

$$D = \cap_{j=1} M_j - \cup_{j=0} M_j,$$

где M_j – j -я строка матрицы маршрутов обхода графа переходов автомата и ВЭП.

Формула позволяет найти неисправную дугу в графе переходов автомата.

Ошибка в HDL-коде, вероятнее всего, находится во фрагменте кода автоматного шаблона, связанного с вершиной (состоянием) откуда исходит ошибочная дуга. Связь именно с исходящей дугой объясняется тем, что формат автоматного шаблона представляет собой описание поведения автомата по прямой структурной таблице. Для нахождения места возникновения ошибки проектирования необходимо возвратиться к HDL-коду автоматного шаблона и выполнить визуальное инспектирование участка кода, реализующего ошибочный фрагмент маршрута обхода графа, вычисленного по формуле выше.

В результате эксперимента существуют случаи, когда результат по функции выходов совпал с эталоном, что обуславливает отсутствие ошибки в VHDL-модели. Но если внимательно проанализировать Waveform, то можно заметить, что после определенной проверки автомат не возвращается в исходное состояние a_0 . Но функция выходов при этом дает правильный результат.

В результате проведенного анализа, было определено, что такая ситуация возникает в случае, если рассматриваемый автомат не принадлежит к так называемому «исключительному классу автоматов», которые имеют различные (уникальные) функции выходов для каждого состояния. Предложенный способ проведения ДЭ не гарантирует правильного результата для данного класса автоматов.

Для HDL-моделей моделей конечных автоматов, не принадлежащих «исключительному классу» целесообразно восстанавливать граф переходов по коду конкретной HDL-модели, по нему строить стратегию обхода графа и проводить диагностический эксперимент. Несмотря на дополнительные вычислительные затраты, указанный подход позволяет находить ошибки проектирования HDL-моделях с произвольной структурой функции выходов в автоматном шаблоне.

Литература

1. Шкиль А.С. Поиск ошибок проектирования в HDL-моделях цифровых автоматов / С. Альмадхоун, Е.Е. Сыревич, А.С. Шкиль // Вестник Херсонского государственного технического университета. – 2013. – №2 (46). – С. 377-383.

Врублевський А.Р., Лісовий І.П., д.т.н.,
Пилипенко Г.В. (ОНАЗ ім.О.С. Попова)

ЗАСТОСУВАННЯ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ ДЛЯ МАРШРУТИЗАЦІЇ ЗА ПРОТОКОЛОМ RIP

Вступ

Проведений аналіз існуючих протоколів маршрутизації показав, що такий параметр як завантаженість буферного накопичувача стиків, при обчисленні метрики зазвичай не враховується. Маршрутизація пакету, виходячи тільки з параметрів які враховуються в протоколі маршрутизації RIP, в гетерогенних мережах породжує ряд проблем, що ставлять доцільність використання протоколу RIP під велике питання. Пропонується збільшити кількість параметрів для обчислення метрики протоколу RIP, а саме урахуванням динаміки завантаження буферів маршрутизатора.

Модифікація протоколу RIP. Протокол RIP дуже простий і досі продовжує застосовуватись. У великих мережах, що використовують протокол RIP, спостерігаються занадто тривалі затримки поширення інформації про новий маршрут. Такі затримки є неприпустимими для багатьох комерційних застосувань, що здійснюють доступ до баз даних або фінансові транзакції.

Протокол маршрутизації RIP використовує найлегшу для подання метрику, кількість маршрутизаторів, які пакет повинен перетнути, щоб досягти цільової мережі. Проте використання даного критерію в цілому ряді випадків не може забезпечити оптимальний вибір маршруту.

Маршрутизатору є доступною тільки маршрутна інформація, отримана від його сусідів. Пакети, що надходять у вузол, залишаються в черзі до тих пір, поки не будуть відправлені далі. Якщо пакети надходять зі швидкістю, яка наближається до пропускної спроможності вузла, то пакети будуть накопичуватися в буфері, і середня затримка збільшиться до нескінченності. На практиці буфер має скінчену довжину, і пакети будуть губитися або змінюватиметься їх маршрут. Перевантаження буфера може стати результатом рішень, пов'язаних з маршрутизацією, або просто наслідком непомірного навантаження на канал. При великій кількості вимог на встановлення віртуального каналу, можливість встановлення каналу не гарантує, що не виникне перевантаження.

До алгоритму маршрутизації за протоколом RIP, не включений механізм керування перевантаженням. Всі запити будуть направлятися за найкоротшим маршрутом. Надмірно спрощена система обліку "відстаней", прийнята в протоколі RIP, створює неоптимальні таблиці маршрутів, і в результаті пакети пересилаються через повільні або занадто дорогі лінії

зв'язку, в той час як доступні більш ефективні маршрути. Інші протоколи маршрутизації використовують більш складні метрики, що враховують величину затримки, пропускну спроможність, надійність маршруту і навантаження на нього

Перевантаження телекомунікаційної мережі відбувається якщо ресурси мережі використовуються нерівномірно або виникає блокування або коли кількість пакетів, що надійшли в мережу для транспортування між користувачами, перевищує деякий поріг. Пороговим значенням завантаження буфера часто приймають 0,8 ємності. При застосуванні системи керування завантаженням буфера на жорсткій логіці, надмірне збільшення вимог до обмежених ресурсів телекомунікаційної мережі з боку одного або декількох користувачів може погіршити якість обслуговування інших користувачів мережі.

Пошук оптимального маршруту здійснюється в мережі з нечітко заданими параметрами, оскільки параметри вузлів комутації і трактів передачі, що використовуються для визначення метрики в протоколах маршрутизації можуть змінюватися внаслідок того що:

- передана інформація піддається впливу перешкод випадкового характеру;
- надійність ліній та обладнання транспортної мережі обмежена;
- обсяг буферної пам'яті маршрутизаторів обмежений;
- для обробки пакету маршрутизатором необхідно якийсь час;
- довжини всіх повідомлень незалежні.

Вирішити проблему конструювання метрики на новій основі дозволяє теорія нечітких множин та заснована на ній нечітка логіка.

Навантаження телекомунікаційної мережі не є рівномірним і з бігом часу воно змінюється. В окремих випадках при визначенні нерівномірного навантаження користуються середнім значенням та дисперсією навантаження. Середня швидкість зміни навантаження мережі показує чому дорівнює зміна навантаження в середньому за одиницю часу. Але знання середньої швидкості навантаження не дозволяє визначити зміну навантаження телекомунікаційної мережі. У роботі використовується термін швидкість в широкому сенсі, як швидкість зміни інтенсивності потоку навантаження, яка математично характеризується похідною функції. Якщо користуватись середнім значенням швидкості зміни навантаження за проміжок часу менший відрізок часу для якого вона визначена, то отримаємо невірний результат. Таким чином за допомогою поняття середнього навантаження не можливо визначити навантаження мережі в будь-який момент часу. Миттєва швидкість зміни навантаження в даний

момент часу дорівнює відношенню досить малої зміни навантаження за малий час, що передує даному моменту, до малого проміжку часу протягом якого здійснюється ця зміна. Значення миттєвої швидкості зміни навантаження збігається з напрямом зміни навантаження в даний момент часу. Миттєве навантаження телекомунікаційної мережі (маршрутизатора) безперервно змінюється, від одного моменту часу до іншого. Для визначення навантаження маршрутизатора у будь-який момент часу необхідно знати, як швидко змінюється навантаження, або як воно змінюється за одиницю часу. Якщо потоки навантаження за однакові проміжки часу змінюються неоднаково, то на одних відрізках часу навантаження може зростати швидко, а на інших – повільно. Тоді й прискорення на різних інтервалах часу будуть різні. Якщо прискорення велике, то це означає, що навантаження мережі швидко зростає або зменшується. В кожному момент часу навантаження яке змінюється нерівномірно, має певне прискорення, величина якого змінюється, від моменту до моменту.

Для підвищення адекватності алгоритму маршрутизації, у метриці необхідно враховувати більшу кількість факторів. Пропонується модифікувати протокол RIP шляхом збільшення кількості параметрів для обчислення метрики, а саме урахуванням протяжності маршруту, завантаження, швидкості і прискорення зміни коефіцієнта завантаження вихідного буфера маршрутизатора.

Маршрутизатор на основі нечіткої логіки. Застосування регуляторів, що працюють на базисі нечіткої логіки для керування різноманітними нестационарними та нелінійними об'єктами показали їх високу ефективність та у ряді випадків забезпечує значні переваги порівняно з лінійними цифровими регуляторами [1]. Структурну схему маршрутизатора, що функціонує на основі нечіткої логіки, наведено на рисунку 1.

У якості вхідних змінних пропонується використовувати значення навантаження буфера Y , швидкість зміни навантаження (першу похідну) $\dot{Y}$ та прискорення (другу похідну) навантаження $\ddot{Y}$. Вихідної змінної, завантаженість вихідного буфера маршрутизатора m .

Основні параметри нечіткої системи, при яких виконується їх синтез та розрахунок, є, по-перше, кількість та форма функцій належності $\mu^T(u)$ лінгвістичних величин і, по-друге, діапазони зміни вхідних та вихідної лінгвістичних змінних: навантаження буфера, першої похідної навантаження буфера, другої похідної навантаження буфера та завантаженість вихідного буфера, тобто

$$[Y_{\min}, Y_{\max}], [\dot{Y}_{\min}, \dot{Y}_{\max}], [\ddot{Y}_{\min}, \ddot{Y}_{\max}], [m_{\min}, m_{\max}].$$

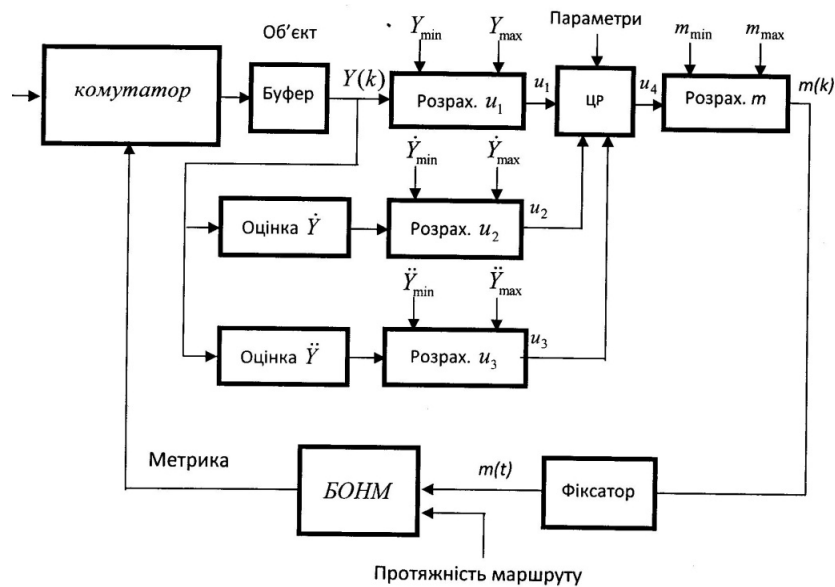


Рис. 1. Структурна схема маршрутизатора на основі нечіткої логіки:
БОНМ – блок обчислення нечіткого маршруту

Кількість функцій належності ФН (кількість термів, які описують вхідні та вихідні змінні) обмежують, по можливості, найменшим числом [2]. Функції належності прийнято трикутними.

$$\mu^1(u) = 1 - u ; \mu^2(u) = u, \quad u \in [0,1].$$

На універсальній множині $U = [0,1]$ задані дві нечіткі множини, монотонні функції належності яких для кожної лінгвістичної величини (термів *позитивна-1*, *негативна-2*) наведено на рис. 2.

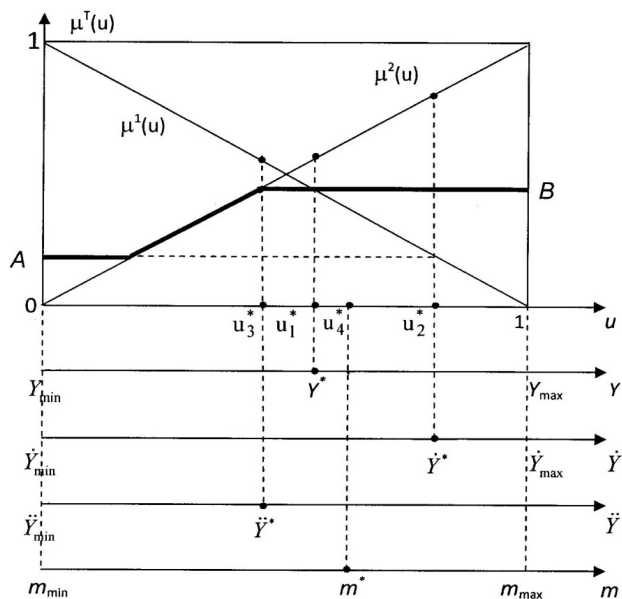


Рис. 2. Нечіткі множини задані трикутними функціями належності

Для кожної лінгвістичної змінної можна використовувати свої функції належності. Таким чином, існує досить велика кількість варіантів задання функцій належності при оптимізації параметрів нечіткого регулятора.

Результуюча ФН отримано шляхом мінімаксної композиції нечітких множин, а розрахунок абсиси центру ваги $s_c = S(u_c, \mu_c)$ ділянки площини, яку охоплює результуюча ФН $\mu(u)$ в межах діапазону змінної u від $u = U_1$ до $u = U_2$, визначено методом числового інтегрування за методом трапецій

$$u_c = \frac{\frac{U_1 \mu_0}{2} + \sum_{i=1}^{M-1} u_i \mu_i + \frac{U_2 \mu_M}{2}}{\frac{\mu_0}{2} + \sum_{i=1}^{M-1} \mu_i + \frac{\mu_M}{2}}, \quad (1)$$

де $(U_2 - U_1) / M = u_0$ - крок дискретизації,

M - кількість відліків на інтервалі $U_2 - U_1$,

$i = 1, 2, 3, \dots, M-1$.

При формуванні результуючої ФН необхідно визначати абсиси точок перетину ФН нечітких підмножин (термів *позитивний-1*, *негативний-2*) з горизонтальними прямими. Найбільш просто це виконати для лінійних ФН. Для ФН виду

$$\mu^1(u) = 1 / [1 + (u/c)^2];$$

$$\mu^2(u) = 1 / [1 + (\frac{u-1}{c})^2], \quad u \in [0,1],$$

абсиси точок перетину визначаються як

$$u^* = c \times \sqrt{\frac{1}{\mu^1(u^*)} - 1} \text{ та } u^* = 1 + c \times \sqrt{\frac{1}{\mu^2(u^*)} - 1}. \quad (2)$$

На рисунку 3 наведено поверхню метрики маршрутизації одержаної шляхом моделювання.

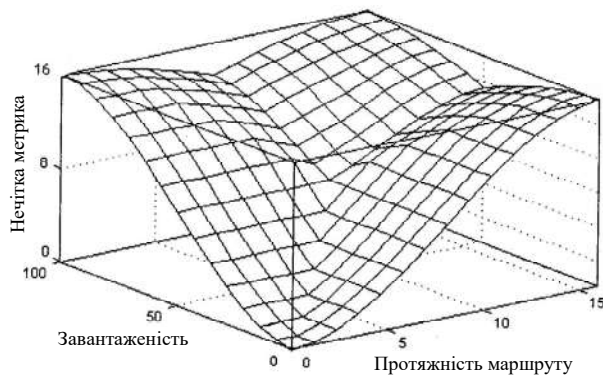


Рис. 3. Поверхня метрики маршрутизації

Результат моделювання свідчать, що нечіткий алгоритм забезпечує збільшення частки успішно доставлених пакетів у 1,4 рази. Автоматизація процесу налагоджування маршрутизатора на основі нечіткої логіки, дозволить значно скоротити терміни його розробки та вводу в експлуатацію.

Висновки

1) Центальною проблемою розвитку протоколів маршрутизації є конструювання метрики, що адекватно відображає процеси маршрутизації з урахуванням поточного навантаження мережі. Проведений авторами аналіз та систематизація протоколів маршрутизації показав, що на поточний момент системний підхід до формування метрики як основного критерію маршрутизації практично не застосовується. Використання різного роду евристичних формул для визначення метрик в різних протоколах маршрутизації не забезпечує універсальності та еволюційного розвитку, адекватного високим темпам розвитку телекомунікаційних мереж.

2) Проведений аналіз способів конструювання метрики в різних протоколах маршрутизації виявив недостатньо глибоке відображення в метриці всіх аспектів функціонування мережі. Незважаючи на ускладнення алгоритмів маршрутизації, кількість факторів які враховуються в метриці залишається невеликою (1-4 фактори). Для підвищення адекватності алгоритму маршрутизації, у метриці необхідно враховувати більшу кількість факторів. Вирішити проблему конструювання метрики на новій основі дозволяє теорія нечітких множин та заснована на ній нечітка логіка.

3) Використання системи нечіткого виводу

дозволило створити масштабовану систему маршрутизації, логіка роботи якої дозволяє легко нарощувати і змінювати структуру метрики на систематичній основі шляхом розширення (зміни) бази правил для вибору маршруту. Проведені дослідження показали, що застосування нечіткої логіки в задачах маршрутизації відкриває нові можливості керування навантаженням на основі простих евристичних правил і адаптації до умов нестаціонарного і екстремального навантаження.

Література

1. Архангельский В.И., Богаенко И.Н., Грабовский Г.Г., Рюмшин Н.А. Досвід розвитку і застосування систем фуцці-управління // Автоматизація виробничих процесів. – 1997, № 2(5). – С. 1-10.
2. Лісовий І.П., Врублевський А.Р. Зменшення розміру бази правил нечіткої системи керування трафіком. Матеріали 69-ї науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу, науковців та аспірантів ОНАЗ ім. О.С. Попова, 3-5 грудня, Одеса, 2014 р., с.39-41.

Мазіашвілі А.Р. (УкрДУЗТ)

УДК 621.327

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕДАЧІ ВІДЕОДАНИХ В МЕРЕЖАХ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Автоматизація технологічних процесів залізничного транспорту безпосередньо пов'язана з впровадженням глобальних комп'ютерних систем, які об'єднують окремі пристрої і технології залізниць в єдину інформаційно-керуючу мережу, що оперує інформаційними даними всієї залізничної галузі. Обсяг інформації зростає стрімкими темпами.

Сьогодні, на залізничному транспорті України існує багато систем, які використовують методи або алгоритми стиснення. Але всі вони, переважно застосовуються або в наземному сегменті, або дають гірші показники, а ніж методи, які використовують ущільнене хвильове мультиплексування. Включення методів і алгоритмів стиску в процес передачі інформації, дозволяє передавати менший об'єм, згідно пропускної здатності каналу для передачі тієї ж самої інформації.

З обсягом інформації нерозривно пов'язані такі важливі складові будь-якої інформаційної системи, як швидкодія обчислювальної техніки, характеристики технічних засобів для зберігання даних, надійність і швидкодія каналів зв'язку та ін. Для зменшення обсягу інформації застосовуються методи стиснення, що дозволяють змінювати, а також зменшувати довжину