

УДК 004.724.2

М.А. Павленко¹, М.Ю. Гусак², Д.О. Калиновський¹¹ Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків² в/ч А4245

АНАЛІЗ ПРОТОКОЛІВ МАРШРУТИЗАЦІЇ В ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖАХ

Розвиток телекомунікаційних систем, робить актуальною проблему пошуку оптимального методу маршрутизації у телекомунікаційних мережах. У статті розглядаються сучасні протоколи маршрутизації, які базуються на принципово різних алгоритмах вибору оптимального шляху (дистанційно-векторних алгоритмах й алгоритмах стану зв'язків) та запропоновано перспективні шляхи подальшого розвитку протоколів маршрутизації.

Ключові слова: маршрутизація, протокол, телекомунікаційна мережа, алгоритм.

Вступ

Постановка проблеми. Існує велика кількість телекомунікаційних мереж, для надійної роботи яких використовуються різноманітні протоколи маршрутизації, кожен з яких має свої особливості. Існують додаткові протоколи, які є мостами між окремими мережами, що дозволяють в одній цілісній системі використовувати несумісних між собою протоколи [1]. Зважаючи на всі зусилля не створено протоколу, що б задовольняв багатьом умовам використання, тому вибір оптимального протоколу – це досить складне та актуальне завдання сьогодення.

Аналіз літератури. Постійний розвиток телекомунікаційних мереж вимагає належного рівня підготовки все більшої кількості користувачів, зростає кількість виданих навчальних посібників та наукових праць, проте більшість з них споснується розробниками протоколів маршрутизації або мережевого обладнання [2 – 12]. Тому є необхідність в незалежному аналізі наявних протоколів маршрутизації телекомунікаційних мереж.

Мета статті. Проаналізувавши існуючі протоколи маршрутизації телекомунікаційних мереж необхідно: систематизувати протоколи маршрутизації (за використовуваними типами алгоритмів); визначити переваги та недоліки існуючих протоколів маршрутизації; запропонувати подальший напрямок розвитку.

1. Розподіл протоколів маршрутизації за реалізуємих алгоритмом

До телекомунікаційних мереж в наш час відносять [2]: телефонні мережі; радіомережі; телевізійні мережі; комп'ютерні мережі.

У всіх цих мережах клієнтам пропонується сучасний “ресурс” – інформація.

Телефонні мережі надають інтерактивні послуги (interactive services), так два абонента, що беруть участь в розмові (або декілька абонентів, як що це конференція), почерзі “проявляють активність” [3].

Радіомережі та телевізійні мережі надають широкотрансляційні послуги (broadcast services), під час трансляції інформація розповсюджується тільки в одному напрямку – від мережі до абонентів, за схемою “один до багатьох” (point-to-multipoint) [4].

Не дивлячись на те, що різноманітності між телефонними, радіо, телевізійними та комп'ютерними мережами, безумовно, суттєві, на достатньо високому рівні абстракції мають подібні структури.

На даний час по багатьом напрямкам відбувається конвергенція різноманітних видів телекомунікаційних мереж [5].

1.1. Прості алгоритми маршрутизації

Проста маршрутизація реалізується без урахування топології і завантаження мережі передачі даних і, як правило, відрізняється низькою ефективністю [6].

Серед алгоритмів простої маршрутизації виділяють [7]: випадкову; лавинну; за попереднім досвідом.

Випадкова маршрутизація являє собою метод, при якому пакет передається з вузла в будь-якому, випадково вибраному напрямку, крім напрямку, за яким він надійшов у даний вузол [8]. Існує кінцева ймовірність того, що пакет через певний момент часу досягне адресата.

Метод характеризується значним часом доставки пакетів і неефективним використанням пропускної здатності мережі.

Тим не менш, різні модифікації випадкової маршрутизації знаходять застосування в мережах з низькою інтенсивністю потоків у разі необхідності забезпечення стійкої роботи мережі при виході з ладу окремих її компонентів.

В основі **лавинної маршрутизації** [5] лежить ефект розмноження пакетів, при якому вузол, отримавши пакет, генерує додаткові, ідентичні з ним пакети і передає їх в усі напрямки, крім того, по якому надійшов пакет. Таким чином, копії пакета лавиноподібно поширюються по мережі.

Перевагою методу є те, що він забезпечує мінімальну затримку поширення пакетів, оскільки використовуються всі шляхи через мережу, в тому числі і найкоротший. Недоліки методу - суттєве зниження пропускну здатності мережі.

Методи боротьби. В ідеальному випадку лічильник транзитних ділянок повинен на початку встановлюватися рівним довжині шляху від відправника до одержувача. Якщо відправник не знає відстань до одержувача, він може встановити значення лічильника дорівнює довжині максимального шляху (діаметру) в даній підмережі.

Альтернативний спосіб – облік пакетів, що проходять через маршрутизатор. Це дозволяє не посылати їх повторно. Один з методів полягає в тому, що кожен маршрутизатор поміщає в кожен отримуваний від своїх хостів пакет порядковий номер.

Всі маршрутизатори ведуть список маршрутизаторів-джерел, в якому зберігаються всі порядкові номери пакетів, які їм зустрічалися. Якщо пакет від даного джерела з таким порядковим номером вже є в списку, він далі не поширюється і видаляється.

Подальшим розвитком способу простий маршрутизації слід вважати **маршрутизацію з попереднього досвіду** [9], при якій забезпечується корекція спочатку випадково обраних маршрутів. З цією метою пакети додатково забезпечуються лічильником пройдених вузлів, на підставі вмісту якого формується адреса наступного вузла на шляху проходження

пакета до одержувача.

Таким чином, на початковому етапі маршрутизації шлях прямування пакетів може визначатися випадковим чином і способом лавинного заповнення пакетів, а потім, у міру проходження наступних пакетів, шлях їх прямування коригується.

Після проходження першого пакету по якомусь маршруту в кожному вузлі комутації зберігається інформація про адресу відправника, одержувача, попередньому вузлі і числі пройдених вузлів. При надходженні пакету з тими ж значеннями адрес відправника і одержувача, але з меншим значенням лічильника пройдених вузлів, здійснюється коригування маршруту у вузлах комутації.

1.2. Класифікація протоколів маршрутизації за типом застосовуемого алгоритму маршрутизації

Класифікація протоколів маршрутизації за типом застосовуемого алгоритму маршрутизації наведена на рис. 1.

1.2.1 Статичні або динамічні алгоритми. Статичні (неадаптивні) алгоритми маршрутизації взагалі навряд чи є алгоритмами. Розподіл статичних таблиць маршрутизації встановлюється адміністратором мережі до початку маршрутизації. Воно не змінюється, якщо тільки адміністратор мережі не змінить його. Алгоритми, що використовують статичні маршрути, прості для розробки і добре працюють в середовищах, де трафік мережі відносно передбачуваний, а схема мережі є відносно простою.

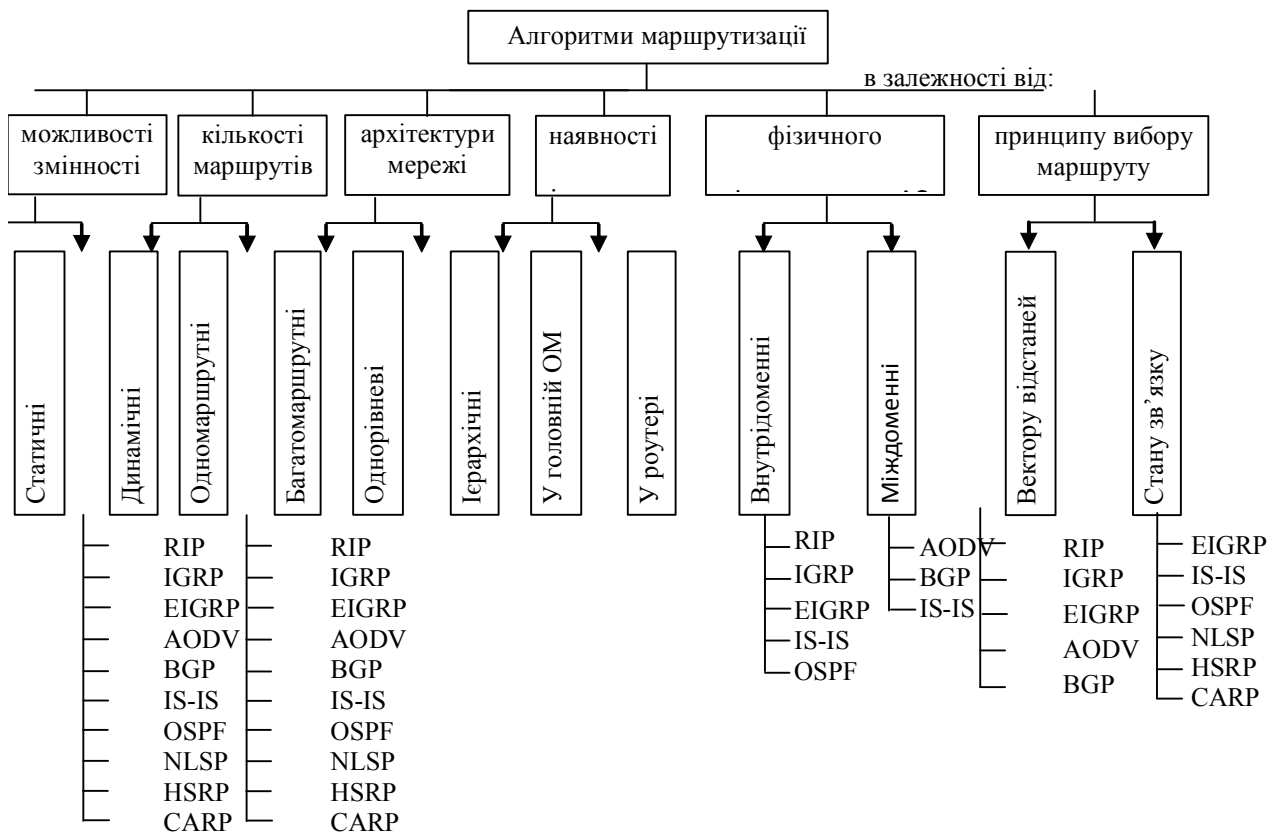


Рис. 1. Класифікація протоколів маршрутизації за типом застосовуемого алгоритму маршрутизації

Оскільки статичні системи маршрутизації не можуть реагувати на зміни в мережі, вони, як правило, вважаються непридатними для сучасних великих, мереж що постійно змінюються, але у свою чергу можуть легко використовуватися у:

- статичних системах маршрутизації, які не змінюються в часі;
- статичних системах маршрутизації, що змінюються за розкладом;
- статичних системах маршрутизації, що змінюються по ситуації – адміністративно в момент виникнення стандартної ситуації [10].

Більшість домінуючих алгоритмів маршрутизації з 1990рр. – динамічні. Динамічні алгоритми маршрутизації підлаштовуються до обставин, що змінюються мережі в масштабі реального часу. Вони це виконують після аналізу вхідних повідомлень про оновлення маршрутизації. Якщо в повідомленні вказується, що мала місце зміна мережі, програми маршрутизації перераховують маршрути і розсилають нові повідомлення про коригування маршрутизації. Такі повідомлення пронизують мережу, стимулюючи роутери заново проганяти свої алгоритми і відповідним чином змінювати таблиці маршрутизації. Динамічні алгоритми маршрутизації можуть доповнювати статичні маршрути там, де це доречно. Наприклад, можна розробити “роутер останнього звернення” (тобто роутер, в який надсилаються всі невідправлені за певним маршрутом пакети). Такий роутер виконує роль сховища невідправлених пакетів, гарантуючи, що всі повідомлення будуть хоча б певним чином оброблені.

1.2.2 Одномаршрутні та багатомаршрутні алгоритми. Деякі складні протоколи маршрутизації забезпечують безліч маршрутів до одного й того ж пункту призначення. Такі багатомаршрутні алгоритми роблять можливою мультиплексну передачу трафіку по численних лініях; одномаршрутні алгоритми не можуть робити цього. Переваги багатомаршрутних алгоритмів очевидні – вони можуть забезпечити значно більшу пропускну спроможність і надійність процесу передачі трафіку. Про те багаторівневі алгоритми маршрутизації набагато складніше реалізувати [11].

1.2.3 Однорівневі та ієрархічні алгоритми. Деякі алгоритми маршрутизації оперують в плоскому просторі, в той час як інші використовують ієрархії маршрутизації. У однорівневої системи маршрутизації все роутери рівні по відношенню один до одного. В ієрархічній системі маршрутизації деякі роутери формують те, що становить основу (backbone - базу) маршрутизації.

Пакети з небазових роутерів переміщуються до базові роутера та пропускаються через них до тих пір, поки не досягнуть спільної області пункту призначення. Починаючи з цього моменту, вони пере-

міщуються від останнього базового роутера через один або кілька небазових роутерів до кінцевого пункту призначення.

Системи маршрутизації часто встановлюють логічні групи вузлів, званих доменами, або автономними системами (AS), або областями. В ієрархічних системах одні роутери будь-якого домену можуть єднатися з роутерами інших доменів, в той час як інші роутери цього домену можуть підтримувати зв'язок з роутерами тільки в межах свого домену. У дуже великих мережах можуть існувати додаткові ієрархічні рівні. Роутери найвищого ієрархічного рівня утворюють базу маршрутизації.

Основною перевагою ієрархічної маршрутизації є те, що вона імітує організацію більшості компаній і отже, дуже добре підтримує їх схеми трафіку. Велика частина мережевої зв'язку має місце в межах груп невеликих компаній (доменів). Внутрішнім роутерам необхідно знати тільки про інших роутерах в межах свого домену, тому їх алгоритми маршрутизації можуть бути спрощеними. Відповідно може бути зменшений і трафік поновлення маршрутизації, що залежить від використовуваного алгоритму маршрутизації.

1.2.4 Алгоритми з інтелектом у головній обчислювальній машині (ОМ) або в роутері. Деякі алгоритми маршрутизації припускають, що кінцевий вузол джерела визначає весь маршрут. Зазвичай це називають маршрутизацією від джерела. У системах маршрутизації від джерела роутери діють просто як устійств зберігання і пересилки пакету, без будь-роздумів відсилаючи його до наступної зупинки.

Інші алгоритми припускають, що головні обчислювальні машини нічого не знають про маршрути. При використанні цих алгоритмів роутери визначають маршрут через загальну мережу, базуючись на своїх власних розрахунках. У першій системі, розглянутій вище, інтелект маршрутизації знаходиться в головній обчислювальній машині. У системі, розглянутої в другому випадку, інтелектом маршрутизації наділені роутери.

Компроміс між маршрутизацією з інтелектом у головній обчислювальній машині і маршрутизацією з інтелектом у роутері досягається шляхом зіставлення оптимальності маршруту з непродуктивними витратами трафіку. Системи з інтелектом у головній обчислювальній машині частіше вибирають найкращі маршрути, тому що вони, як правило, знаходять всі можливі маршрути до пункту призначення, перш ніж пакет буде дійсно відісланий. Потім вони вибирають найкращий маршрут, ґрунтуючись на визначенні оптимальності даної конкретної системи. Однак акт визначення всіх маршрутів часто вимагає значного трафіку пошуку та тривалого проміжка часу.

1.2.5 Внутрішні та міждомени алгоритми. Деякі алгоритми маршрутизації діють тільки в

межах доменів; інші - як у межах доменів, так і між ними. Природа цих двох типів алгоритмів різна. Тому зрозуміло, що оптимальний алгоритм внутрішньої маршрутизації не обов'язково буде оптимальним алгоритмом міждоменої маршрутизації [12].

Internet спочатку будувалася як мережа, що об'єднує велику кількість існуючих систем. З самого початку в її структурі виділяли магістральну мережу (core backbone network), а мережі, приєднані до магістралі, розглядалися як автономні системи (autonomous systems, AS).

Магістральна мережа і кожна з автономних систем мали своє власне адміністративне управління і власні протоколи маршрутизації. Необхідно підкреслити, що автономна система і домен імен Internet - це різні поняття, які служать різним цілям. Автономна система об'єднує мережі, в яких під загальним адміністративним керівництвом однієї організації здійснюється маршрутизація, а домен об'єднує комп'ютери (можливо, належать різним мережам), в яких під загальним адміністративним керівництвом однієї організації здійснюється призначення унікальних символічних імен. Природно, області дії автономної системи та домену імен можуть в окремому випадку збігатися, якщо одна організація виконує обидві зазначені функції. Відповідно протоколи маршрутизації всередині автономних систем називаються протоколами внутрішніх шлюзів (interior gateway protocol, IGP), а протоколи, що визначають обмін маршрутною інформацією між зовнішніми шлюзами і шлюзами магістральної мережі - протоколами зовнішніх шлюзів (exterior gateway protocol, EGP). Усередині магістральної мережі також допустимо будь-який власний Структура Internet з єдиною магістраллю досить довго відповідала дійсності, тому спеціально для неї був розроблений протокол обміну маршрутною інформацією між автономними системами, названий EGP. Однак у міру розвитку мереж постачальників послуг структура Internet стала набагато більш складною, з довільним характером зв'язків між автономними системами. Тому протокол EGP поступився місцем протоколу BGP, який дозволяє розпізнати наявність петель між автономними системами і виключити їх з міжсистемних маршрутів. Протоколи EGP і BGP використовуються тільки в зовнішніх шлюзах автономних систем, які найчастіше організуються постачальниками послуг Internet.

У маршрутизаторах корпоративних мереж працюють внутрішні протоколи маршрутизації, такі як RIP і OSPF. внутрішній протокол IGP.

1.2.6 Алгоритми стану зв'язку та алгоритми вектору відстаней. Алгоритми стану зв'язку (відомі також як алгоритми "першочерговості найкоротшого маршруту") направляють потоки маршрутною інформації в усі вузли єдиненної мережі. Проте кожен роутер посилає лише ту частину маршрутною

таблиці, яка описує стан його власних каналів. Алгоритми вектору відстані (також відомі як алгоритми Белмана-Форда) вимагають від кожного роутера посилки всієї або частини своєї маршрутною таблиці, але тільки своїм сусідам.

Алгоритми стану каналів фактично направляють невеликі коректування в усіх напрямках, в той час як алгоритми вектору відстаней відсилають більш великі коригування лише на сусідні роутери [13].

Відрізняючись більш швидкою збіжністю (сходимістю), алгоритми стану каналів трохи менше схильні до утворення петель маршрутизації, ніж алгоритми вектору відстаней. З іншого боку, алгоритми стану каналу характеризуються більш складними розрахунками в порівнянні з алгоритмами вектору відстаней, вимагаючи більшої процесорної потужності та пам'яті, ніж алгоритми вектору відстані.

Внаслідок цього, реалізація та підтримка алгоритмів стану каналу може бути більш дорогою. Незважаючи на їх відмінності, обидва типи алгоритмів добре функціонують за самих різних обставинах.

2. Порівняння протоколів маршрутизації за використовуваними алгоритмами (принципами вибору маршруту)

Застосовуємі у наш час в телекомунікаційних мережах алгоритми протоколів маршрутизації належать до адаптивно розподілених алгоритмів (протоколів), які в свої чергу поділяються на дистанційно-векторні алгоритми (Distance Vector Algorithm (DVA)) та алгоритми стану зв'язків (Link State Algorithm (LSA)).

Для своєчасного та надійного обміну інформації між користувачами необхідно автоматизувати процеси оптимізації вибору маршруту прямування пакетів даних. Спробуємо розібратись з запропонованими протоколами передачі даних та протоколами маршрутизації, що використовуються у сучасних телекомунікаційних мережах.

2.1. Дистанційно-векторні алгоритми

Ці алгоритми інколи іменуються протоколами Белмана-Форда (Bellman-Ford), на честь винахідників алгоритму розрахунків найкоротших маршрутів, які в перше описали механізм розподіленого застосування цього алгоритму [12]:

- RIP - (англ. *Routing Information Protocol* - протокол маршрутною інформації), є внутрішнім протоколом маршрутизації, простий в реалізації, найчастіше використовується в невеличких мережах;
- IGRP - (англ. *Interior Gateway Routing Protocol* - внутрішній протокол) є протокол маршрутизації, розроблений фірмою Cisco Systems для своїх багатопрокольних маршрутизаторів, які працюють в межах автономної системи;
- EIGRP - (англ. *Enhanced Interior Gateway Routing Protocol* - розширення внутрішніх шлюзів протокол) - є гібридним протоколом фірми Cisco Systems, який поєднує властивості дистанційно-векторних протоколів та протоколів стану зв'язків.

- AODV - (англ. *Ad hoc On-Demand Distance Vector* – реактивний протокол динамічної маршрутизації) встановлює маршрут до адресата на вимогу, є протокол для мобільних та бездротових мереж;
- BGP - (англ. *Border GateWay Protocol* – пограничний шлюзовий протокол) є основним протоколом обміну маршрутною інформацією між автономними системами.

Всі базуються на основі застосування Distance Vector Algorithm (DVA), термін дистанційний вектор (distance vector) виник через те, що в протоколі є вектор-список відстаней, лічильник прийомів або інші параметри, які пов'язані з кожним префіксом отримувача, що міститься в повідомленні про маршрут.

Кожен маршрутизатор періодично та широко-мовно розсилає по мережі вектор, компонентом якого є відстань (що вимірюється в той або іншій метриці) від одного маршрутизатора до всіх йому відомих мереж. Пакети протоколів маршрутизації зазвичай називають оголошеннями про відстані, так як з їх допомогою маршрутизатор оголошує іншим маршрутизаторам відомі йому дані про конфігурацію мережі. Отримавши від деякого сусіда вектор відстаней (дистанцій) до відомих того мереж, маршрутизатор нарощує компоненти вектора на величину відстані від себе до даного сусіда. Крім того, він доповнює вектор інформацією про відомі йому самому інші мережі, про які він дізнався безпосередньо (якщо вони підключені до його портів) або з аналогічних оголошень інших маршрутизаторів. Оновлене значення вектора маршрутизатор розсилає своїм сусідам. Зрештою, кожен маршрутизатор дізнається через сусідні маршрутизатори інформацію про всі наявні в мережі і про відстані до них. Потім він вибирає з декількох альтернативних маршрутів до кожної мережі той маршрут, який має найменше значення метрики. Маршрутизатор, який передав інформацію про даний маршрут, наголошується в таблиці маршрутизації як наступний (next hop).

2.2. Алгоритми стану зв'язків

Базуються на використанні Link State Algorithm (LSA). Протоколи з аналізом стану зв'язків працюють на основі обміну між маршрутизаторами спеціальних повідомлень, які мають назву звіт про стан зв'язків (link states) [9].

Алгоритми стану зв'язків (LSA) забезпечують кожен маршрутизатор інформацією, достатньою для побудови точного графа зв'язків мережі. Всі маршрутизатори працюють на підставі одного й того ж графа, що робить процес маршрутизації більш стійким до змін конфігурації. Кожен маршрутизатор використовує граф мережі для визначення оптимальних за певним критерієм маршрутів до кожної з мереж. Щоб зрозуміти, в якому стані знаходяться лінії зв'язку, підключені до його портів, маршрутизатор періодично обмінюється короткими пакетами HELLO зі своїми найближчими сусідами.

В цих звітах міститься інформація о зв'язках та вузлах домена маршрутизації. Це означає, що на тих маршрутизаторах де працюють протоколи аналізу стану зв'язків не відбувається обмін маршрутними таблицями, так як це відбувається в дистанційно-векторних протоколах:

- IS-IS - (англ. *Intermediate System to Intermediate System* – протокол між проміжними системами) є розповсюджений протокол маршрутизації стека OSI;
- OSPF - (англ. *Open Shortest Path First* – відкрити найкоротший маршрут першим) базується на технології відслідковування стану каналу та пошуку найкоротшого маршруту;
- NLSP - (англ. *NetWare Link-Services Protocol* – протокол маршрутизації розроблений на основі протоколу IS-IS) є наявність резервних шляхів розроблений фірмою Novell;
- HSRP - (англ. *Hot Standby Router Protocol* – протокол сімейства FHRP (*First Hop Redundancy Protocol*) розроблений фірмою Cisco Systems, в якості основного стандарту;
- CARP - (англ. *Common Address Redundancy Protocol* – протокол надлишковості загальної адреси) – є вільною, безпечною альтернативою протоколу HSRP.

Алгоритми стану зв'язків (LSA) забезпечують кожен маршрутизатор інформацією, достатньою для побудови точного графа зв'язків мережі. Всі маршрутизатори працюють на підставі одного й того ж графа, що робить процес маршрутизації більш стійким до змін конфігурації. Кожен маршрутизатор використовує граф мережі для визначення оптимальних за певним критерієм маршрутів до кожної з мереж. Щоб зрозуміти, в якому стані знаходяться лінії зв'язку, підключені до його портів, маршрутизатор періодично обмінюється короткими пакетами HELLO зі своїми найближчими сусідами.

В цих звітах міститься інформація о зв'язках та вузлах домена маршрутизації. Це означає, що на тих маршрутизаторах де працюють протоколи аналізу стану зв'язків не відбувається обмін маршрутними таблицями, так як це відбувається в дистанційно-векторних протоколах.

Висновки

Розглянувши сучасні протоколи маршрутизації, які застосовуються в телекомунікаційних мережах, та проаналізувавши їх класифікацію, було вирішено більш детально зупинитись на порівнянні протоколів маршрутизації за використовуваними алгоритмами (принципами вибору маршруту).

Дистанційно-векторні алгоритми добре працюють тільки в невеликих мережах. У великих мережах вони періодично засмічують лінії зв'язку інтенсивним трафіком, до того ж зміни конфігурації не завжди коректно можуть відпрацьовуватися алгоритмом цього типу, так як маршрутизатори не мають точного уявлення про топологію зв'язків у мережі, а володіють тільки абстрактною інформацією – вектором відстаней.

На відміну від протоколів DVA, які регулярно передають вектор відстаней, протоколи LSA обмежуються короткими повідомленнями, а передача більш об'ємних повідомлень відбувається тільки в тих випадках, коли за допомогою повідомлень HELLO був встановлений факт зміни стану будь-якого зв'язку. У результаті службовий трафік, створений протоколами LSA, набагато менш інтенсивний, ніж у протоколів DVA.

Дистанційно-векторні протоколи більш схильні до створення петель маршрутизації, ніж протоколи стану зв'язку, проте останні відзначаються швидшою сходимістю. З іншого боку, протоколи стану зв'язків характеризуються більш складними розрахунками відстаней у порівнянні з дистанційно-векторними протоколами, що потребують більшої процесорної потужності та пам'яті. В наслідок чого, собівартість реалізації протоколів стану зв'язків стає більш коштовною. Не дивлячись на їх розбіжності, обидва типи протоколів добре себе зарекомендували у різноманітних ситуаціях та постійно вдосконалюються.

Перспективним є подальший розвиток гібридних протоколів маршрутизації, які б під час вибору маршруту передачі даних мали змогу одночасно аналізувати:

- надійність каналів зв'язку на основі статистичних даних за певний період;
- важливість інформації, що передається (автоматично дублював передачу пакетів, використовуючи альтернативний маршрут);
- пропускну здатність каналу зв'язку;
- кількість переходів.

Нажаль надійний протокол маршрутизації з такими властивостями ще не створений.

Враховуючи все це - є необхідність у розробці новітнього протоколу маршрутизації, в логіку роботи якого буде закладено набагато складніший алгоритм вибору маршруту.

Незважаючи на складність реалізації та значну собівартість майбутній ефект має бути вражаючим.

Список літератури

1. Заика А. Компьютерные сети / А. Заика. – М.: ИД "Олма-Пресс", 2006 – 448 с.
2. Документация компании Cisco [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/12_2/ip/configuration/guide/1cftpadr.html#wp1001061.
3. Вишневицкий В.М. Теоретические основы проектирования компьютерных сетей / В.М. Вишневицкий. – М.: Техносфера, 2003. – 512 с.
4. Куроуз Дж. Компьютерные сети. 2-е изд / Дж. Куроуз, К. Росс. – СПб.: Питер, 2004. – 765 с.
5. Основы компьютерных сетей: учеб. пособие / Под ред. Л.Г. Гагариной. – М.: Форум: ИНФРА-М, 2007. – 272 с.
6. Савельев А. Современные протоколы маршрутизации. [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: http://www.citforum.ru/nets/articles/sovr_marsh.shtml.
7. Олифер В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов. 4-е изд. / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. – СПб.: Питер, 2010. – 944 с.
8. Таненбаум Э. Компьютерные сети. 4-е изд. / Таненбаум Э. – СПб.: Питер, 2007. – 992 с.
9. Олифер В.Г. Протокол межсетевого взаимодействия IP [Электронный ресурс] / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. – Режим доступа к ресурсу: <http://cylib.iit.nau.edu.ua/Books/NetWork/ip/contents.htm>.
10. Олифер Н.А. Использование моделирования для оптимизации производительности сети [Электронный ресурс] / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. – Режим доступа к ресурсу: http://www.citforum.ru/nets/optimize/locnop_09.shtml.
11. Плеваков В. Основы маршрутизации [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: <http://www.citforum.ru/nets/ito/2.shtml>.
12. Остерлох Х. Маршрутизация в IP-сетях. Принципы, протоколы, настройка: Пер. с англ. / В. Плеваков. – СПб.: ООО «ДиасофтЮП», 2002. – 512 с.
13. Принципы маршрутизации в Internet, 2-е издание.: Пер. с англ. – М.: "Вильямс", 2001. – 448 с.

Надійшла до редколегії 15.04.2011

Рецензент: канд. техн. наук, проф. Б.М. Судаков, Національний технічний університет «ХПІ», Харків.

АНАЛИЗ ПРОТОКОЛОВ МАРШРУТИЗАЦИИ В ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЯХ

М.А. Павленко, М.Ю. Гусак, Д.А. Калиновский

Развитие телекоммуникационных систем, делает актуальной проблему поиска оптимального метода маршрутизации в телекоммуникационных сетях. В статье рассматриваются современные протоколы маршрутизации, которые базируются на принципиально разных алгоритмах выбора оптимального пути (дистанционно векторных алгоритмах и алгоритмах состояния связей) и предложены перспективные пути последующего развития протоколов маршрутизации.

Ключевые слова: маршрутизация, протокол, телекоммуникационная сеть, алгоритм.

An ANALYSIS OF PROTOCOLS OF ROUTING IS IN TELECOMMUNICATION NETWORKS

M.A. Pavlenko, M.Yu. Gusak, D.A. Kalinovskiy

Development of the telecommunication systems, does actual the problem of search of optimum method of routing in telecommunication networks. In the article modern protocols are examined routing which are based on the on principle different algorithms of choice of optimum way (remotely vectorial algorithms and algorithms of the state of connections) and the perspective ways of subsequent development of protocols of routing are offered.

Keywords: routing, protocol, telecommunication network, algorithm.