

ЛЕКЦІЯ 8. СТРУКТУРИЗАЦІЯ МЕРЕЖ

Причини структуризації транспортної інфраструктури мереж

У мережах з невеликим (10-30) кількістю комп'ютерів найчастіше використовується одна з типових топологій — "загальна шина", "кільце", "зірка". Усі перераховані топології мають властивість однорідності, тобто всі комп'ютери в такій мережі мають однакові права відносно доступу до інших комп'ютерів (за винятком центрального комп'ютера при з'єднанні "зірка"). Така однорідність структури спрощує процедуру нарощування числа комп'ютерів, полегшує обслуговування й експлуатацію мережі.

Однак при побудові більших мереж однорідна структура зв'язків перетворюється з переваги в недолік. У таких мережах використання типових структур породжує різні обмеження, найважливішими з яких є:

- обмеження на довжину зв'язку між вузлами;
- обмеження на кількість вузлів у мережі;
- обмеження на інтенсивність трафіка, який генерують вузли мережі.

Наприклад, технологія Ethernet на тонкому коаксіальному кабелі дозволяє використовувати кабель довжиною не більш 185 метрів, до якого можна підключити не більш 30 комп'ютерів. Однак якщо комп'ютери інтенсивно обмінюються інформацією, іноді доводиться знижувати число підключених до кабелю машин до 20, а то й до 10, щоб кожному комп'ютеру діставалася прийнятна частка загальної пропускної здатності мережі.

Для зняття цих обмежень використовуються особливі методи структуризації мережі й спеціальне структуроутворююче устаткування — повторювачі, концентратори, мости, комутатори, маршрутизатори. Такого роду встаткування також називають комунікаційним, маючи у виді, що з його допомогою окремі сегменти мережі взаємодіють між собою.

Розрізняють:

1. Топологію фізичних зв'язків (фізичну структуру мережі). У цьому випадку конфігурація фізичних зв'язків визначається електричними з'єднаннями комп'ютерів, тобто ребрам графа відповідають відрізки кабелю, що зв'язують пари вузлів.
2. Топологію логічних зв'язків (логічну структуру мережі). Тут у якості логічних зв'язків виступають маршрути передачі даних між вузлами мережі, які утворюються шляхом відповідного налаштування комунікаційного встаткування .

Фізична структуризація мережі

Найпростіше з комунікаційних пристроїв — повторювач (repeater) — використовується для фізичного з'єднання різних сегментів кабелю локальної мережі з метою збільшення загальної довжини мережі. Повторювач передає сигнали, що приходять із одного сегмента мережі, в інші її сегменти. Повторювач дозволяє подолати обмеження на довжину ліній зв'язку за рахунок поліпшення якості переданого сигналу — відновлення його потужності й амплітуди, поліпшення фронтів і т.п.

Повторювач, який має кілька портів і з'єднує кілька фізичних сегментів, часто називають концентратором (concentrator) або хабом (hub). Ці назви (hub — основа, центр діяльності) відбивають той факт, що в даному пристрої зосереджені всі зв'язки між сегментами мережі.

Використання концентраторів характерно практично для всіх базових технологій локальних мереж — Ethernet, Arcnet, Token Ring, FDDI, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet.

Потрібно підкреслити, що в роботі будь-яких концентраторів багато загального — вони повторюють сигнали, пришедшие з один з їхніх портів, на інших своїх портах. Різниця полягає в тому, на які саме портах повторюються вхідні сигнали. Так, концентратор Ethernet повторює вхідні сигнали на всіх своїх портах, крім того, з якого сигнали надходять.

А концентратор Token Ring повторює вхідні сигнали, що надходять із деякого порту, тільки на одному порту — на тому, до якого підключений наступний у кільці комп'ютер.

Додавання в мережу концентратора завжди змінює фізичну топологію мережі, але при цьому залишає без змін її логічну топологію.

Як уже було сказано, під фізичною топологією розуміється конфігурація зв'язків, утворених окремими частинами кабелю, а під логічної — конфігурація інформаційних потоків між комп'ютерами мережі. У багатьох випадках фізична й логічна топології мережі збігаються. Наприклад, мережа, має фізичну топологію "кільце". Комп'ютери такої мережі одержують доступ до кабелів кільця за рахунок передачі один одному спеціального кадра — маркера, причому цей маркер також передається послідовно від комп'ютера до комп'ютера в тому ж порядку, у якому комп'ютери утворюють фізичне кільце, тобто комп'ютер А передає маркер комп'ютеру В, комп'ютер В — комп'ютеру С и т. буд.

Мережа, демонструє приклад розбіжності фізичної й логічної топології. Фізично комп'ютери з'єднані по топології "загальна шина". Доступ же до шини відбувається не по алгоритму випадкового доступу, застосовуваному в технології Ethernet, а шляхом передачі маркера в кільцевому порядку: від комп'ютера А — комп'ютеру В, від комп'ютера В — комп'ютеру С и т. буд. Тут порядок передачі маркера вже не повторює фізичні зв'язки, а визначається логічним конфігуруванням драйверів мережних адаптерів. Ніщо не заважає настроїти мережні адаптери і їх драйвери так, щоб комп'ютери утворювали кільце в іншому порядку, наприклад: В, А, С... При цьому фізична структура мережі не змінюється.

Іншим прикладом розбіжності фізичної й логічної топологій мережі є вже розглянута мережа; Концентратор Ethernet підтримує в мережі фізичну топологію "зірка". Однак логічна топологія мережі залишилася без змін — це "загальна шина". Тому що концентратор повторює дані, пришедшие з будь-якого порту, на всіх інших портах, то вони з'являються на всіх фізичних сегментах мережі одночасно, як і в мережі з фізичною загальною шиною. Логіка доступу до мережі не міняється: усе компоненти алгоритму випадкового доступу — визначення незайнятості середовища, захват середовища, розпізнавання й обробка колізій — залишаються в силі.

Фізична структуризація мережі за допомогою концентраторів корисна не тільки для збільшення відстані між вузлами мережі, але й для підвищення її надійності. Наприклад, якщо

який-небудь комп'ютер мережі Ethernet з фізичною загальною шиною через збій починає безупинно передавати дані по загальному кабелю, то вся мережа виходить із ладу, і залишається тільки одне — вручну від'єднати мережний адаптер цього комп'ютера від кабелю. У мережі Ethernet, побудованій з використанням концентратора, ця проблема може бути вирішена автоматично — концентратор відключає свій порт, якщо виявляє, що приєднаний до нього вузол занадто довго монополює мережу. Концентратор може блокувати некоректно працюючий вузол і в інших випадках, виконуючи роль деякого керуючого вузла.

Логічна структуризація мережі

Фізична структуризація мережі корисна в багатьох відносинах, однак у ряді випадків, що звичайно ставляться до мереж великого й середнього розміру, без логічної структуризації мережі обійтися неможливо. Найбільш важливою проблемою, не розв'язуваною шляхом фізичної структуризації, залишається проблема перерозподілу переданого трафіка між різними фізичними сегментами мережі.

У великій мережі природно виникає неоднорідність інформаційних потоків: мережа складається з безлічі підсетей робочих груп, відділів, філій підприємства й інших адміністративних утворів. В одних випадках найбільш інтенсивний обмін даними спостерігається між комп'ютерами, що належать одній підсеті, і тільки невелика частина обігів відбувається до ресурсів комп'ютерів, що перебувають поза локальними робочими групами. На інших підприємствах, особливо там, де є централізовані сховища корпоративних даних, активно використовувані всіма співробітниками підприємства, спостерігається зворотна ситуація: інтенсивність зовнішніх обігів вище інтенсивності обміну між "сусідніми" машинами. Але незалежно від того, як розподіляються зовнішній і внутрішній трафік, для підвищення ефективності роботи мережі неоднорідність інформаційних потоків необхідно враховувати.

Мережа з типовою топологією ("шина", "кільце", "зірка"), у якій усі фізичні сегменти розглядаються в якості одного поділюваного середовища, виявляється неадекватній структурі інформаційних потоків у великій мережі. Наприклад, у мережі із загальною шиною взаємодія будь-якої пари комп'ютерів займає її на увесь час обміну, тому при збільшенні числа комп'ютерів у мережі шина стає вузьким місцем. Комп'ютери одного відділу змушено чекати, коли завершить обмін пари комп'ютерів іншого відділу.

Мережа, побудована з використанням концентраторів. Нехай комп'ютер А, що перебуває в одній підсеті з комп'ютером В, посилає йому дані. Незважаючи на розгалужену фізичну структуру мережі, концентратори поширюють будь-який кадр по всіх її сегментах. Тому кадр, що посилає комп'ютером А комп'ютеру В, хоча й не потрібний комп'ютерам відділів 2 і 3, відповідно до логіки роботи концентраторів надходить на ці сегменти теж (на малюнку кадр, посланий комп'ютером А, показаний у вигляді заштрихованого кружка, який повторюється на всіх мережних інтерфейсах даної мережі). І доти, поки комп'ютер У не одержить адресований йому кадр, жоден з комп'ютерів цієї мережі не зможе передавати дані.

Така ситуація виникає через те, що логічна структура даної мережі залишилася однорідної — вона ніяк не враховує можливість локальної обробки трафіка усередині відділу й надає всім парам комп'ютерів рівні можливості по обміну інформацією.

Для розв'язку проблеми прийде відмовитися від ідеї єдиного однорідного поділюваного середовища. Наприклад, у розглянутому вище прикладі бажане було б зробити так, щоб кадри, які передають комп'ютери відділу 1, виходили б за межі цієї частини мережі в тому й тільки в тому випадку, якщо ці кадри спрямовані якому-небудь комп'ютеру з інших відділів. З іншого боку, у мережу кожного з відділів повинні попадати тільки ті кадри, які адресовані вузлам цієї мережі. При такій організації роботи мережі її продуктивність суттєво підвищиться, тому що комп'ютери одного відділу не будуть простоювати в той час, коли обмінюються даними комп'ютери інших відділів.

Неважко помітити, що в запропонованому розв'язку ми відмовилися від ідеї загального поділюваного середовища в межах усієї мережі, хоча й залишили її в межах кожного відділу. Пропускна здатність ліній зв'язку між відділами не повинна збігатися із пропускною здатністю середовища усередині відділів. Якщо трафік між відділами становить тільки 20% трафік усередині відділу (як ми вже відзначали, ця величина може бути інший), то й пропускна здатність ліній зв'язку й комунікаційного встаткування, що з'єднує відділи, може бути значно нижче внутрішнього трафіка мережі відділу.

Поширення трафіка, призначеного для комп'ютерів деякого сегмента мережі, тільки в межах цього сегмента, називається локалізацією трафіка . Логічна структуризація мережі — це процес розбивки мережі на сегменти з локалізованим трафіком.

Для логічної структуризації мережі використовуються комунікаційні пристрої:

- мости ;
- комутатори ;
- маршрутизатори ;
- шлюзи.

Міст (bridge) ділить поділюване середовище передачі мережі на частині (часто називані логічними сегментами), передаючи інформацію з одного сегмента в іншій тільки в тому випадку, якщо така передача дійсно необхідна, тобто якщо адреса комп'ютера призначення належить іншій підсеті . Тим самим міст ізолює трафік однієї підсети від трафіка інший, підвищуючи загальну продуктивність передачі даних у мережі. Локалізація трафіка не тільки заощаджує пропускну здатність, але й зменшує можливість несанкціонованого доступу до даних, тому що кадри не виходять за межі свого сегмента, і зломисникові складніше перехопити їх.

Мережа, яка була отримана з мережі із центральним концентратором шляхом його заміни на міст. Мережі 1-го й 2-го відділів складаються з окремих логічних сегментів, а мережа відділу 3 — із двох логічних сегментів. Кожний логічний сегмент побудований на базі концентратора й має найпростішу фізичну структуру, утворену відрізками кабелю, що зв'язують комп'ютери з портами концентратора. Якщо користувач комп'ютера А пошле дані користувачеві комп'ютера В, що

перебуває в одному з ним сегменті, то ці дані будуть повторені тільки на тих мережних інтерфейсах, які відзначені на малюнку заштрихованими кружками.

Мости використовують для локалізації трафіка апаратні адреси комп'ютерів. Це утрудняє розпізнавання приналежності того або іншого комп'ютера до певного логічного сегмента — сама адреса не містить подібної інформації. Тому міст досить спрощено представляє розподіл мережі на сегменти — він запам'ятовує, через який порт на нього зробив кадр даних від кожного комп'ютера мережі, і надалі передає кадри, призначені для даного комп'ютера, на цей порт. Точної топології зв'язків між логічними сегментами міст не знає. Через цей застосування мостів приводить до значних обмежень на конфігурацію зв'язків мережі — сегменти повинні бути з'єднані таким чином, щоб у мережі не утворювалися замкнені контури.

Комутатор (switch) за принципом обробки кадрів від мосту практично нічим не відрізняється. Єдина його відмінність полягає в тому, що він є свого роду комунікаційним мультипроцесором, тому що кожний його порт оснащений спеціалізованою мікросхемою, яка обробляє кадри по алгоритму мосту незалежно від мікросхем інших портів. За рахунок цього загальна продуктивність комутатора звичайно набагато вище продуктивності традиційного мосту, що має один процесорний блок. Можна сказати, що комутатори — це мости нового покоління, які обробляють кадри в паралельному режимі.

Обмеження, пов'язані із застосуванням мостів і комутаторів — по топології зв'язків, а також ряд інших, — привели до того, що в ряді комунікаційних пристроїв з'явився ще один тип устаткування — маршрутизатор (router) Маршрутизатори більш надійно й більш ефективно, ніж мости, ізолюють трафік окремих частин мережі друг від друга. Маршрутизатори утворюють логічні сегменти за допомогою явної адресації, оскільки використовують не плоскі апаратні, а складені числові адреси. У цих адресах є поле номера мережі, так що всі комп'ютери, у яких значення цього поля однакове, належать одному сегменту, називаному в цьому випадку підсетью (subnet).

Крім локалізації трафіка, маршрутизатори виконують ще багато інших корисних функцій. Так, маршрутизатори можуть працювати в мережі із замкненими контурами, при цьому вони здійснюють вибір найбільш раціонального маршруту з декількох можливих. Мережа, відрізняється від своєї попередниці тим, що між підсетями відділів 1 і 2 прокладений додатковий зв'язок, який може використовуватися для підвищення як продуктивності мережі, так і її надійності.

Іншої дуже важливою функцією маршрутизаторів є їхня здатність зв'язувати в єдину мережу підсети, побудовані з використанням різних мережних технологій, наприклад Ethernet і X.25.

Крім перерахованих пристроїв, окремі частини мережі може з'єднувати шлюз (gateway). Звичайно основною причиною використання шлюзу в мережі є необхідність об'єднати мережі з різними типами системного й прикладного програмного забезпечення, а не бажання локалізувати трафік. Проте, шлюз забезпечує й локалізацію трафіка як деякого побічного ефекту.