посылается сообщение об отказе маршрута) или активном (прогноз состояния маршрутов и, при необходимости, осуществляется упреждающее построения нового участка маршрута) режимах.

Подсистема обучения маршрутам использует информацию из проходящих через узел пакетов (служебных и информационных) для пополнения (обновления) маршрутной таблицы.

Подсистема обеспечения безопасности предполагает идентификацию атак противника на методы маршрутизации, оценку их угроз и меры по их минимизации.

Подсистема координации осуществляет координацию действий всех подсистем и прогнозирование поведения маршрутов.

### III. Заключение

Реализация предложенной архитектура системы маршрутизации узла позволит повысить эффективность использования сетевых ресурсов МР и качество обслуживания пользователей.

### IV. Список литературы

[1] Романюк В.А. Мобильные радиосети – перспективы беспроводных технологий // Сети и телекоммуникации, 2003, № 12, С. 62 – 68.  
 [2] Миночкин А.И., Романюк В.А. Методология оперативного управления мобильными радиосетями // Зв'язок, 2005, № 2, С. 53 – 58.  
 [3] Миночкин А.И., Романюк В.А. Протоколы маршрутизации

в мобильных радиосетях // Зв'язок, 2001, №1, С. 31 – 36.

[4] Миночкин А.И., Романюк В.А. Маршрутизация в мобильных радиосетях – проблема и пути ее решения // Зв'язок, 2006, № 3.

[5] Романюк В.А. Активная маршрутизация в мобильных радиосетях // Зв'язок, 2002, №3, С. 21 – 25.

[6] Миночкин А.И., Романюк В.А. Управление топологией мобильной радиосети // Зв'язок, 2003, №2, С. 28 – 33.

## ROUTINGS SYSTEM IN MOBILE AD-HOC NETWORKS

Minochkin A.I., Romanjuk V.A.

Military Institute of Telecommunications and Information Technology, 45/1 Moscovska St., Kyiv – 01011, Ukraine.

Phone: 38(044) 2802583

E-mail: viti@viti.edu.ua, romanjuk@i.com.ua

Abstract – architecture, functions and decision-making process of the system of node routing MANET considered.

### I. Introduction

Ad Hoc networks are considered as the technical evolution from 4G towards Private Area Networks. Mobile ad hoc networks (MANET) consist of wireless nodes that communicate with each other by cooperatively sharing a common wireless medium. These networks operate without infrastructure and are self organized to create and maintain a topology. The most cited applications are military, emergency relief and sensor networks, which are driven to ad hoc networking because of the unavailability of infrastructure.

Provision of effective networks control is impossible without corresponding control system. One of the main problems MANET operational control is control routing.

### II. Main part

Nowadays, at present there have been offered a lot of routing methods for use in MANET. They are reactive methods (DSR, AODV, TORA), table-drive (OLSR, FSR, TBRPF) methods and hybrid proactive/reactive (ZRP) methods. However each of routing methods is effective (it is possible to obtain optimum of one or several indexes of circuit functioning effectiveness) under certain circumstances in the circuit. Different methods have different strengths and drawbacks.

Thus, there is no single routing which meets all requirements and provides optimization of all indexes of effective circuit. Thus, there is no single routing method which meets all requirements and provides optimization of all indexes of effective circuit functioning in different working conditions. For solving this problem we recommend to realize the so called active routing which foresees the following new approaches:

- circuit functioning of great amount of routing methods (but not the only one);
- dynamic formation of route choice metric;
- topology circuit control as a constituent part of routing in MANET;
- intellectual approach to the process of decision making in routing;
- integration and coordination with other levels of OSI.

It is recommended to allocate a subsystem of routing control in each in circuit control system (Fig.1).

The following subsystem will act as routing system elements: collecting service information; route constructing, maintaining, training and storing; topology control management; decision making and realization in routing; coordination.

The Process of decision making in routing is brought to the task of fuzzy multicriteria optimization. Hierarchy of decision making process in routing is shown in Fig.2.

### III Conclusion

Realization of suggested routing system architecture allows of increase the effectiveness of MANET circuit resources usage and users service quality.