

Тема 2. Апаратне забезпечення комп'ютерних мереж

Мережеве обладнання – пристрої, необхідні для роботи комп'ютерної мережі. Можна виділити активне та пасивне мережеве обладнання.

Активне обладнання – це обладнання, що містить електронні схеми, які отримує живлення від електричної мережі або інших джерел і виконують функції посилення, перетворення сигналів і т.д. Це означає здатність такого обладнання обробляти сигнал за спеціальними алгоритмами. Активне мережеве обладнання не тільки отримує і передає сигнал, але і обробляє цю технічну інформацію, перенаправляючи і розподіляючи вхідні потоки відповідно з вбудованими в пам'ять пристрою алгоритмами. Ця «інтелектуальна» особливість, поряд з живленням від мережі, є ознакою активного обладнання. Наприклад, до складу активного обладнання включаються такі типи приладів:

- мережевий адаптер;
- повторювач;
- концентратор;
- міст;
- комутатор;
- маршрутизатор;
- ретранслятор;
- медіаконвертер;
- мережевий трансивер.

Слід відзначити, що деякі фахівці не включають до складу активного обладнання повторювач і концентратор, так як ці пристрої просто повторюють сигнал для збільшення відстані з'єднання або топологічного розгалуження і обробку його за будь-якими алгоритмам не проводять. Але керовані концентратори при цьому підході відносяться до активного мережевого обладнання, так як вони можуть бути наділені певною «інтелектуальною особливістю».

Пасивне обладнання – обладнання, яке не отримує живлення від електричної мережі або інших джерел, і виконує функції розподілу або зниження рівня сигналів. Наприклад, кабельна система: кабель (коаксіальний і вита пара), вилка/розетка (RG58, RJ45, RJ11, GG45), патч-панель і т.д. Також, до пасивного обладнання іноді відносять обладнання траси для кабелів: кабельні лотки, монтажні шафи та стійки, телекомунікаційні шафи.

2.1 Мережевий адаптер

Мережевий адаптер (NIC – Network interface controller/card), також відомий як мережева карта – додатковий пристрій, що дозволяє комп'ютеру взаємодіяти з іншими пристроями мережі. В даний час в персональних комп'ютерах і ноутбуках контролер і компоненти, що виконують функції мережевої карти, досить часто інтегровані в материнські плати для зручності, в тому числі уніфікації драйвера і здешевлення всього комп'ютера в цілому.

За конструктивною реалізацією мережеві плати діляться на:

- внутрішні – окремі плати, що вставляються в PCI або PCI-E слот;
- зовнішні, що підключаються через USB-інтерфейс, переважно використовуються в ноутбуках;
- вбудовані в материнську плату.

На мережевих платах встановлюють або роз'єм для виті пари (8P8C), або оптичний роз'єм (SC, ST, MIC).

Поруч з роз'ємом для виті пари встановлюють один або кілька інформаційних світлодіодів, які повідомляють про наявність підключення і передачу інформації.

2.2 Повторювач

Повторювач (repeater, ретранслятор) – мережеве обладнання, призначене для збільшення відстані з'єднання з мережею і його розширення за межі одного сегменту або для організації двох гілок, шляхом повторення електричного сигналу «один в один». Бувають однопортові повторювачі і багатопортові.

Звичне для аналогових систем підсилення не підходить для високочастотних цифрових сигналів. При його використанні певний невеликий ефект може бути досягнутий, але зі збільшенням відстані спотворення швидко порушують цілісність даних.

Тому в таких ситуаціях застосовують не посилення, а повторення сигналу. При цьому пристрій на вході має приймати сигнал, далі розпізнавати його первісний вигляд, і генерувати на виході його точну копію.

З самого початку в якості середовища передачі даних Ethernet використовувався коаксіальний кабель з топологією шина, і потрібно було з'єднувати між собою всього кілька протяжних сегментів. Для цього зазвичай використовувалися повторювачі, що мали два порти. Трохи пізніше з'явилися багатопортіві пристрої, концентратори в яких відновлений сигнал транслювався на всі активні порти, крім того, з якого прийшов сигнал.

2.3 Концентратор

Мережевий концентратор (hub) – пристрій для об'єднання комп'ютерів в мережу Ethernet із застосуванням кабельної інфраструктури типу вита пара. В даний час витіснені мережевими комутаторами.

Концентратор є логічним продовженням повторювача. Різні виробники реалізують деякі з перерахованих нижче функцій:

- можливість об'єднувати сегменти мереж з різним фізичним середовищем (наприклад, коаксіальний кабель і вита пара);
- автоматичне відключення портів при виникненні на них помилок;
- підтримка резервних зв'язків.

Недоліки концентратора є логічним продовженням недоліків топології загальна шина, а саме – зниження пропускну здатності мережі в міру збільшення числа вузлів. Крім того, оскільки на фізичному рівні вузли не ізольовані один від одного, всі вони будуть працювати зі швидкістю передачі даних найгіршого вузла. Наприклад, якщо в мережі присутні вузли зі швидкістю 100 Мбіт/с і всього один вузол зі швидкістю 10 Мбіт/с, то всі вузли будуть працювати на швидкості

10 Мбіт/с, навіть якщо вузол 10 Мбіт/с взагалі не проявляє ніякої інформаційної активності. Ще одним недоліком є транслювання мережевого трафіку на всі порти, що знижує рівень мережевої безпеки і дає можливість перехоплення інформації.

2.4 Комутатор

Мережевий комутатор (switch) – пристрій, призначений для з'єднання декількох вузлів комп'ютерної мережі в межах одного або декількох сегментів мережі.

На відміну від концентратора, який поширює трафік від одного підключеного пристрою до всіх інших, комутатор передає дані лише безпосередньо отримувачу (виняток становить ширококомовний трафік всіх вузлів мережі і трафік для пристроїв, для яких невідомий вихідний порт комутатора). Це підвищує продуктивність і безпеку мережі, позбавляючи інші сегменти мережі від необхідності (і можливості) обробляти дані, які їм не призначалися.

Комутатор зберігає в пам'яті таблицю комутації, в якій вказується відповідність MAC-адреси вузлів портам комутатора. При ввімкненні комутатора ця таблиця порожня, і він працює в режимі навчання. В цьому режимі дані, що надходять на будь-який порт передаються на всі інші порти комутатора. При цьому комутатор аналізує фрейми (кадри) і, визначивши MAC-адресу вузла-відправника, заносить його в таблицю на деякий час. Згодом, якщо на один з портів комутатора надійде кадр, призначений для вузла, MAC-адреса якого вже є в таблиці, то цей кадр буде переданий тільки через порт, зазначений в таблиці. Якщо MAC-адреса вузла-одержувача не асоційована з певним портом комутатора, то кадр буде відправлений на всі порти, за винятком того порту, з якого він був отриманий. Згодом комутатор будує таблицю для всіх активних MAC-адрес, в результаті трафік локалізується.

Існує три способи комутації. Кожен з них – це комбінація таких параметрів, як час очікування і надійність передачі:

1. З проміжним зберіганням (Store and Forward). Комутатор читає всю інформацію в кадрі, перевіряє її на відсутність помилок, вибирає порт комутації і після цього посилає на нього кадр.
2. Наскрізний (cut-through). Комутатор зчитує в кадрі тільки адресу призначення і після цього виконує комутацію. Цей режим зменшує затримки при передачі, але в ньому немає методу виявлення помилок.
3. Бесфрагментний (fragment-free) або гібридний. Цей режим є модифікацією наскрізного режиму. Передача здійснюється після фільтрації фрагментів колізій (перші 64 байта кадру аналізуються на наявність помилки і при її відсутності кадр обробляється в наскрізному режимі).

Затримка, пов'язана з «прийняттям комутатором рішення», додається до часу, який потрібен кадру для входу на порт комутатора і виходу з нього, і разом з ним визначає загальну затримку комутатора.

Для тимчасового зберігання фреймів і подальшої їх відправки за потрібною адресою комутатор може використовувати буферизацію. Буферизація може бути також використана в тому випадку, коли порт пункту призначення зайнятий. Буфером називається область пам'яті, в якій комутатор зберігає дані, що передаються.

Буфер пам'яті може використовувати два методи зберігання і відправки фреймів: буферизація за портами і буферизація із загальною пам'яттю. При буферизації за портами пакети зберігаються в чергах, які пов'язані з окремими вхідними портами. Пакет передається на вихідний порт тільки тоді, коли всі фрейми, що знаходилися попереду нього в черзі, були успішно передані. При цьому можлива ситуація, коли один фрейм затримує всю чергу через зайнятість порту його пункту призначення. Ця затримка може відбуватися навіть у тому випадку, коли інші кадри можуть бути передані на відкриті порти їх пунктів призначення.

При буферизації в загальній пам'яті всі фрейми зберігаються в загальному буфері пам'яті, який використовується всіма портами комутатора. Кількість

пам'яті, що відводиться порту, визначається необхідною йому кількістю. Такий метод називається динамічним розподілом буферної пам'яті. Після цього фрейми, що знаходилися в буфері, динамічно розподіляються по вихідних портах. Це дозволяє отримати фрейм на одному порті і відправити його з іншого порту, не встановлюючи його в чергу.

Комутатори поділяються на керовані і некеровані (найбільш прості).

Більш складні комутатори дозволяють керувати комутацією на мережевому (третьому) рівні моделі OSI.

Велика кількість комутаторів рівня доступу володіють такими розширеними можливостями, як сегментація трафіку між портами, контроль трафіку на предмет виявлення петель, обмеження кількості досліджуваних MAC-адрес, обмеження вхідної/вихідної швидкості на портах, функції списків доступу і т.п.

Складні комутатори можна поєднувати в один логічний пристрій (стек) – з метою збільшення числа портів. Наприклад, можна об'єднати 4 комутатори з 24 портами і отримати логічний комутатор з 90 $((4 * 24) - 6 = 90)$ портами або з 96 портами (якщо для стекування використовуються спеціальні порти).

2.5 Маршрутизатор

Маршрутизатор (router) – пристрій, який пересилає пакети між різними сегментами мережі на основі правил і таблиць маршрутизації. Маршрутизатор може об'єднувати мережі різних архітектур. Для прийняття рішень про пересилання пакетів використовується інформація про топологію мережі і певні правила, задані адміністратором.

Зазвичай маршрутизатор використовує адресу одержувача, вказану в заголовку пакета, і визначає по таблиці маршрутизації шлях, по якому слід передати дані. Якщо в таблиці маршрутизації для адреси немає описаного маршруту, пакет відкидається.

Існують і інші способи визначення маршруту пересилки пакетів, коли, наприклад, використовується адреса відправника, використовувані протоколи

верхніх рівнів та інша інформація, що міститься в заголовках пакетів мережевого рівня. Нерідко маршрутизатори можуть здійснювати трансляцію адрес відправника і одержувача, фільтрацію транзитного потоку даних на основі певних правил з метою обмеження доступу, шифрування/розшифрування даних, що передаються і т.д.

Таблиця маршрутизації містить інформацію, на основі якої маршрутизатор приймає рішення про подальшу пересилку пакетів. Таблиця складається з деякого числа записів – маршрутів, в кожному з яких міститься ідентифікатор мережі одержувача (що складається з адреси і маски мережі), адреса наступного вузла, якому слід передавати пакети, адміністративна відстань – ступінь довіри до джерела маршруту і деяка важливість запису – метрика. Метрики записів в таблиці грають роль в обчисленні найкоротших маршрутів до різних одержувачів. Залежно від моделі маршрутизатора і використовуваних протоколів маршрутизації, в таблиці може міститися деяка додаткова службова інформація.

Маршрутизатори допомагають зменшити завантаження мережі, завдяки її розділенню на домени колізій або ширококомвні домени, а також завдяки фільтрації пакетів. В основному їх застосовують для об'єднання мереж різних типів, часто з несумісною архітектурою і протоколами, наприклад для об'єднання локальних мереж Ethernet і WAN-з'єднань, що використовують протоколи xDSL, PPP, ATM, Frame Relay і т.д. Нерідко маршрутизатор використовується для забезпечення доступу з локальної мережі в глобальну мережу Інтернет, здійснюючи функції трансляції адрес і міжмережевого екрану.

В якості маршрутизатора може виступати як спеціалізований (апаратний) пристрій, так і звичайний комп'ютер, що виконує функції маршрутизатора. Існує кілька пакетів програмного забезпечення (на основі ядра Linux, на основі операційних систем BSD) за допомогою якого можна перетворити ПК в високопродуктивний і багатофункціональний маршрутизатор.

У побутовому секторі зазвичай використовуються маршрутизатори, що забезпечують підключення домашньої мережі комп'ютерів до каналу зв'язку

Інтернет-провайдера. Як правило, при цьому маршрутизатор забезпечує IP-адресацію пристроїв локальної мережі по протоколу DHCP, а сам отримує IP-адресу від зовнішнього провайдера. Зазвичай сучасний маршрутизатор має ряд допоміжних функцій і вбудованих можливостей: безпроводна точка доступу Wi-Fi для підключення мобільних пристроїв, міжмережевий екран для захисту мережі від зовнішніх атак, резервування доступу в Інтернет через канали від декількох провайдерів, веб-інтерфейс для спрощення налаштування пристрою, USB-порт для підключення принтера або дискового сховища та ін.

2.6 Медіаконвертер

Медіаконвертер (перетворювач середовища) – це пристрій, що перетворює середовище поширення сигналу з одного типу в інший. Найчастіше середовищем поширення сигналу є вита пара та оптоволокно.

З розвитком технологій медіаконвертери забезпечили додатковими інтелектуальними можливостями, щоб забезпечити сумісність старих пристроїв з більш новими. Медіаконвертери отримали можливість перетворювати не тільки середовище, а також і швидкість передачі даних, володіти іншими сервісними функціями, такими як оповіщення про обрив лінії зв'язку на протилежному боці, контроль за потоком передачі даних, іншими технічними можливостями.

2.7 Інше мережеве обладнання

Міст (bridge) – прилад з 2 портами, що часто використовується для об'єднання кількох робочих груп локальної мережі, дозволяє здійснювати фільтрацію мережевого трафіку, розбираючи мережеві (MAC) адреси.

Ретранслятор – пристрій, призначений для створення вдосконаленої безпроводної мережі з більшою площею покриття і являє собою альтернативу провідної мережі. За замовчуванням пристрій працює в режимі посилення сигналу і виступає в ролі ретрансляційної станції, яка вловлює радіосигнал від базового маршрутизатора мережі або точки доступу і передає його на раніше недоступні ділянки.

Мережевий трансивер - прилад, як правило, з двома портами, що часто використовується для перетворення інтерфейсу передачі даних (RS232-V35, AUI-UTP).

Безпроводна точка доступу – центральний пристрій безпроводної мережі, яку використовують для з'єднання між клієнтами, а також для з'єднання провідного і безпроводного сегментів (виконує функції моста між ними).

Найчастіше безпроводні точки доступу використовуються для надання доступу мобільним пристроям (ноутбуки, принтери і т.д.) до стаціонарної локальної мережі.

Також безпроводні точки доступу часто використовуються для створення так званих «гарячих точок» – областей, у межах яких клієнтові надається, як правило, безкоштовний доступ до мережі Інтернет. Зазвичай такі точки містяться в бібліотеках, аеропортах, вуличних кафе великих міст.