МАРШРУТИЗАЦІЯ З УРАХУВАННЯМ ЗАВАНТАЖЕНОСТІ БУФЕРА НА ОСНОВІ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ

А. Р. Врублевський, д. т. н. І. П. Лісовий, Г. В. Пилипенко

Одеська національна академія зв'язку ім. О. С. Попова
Україна, м. Одеса
ur5fo@mail.ru

Показано, що врахування динаміки завантаженості буферів підвищує ефективність їх використання, що сприяє оптимізації функціонування мережі (зменшення часу розповсюдження пакетів, зменшення частки втрачених пакетів, спрощення вимог до об'єму пам'яті буферів накопичувачів інтерфейсів та ін.).

Ключові слова: маршрутизація, інтенсивність навантаження, нечітка логіка, завантаженість буфера.

Важливим фактором вибору маршруту є ступінь завантаженості вихідного стику, що визначає доцільність відкидання пакету чи направлення його більш протяжним маршрутом, буфери якого не такі завантажені. У процесі маршрутизації доцільно враховувати не тільки відстань, а й динаміку завантаженості вихідного буфера накопичувача відповідного інтерфейсу та ряд інших факторів. Враховувати при виборі оптимального маршруту вплив множини чинників дозволяє алгоритм маршрутизації на основі нечіткої логіки.

Метою даної роботи є дослідження ефективності маршрутизації на основі нечіткої логіки за протоколом EIGRP. Для цього розроблено імітаційну модель маршрутизатора за таких припущень: залишок часу життя пакету в моделі задається випадковою величиною з експоненціальним розподілом; втрата пакета в маршрутизаторі імітується направленням пакету до заповненого буфера, тому запит не обслуговується, а число незадоволених запитів у лічильнику збільшується на одиницю; час обслуговування пакетів у маршрутизаторі та час розповсюдження сигналів трактами передачі не враховується, а черги в маршрутизаторі не обмежуються; довжина пакету є випадковою величиною з експоненціальним розподілом та середнім значенням $\overline{l_n}$; основний вхідний потік є пуассонівським з інтенсивністю λ_0; пропускна спроможність всіх вихідних трактів 10 Мбіт/с. Функціональну схему імітаційної моделі наведено на рис. 1.

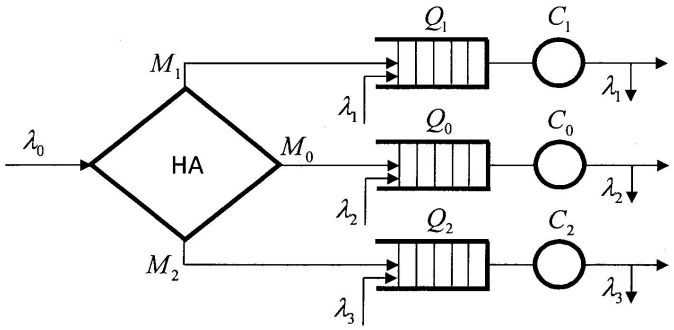

Рис. 1. Функціональна схема імітаційної моделі

Модель мережевого процесора складається з блоку реалізації нечіткого алгоритму маршрутизації (НА) та трьох вихідних буферів накопичувачів для основного (M_0) та двох альтернативних маршрутів (M_1, M_2). Спрямування пакетів до відповідного буфера накопичувача здійснюється у відповідності до протоколу RIP, модифікованого на основі нечіткої логіки. Q_0, Q_1, Q_2 — черги у вихідних буферах стиків маршрутизатора.

Навантаження телекомунікаційної мережі на мережевий процесор симулюється шляхом уведення в кожний вихідний буфер додаткових вхідних потоків інтенсивністю λ_i (i = 1, ..., 3). Після проходження тракту передачі додаткові потоки вилучаються.

У запропонованій моделі застосовано «м'які» обчислення [1]. За допомогою нечітких продукційних правил здійснюється лінгвістична апроксимація процесу вибору трактів передачі з урахуванням їх пропускної спроможності та динаміки завантаженості вихідних буферів накопичувачів. У процесі моделювання ефективність маршрутизації оцінювалась відношенням кількості втрачених пакетів до загальної кількості пакетів, що передавались [2]. Залежність частки втрачених пакетів від інтенсивності вхідного потоку наведено на рис. 2.

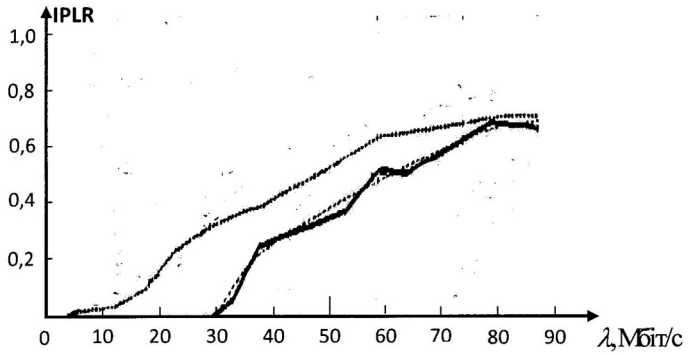

Рис. 2. Залежність частки втрачених пакетів від інтенсивності вхідного потоку пакетів

Алгоритм маршрутизації на основі нечіткої логіки забезпечує зменшення частки втрачених пакетів на 30%, якщо інтенсивність вхідного потоку дорівнює сумарній пропускній спроможності вихідних трактів. Це свідчить при поліпшення якості маршрутизації, оскільки пакети не втрачаються, а направляються альтернативними, не дуже завантаженими маршрутами, що забезпечує біль ефективне використання ресурсу маршрутизатора [3]. Система керування на основі нечіткої логіки, контролюючи динаміку завантаженості вихідних буферів від перших проявів зростання їх завантаженості, яке ще не впливає на ефективність роботи телекомунікаційної мережі, заздалегідь направляє частину потоку пакетів альтернативними маршрутами.

Врахування динаміки завантаженості буферів підвищує ефективність їх використання, що сприяє оптимізації функціонування мережі (зменшення часу розповсюдження пакетів, зменшення частки втрачених пакетів, спрощення вимог до об'єму пам'яті буферів накопичувачів інтерфейсів тощо). За умов значної завантаженості ресурсів телекомунікаційної мережі це може суттєво вплинути на якість її функціонування.

ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Поспелов Д.А. Ситуационное управление: Теория и практика.— Москва: Наука, 1986.

2. Крылов В. В., Самохвалова С. С. Теория телетрафика и ее приложения .— Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2005.

3. Клейнрок, Л. Теория массового обслуживания.— Москва: Машиностроение, 1979.

A. R. Vrublevsky, I. P. Lesovoy, G. V. Pylypenko

Routing allowing for load buffer based on fuzzy logic

It is shown that taking into account the dynamics of load buffers increases the efficiency of their use, contributing to the optimization of the network (reducing time distribution packages, reducing the share of lost packets, simplifying the requirements for buffer memory and storage interfaces etc.).

Keywords: routing, load intensity, fuzzy logic, buffer congestion.