

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ МЕТОД МАРШРУТИЗАЦИИ В МОБИЛЬНЫХ РАДИОСЕТЯХ

Миночкин А.И., Романюк В.А., Сова О.Я.

Военный институт телекоммуникаций и информатизации НТУУ "КПИ"

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

Тел.: 38(044) 2562309; e-mail: romanjuk@i.com.ua, soy135@ukr.net

Аннотация – предлагается метод маршрутизации в сетях с динамической топологией, предполагающий введение иерархии процесса принятия решения по поиску маршрута заданного качества, а также интеллектуализацию процесса принятия решения по маршрутизации путем использования знаний о состоянии информационного направления.

I. Введение

Рассматривается динамическая архитектура построения мобильных радиосетей (МР), предполагающая отсутствие базовых станций и фиксированных маршрутов передачи (сети MANET – Mobile Ad-Hoc Networks) [1]. Все узлы сети мобильны и обмениваются информацией непосредственно между собой или применяют ретрансляцию передаваемых пакетов. Под узлом сети понимается радиотерминал с функциями маршрутизатора или переносной компьютер с беспроводной сетевой картой, реализующий функции маршрутизатора.

Особенностями МР являются: динамичная топология; ограниченные ресурсы узлов; значительная размерность; 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].

II. Основная часть

Все известные методы маршрутизации (ММ) можно разделить на три основных класса: табличные (OLSR, FSR, TBRPF и др.), зондовые (DSR, AODV, TORA и др.) и гибридные (ZRP, R-зоновый) [3]. Основное отличие этих методов заключается в способе построения нового маршрута передачи информации. Табличные ММ требуют большого количества служебной информации о состоянии сети, характеризуются плохой сходимостью и заикливанием маршрутов. Отличие зондовых ММ от табличных состоит в том, что узлы формируют маршрут передачи по необходимости, путем рассылки специальных пакетов (зондов) по сети. Это приводит к некоторой инерционности построения маршрутов и увеличению служебного трафика на этапе построения маршрутов. Гибридные ММ предполагают выделение каждым узлом маршрутной зоны. Внутри зоны используются табличные ММ, а за ее пределами – зондовые.

Проведенные исследования показали, что при малой динамике топологии сети эффективны табличные методы, при средней и высокой – зондовые. Каждый из зондовых методов характеризуется особенностями реализации, что и определяет различные диапазоны их эффективного применения [3].

Особенности мобильных радиосетей определяют ключевые требования к ММ [3]. Кроме того, каждый тип трафика при передаче в сети требует построения и поддержания маршрутов заданного качества обслуживания. Поэтому для достижения эффективного функционирования МР, в зависимости от динамики

сетевой топологии и требований к передаче различных типов трафика, предлагается интеллектуализировать процесс принятия маршрутного решения путем использования аппарата нечеткой логики.

Сущность метода. Синтез ММ должен включать следующие основные функции: сбор и рассылка информации о состоянии сети, хранение маршрутной информации, вычисление маршрутов и передача информации по маршрутам [3].

В предложенном интеллектуальном ММ (ИММ) предлагается введение иерархии процесса принятия решения по поиску маршрута заданного качества, которая включает следующие этапы: выбор целевой функции управления маршрутами, типа маршрутизации (однопользовательская или групповая), количества маршрутов (один или несколько) и способа зондирования сети (локальное зондирование, построение дерева зондирования, направленное зондирование, построение маршрута адресатом).

Процесс построения маршрутов осуществляется согласно правил функционирования зондовых ММ. В отличие от существующих зондовых ММ, в предложенном ИММ, при отсутствии маршрута заданного качества, отправитель инициирует процесс зондирования сети, в ходе которого будет проведена оценка состояния сети и выбрана целевая функция управления маршрутами. На стороне адресата формируется зонд-ответ с информацией о найденных маршрутах и их качестве. После получения зонда-ответа, отправитель принимает решение о типе маршрутизации и количестве маршрутов передачи с учетом ситуации в сети и выбранной целевой функции управления маршрутами.

Постановка задачи интеллектуальной маршрутизации. Сеть представляется направленным графом $G = (V, K)$, где $V = \{v_n\}$, $n = \overline{1, N}$ – множество случайно размещенных узлов и $K = \{k_j\}$, $j = \overline{1, J}$ – множество каналов. Тип информации – $\xi = \overline{1, 3}$, где 1 – видео, 2 – речь, 3 – данные. Количество адресатов при каждой сессии $|b| = 1, N-1$ (многопользовательская передача).

Необходимо: осуществить синтез ММ, который обеспечит построение маршрутов заданного качества $U_M^{a-b}(t)$ на информационном направлении между отправителем a и адресатом b при удовлетворении пользовательской оптимизации (1):

$$U_M^{a-b}(t) = \arg \max_{U_M(t) \in \Omega} \min C^{a-b}(X^{a-b}(t), U_M^{a-b}(t)); \quad (1)$$

$$C^{a-b} = \{S^{a-b}(X), t_s^{a-b}(X), p^{a-b}(X), E_6^{a-b}(X)\}; \quad (2)$$

$$X(t) = \{\xi^{a-b}(t), e_6^{a-b}(t), \Gamma_\xi^{a-b}(t), \omega^{a-b}(t), O^{a-b}(t), B^{a-b}(t), b^{a-b}(t)\};$$

учитывая ограничения на ресурс и требования к качеству обслуживания трафика ξ -го типа

$$\Omega = \{p_{ij} \leq p_{ij\max}, s_{ij} \leq s_{ij\max}, t_s^k \leq t_{s\max}^k, \omega^{a-b} \leq \omega_{\max}^{a-b}, e_{6i} \leq e_{6\max}\},$$

и выполнении условий системной оптимизации $U^*(t)$

$$U^*(t) = \arg \min_{U(t) \in \Omega} V_{ct}(X, U_M^{a-b}(t)),$$

где C^{a-b} – цель управления сетью на направлении $a-b$, которая определяется параметрами состояния маршрута $X^{a-b} = \{x_i(t)\}$, $i = \overline{1, I}$; $U_M^{a-b}(t)$ – управление по маршрутизации на направлении $a-b$; S^{a-b} – пропускная способность; t_3^{a-b} – среднее время задержки передачи пакетов; p^{a-b} – мощность передачи; $\omega^{a-b}(t)$ – интенсивность изменения топологии; $\Gamma_\xi^{a-b}(t)$ – входная нагрузка; e_{bi} – емкость батарей i -го узла; s_{ij} – пропускная способность канала ij ; p_{ij} – мощность передачи в канале ij ; t_3^ξ – время задержки передачи пакетов ξ -типа, V_{ct} – объемы служебного трафика; $O^{a-b}(t)$ – объем информации; $B^{a-b}(t)$ – требования к безопасности информации; $b^{a-b}(t)$ – количество адресатов.

Как видно из выражения (2), в ходе функционирования МР может возникать несколько целей управления сетью, при чем все они имеют разную физическую природу, а также часть из них должна минимизироваться (t_3, P), а часть (S, E_6) – максимизироваться. Поэтому задача принятия решения по маршрутизации сводится к задаче многокритериальной оптимизации. Проведенный анализ показал, что среди множества методов решения задач многокритериальной оптимизации [4] наиболее подходящим, в данной постановке, является метод последовательных уступок, который состоит в упорядочении (ранжировании) критериев по их важности.

$$C_1^{a-b}(X) > C_2^{a-b}(X) > \dots > C_k^{a-b}(X), \quad k = \overline{1, 4}. \quad (3)$$

Из-за динамической природы МР, различных требований к обслуживанию разных типов трафика (которые могут меняться даже в ходе передачи информации), неполноты и недостоверности контрольной информации о состоянии информационного направления, предлагается проводить динамическое ранжирование критериев (3) с целью обеспечения заданного качества обслуживания трафика ξ -типа при различных условиях функционирования МР. В таких условиях предложено интеллектуализировать процесс принятия решения по маршрутизации с использованием аппарата нечеткой логики. Это позволит выбрать те критерии управления системой поиска маршрута, которые в данный момент времени имеют наибольшее значение. Иерархия процесса принятия решения изображена на (рис. 1).

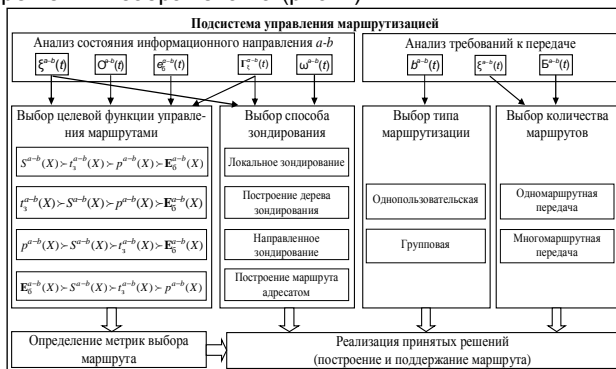


Рис. 1. Иерархия процесса принятия решения по поиску маршрута заданного качества

Fig. 1. QoS-route searching decision making procedure hierarchy

III. Заключение

Реализация предложенного метода маршрутизации позволит строить маршруты заданного качества, при минимизации служебного трафика, за счет интеллектуализации процесса построения и поддержания маршрутов в сетях с динамической топологией.

IV. Список литературы

- [1] Романюк В.А. Мережі MANET – основа побудови тактичних мереж зв'язку // IV Науково-практичний семінар ВІТІ „Пріоритетні напрямки розвитку телекомунікаційних систем та мереж спеціального призначення”. – К.: ВІТІ НТУУ “КПІ”. – 2007. – С. 15 – 28.
- [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. Маршрутизация в мобильных радиосетях – проблема и пути решения // Зв'язок. – 2006. – № 7. – С. 49 – 55.
- [4] Воронин А.Н. Многокритериальный синтез динамических систем. АН Украины. Ин-т кибернетики им. В.М. Глушкова. – К.: Наук. думка, 1992. – 160 с.

INTELLECTUAL ROUTINGS IN MOBILE AD-HOC NETWORKS

Minochkin A.I., Romanjuk V.A., Sova O.Y.

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

Phone: 38(044) 2562309

E-mail: romanjuk@i.com.ua, soy135@ukr.net

Abstract – new routing method for the mobile Ad-Hoc networks is presented, consisting in dynamic selection of control efficiency function, routing mode, routes quantity and probing method for the routes construction and routes maintenance.

I. Introduction

The dynamic networks structure is considered named mobile ad hoc networks (MANET) consisting 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. Provision of effective networks control is impossible without corresponding control system. One of the main problems MANET operational control is routing control.

II. Main part

At present a lot of routing methods for use in MANET have been offered. They are reactive methods (DSR, AODV, TORA), table-drive methods (OLSR, FSR, TBRPF) and hybrid proactive/reactive methods (ZRP). However different methods have different strengths and drawbacks and have to consider MANET features and different traffic types features. So the intellectualization routing process is proposed for increasing network functioning effectiveness.

The given routing method has additional functions: dynamic selection of control efficiency function, routing mode, routes quantity and probing method for the routes construction and routes maintenance.

Routes construction process is realized by reactive methods rules. According to the expression (2), while network processing, a few network control purposes may occur. The performed analysis has shown that the consistent rebates method is more appropriate. This method allows considering different traffic types features and choosing more important routing control system criterions. Taking decision on choosing criterions is performed with the help of fuzzy logic methods.

III Conclusion

Realization of proposed routing method allows to construct quality of service routes for different traffic types reducing the service traffic volume for dynamic topology networks.