

ЛЕКЦІЯ 13. ВИМОГИ ДО КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ (НАДІЙНІСТЬ І БЕЗПЕКА)

Одна з первісних цілей створення розподілених систем, до яких ставляться й обчислювальні мережі, полягала в досягненні більшої надійності в порівнянні з окремими обчислювальними машинами.

Важливо розрізняти кілька аспектів надійності.

Для порівняно простих технічних пристроїв використовуються такі показники надійності, як:

- середній час наробітку на відмову ;
- імовірність відмови ;
- інтенсивність відмов.

Однак ці показники придатні для оцінки надійності простих елементів і пристроїв, які можуть перебувати тільки у двох станах — працездатному або непрацездатному. Складні системи, що полягають із багатьох елементів, крім станів працездатності й непрацездатності, можуть мати й інші проміжні стани, які ці характеристики не враховують.

Для оцінки надійності складних систем застосовується інший набір характеристик:

- готовність або коефіцієнт готовності ;
- схоронність даних ;
- погодженість (несуперечність) даних ;
- імовірність доставки даних ;
- безпека ;
- відмовостійкість.

Готовність або коефіцієнт готовності (availability) означає період часу, протягом якого система може використовуватися. Готовність може бути підвищена шляхом уведення надмірності в структуру системи: ключові елементи системи повинні існувати в декількох екземплярах, щоб при відмові одного з них функціонування системи забезпечували інші.

Щоб комп'ютерну систему можна було вважати високонадійною, вона повинна як мінімум мати високу готовність, але цього недостатньо. Необхідно забезпечити

схоронність даних і захист їх від викривлень. Крім того, повинна підтримуватися погодженість (несуперечність) даних, наприклад якщо для підвищення надійності на декількох файлових серверах зберігається кілька копій даних, те потрібно постійно забезпечувати їхню ідентичність.

Тому що мережа працює на основі механізму передачі пакетів між кінцевими вузлами, однієї з характеристик надійності є ймовірність доставки пакета вузлу призначення без викривлень. Поряд із цією характеристикою можуть використовуватися й інші показники: ймовірність втрати пакета (по кожній із причин — через переповнення буфера маршрутизатора, розбіжності контрольної суми, відсутності працездатного шляху до вузла призначення і т.д.), ймовірність викривлення окремого біта переданих даних, співвідношення кількості загублених і доставлених пакетів.

Іншим аспектом загальної надійності є безпека (security), тобто здатність системи захистити дані від несанкціонованого доступу. У розподіленій системі це зробити набагато складніше, чим у централізованій. У мережах повідомлення передаються по лініях зв'язку, що часто проходять через загальнодоступні приміщення, у яких можуть бути встановлені засоби прослуховування ліній. Іншим уразливим місцем можуть стати залишені без догляду персональні комп'ютери. Крім того, завжди є потенційна погроза злому захисту мережі від неавторизованих користувачів, якщо мережа має виходи в глобальні загальнодоступні мережі.

Ще однією характеристикою надійності є відмовостійкість (fault tolerance). У мережах під отказоустойчивістю розуміється здатність системи сховати від користувача відмова окремих її елементів. Наприклад, якщо копії таблиці бази даних зберігаються одночасно на декількох файлових серверах, користувачі можуть просто не помітити відмови одного з них.

В відмовостійкості системи вихід з ладу одного з її елементів приводить до деякого зниження якості її роботи (деградації).

Так, при відмові одного з файлових серверів у попередньому прикладі збільшується тільки час доступу до бази даних через зменшення ступеня розпаралелювання запитів, але в цілому система буде продовжувати виконувати свої функції.

Розширюваність і масштабованість

Розширюваність (extensibility)	Масштабованість (scalability)
Можливість порівняно легкого додавання окремих елементів мережі	Легкість розширення системи може забезпечуватися в деяких досить обмежених межах
Можливість додавання (необов'язково легені) елементів мережі	Масштабованість означає, що нарощувати мережу можна в дуже широких межах, при збереженні споживчих властивостей мережі

Розширюваність (**extensibility**) означає можливість порівняно легкого додавання окремих елементів мережі (користувачів, комп'ютерів, додатків, служб), нарощування довжини сегментів мережі й заміни існуючої апаратури могутнішої. При цьому принципово важливо, що легкість розширення системи іноді може забезпечуватися в досить обмежених межах. Наприклад, локальна мережа Ethernet, побудована на основі одного сегмента товстого коаксіального кабелю, має гарну розширюваність, у тому розумінні, що дозволяє без праці підключати нові станції. Однак така мережа має обмеження на число станцій — воно не повинне перевищувати 30-40. Хоча мережа допускає фізичне підключення до сегмента й більшого числа станцій (до 100), але при цьому найчастіше різко знижується продуктивність мережі. Наявність такого обмеження і є ознакою поганої масштабованості системи при гарній розширюваності.

Масштабованість (**scalability**) означає, що мережа дозволяє нарощувати кількість вузлів і довжина зв'язків у дуже широких межах, при цьому продуктивність мережі не погіршується. Для забезпечення масштабованості мережі доводиться застосовувати додаткове комунікаційне встаткування й спеціальним образом структурувати мережа. Наприклад, гарною масштабованістю має многосегментная мережа, побудована з використанням комутаторів і маршрутизаторів, що й має ієрархічну структуру зв'язків. Така мережа може включати кілька тисяч комп'ютерів і при цьому забезпечувати кожному користувачеві мережі потрібна якість обслуговування.

Прозорість

Прозорість (transparency) мережі досягається в тому випадку, коли мережа представляється користувачам не як безліч окремих комп'ютерів, зв'язаних між собою складною системою кабелів, а як єдина традиційна обчислювальна машина із системою поділу часу. Відоме гасло компанії Sun Microsystems "Мережа — це комп'ютер" — говорить саме про таку прозrachної мережі.

Прозорість може бути досягнута на двох різних рівнях — на рівні користувача й на рівні програміста. На рівні користувача прозорість означає, що для роботи з вилученими ресурсами він використовує ті ж команди й звичні процедури, що й для роботи з локальними ресурсами. На програмному рівні прозорість полягає в тому, що додатку для доступу до вилучених ресурсів потрібні ті ж виклики, що й для доступу до локальних ресурсів. Прозорості на рівні користувача досягтися простіше, тому що всі особливості процедур, пов'язані з розподіленим характером системи, ховаються від користувача програмістом, який створює додаток. Прозорість на рівні додатка вимагає приховання всіх деталей распределенности засобами мережної операційної системи.

Прозорість — властивість мережі приховувати від користувача деталі свого внутрішнього пристрою, що спрощує роботу в мережі.

Мережа повинна приховувати всі особливості операційних систем і відмінності в типах комп'ютерів. Користувач комп'ютера Macintosh повинен мати можливість звертатися до ресурсів, підтримуваних Unix-Системою, а користувач UNIX — розділяти інформацію з користувачами Windows 95. Переважна більшість користувачів нічого не прагне знати про внутрішні формати файлів або про синтаксис команд UNIX. Користувач термінала IBM 3270 повинен мати можливість обмінюватися повідомленнями з користувачами мережі персональних комп'ютерів без необхідності вникати в секрети адрес, що важко запам'ятовуються.

Концепція прозорості застосовна до різних аспектів мережі. Наприклад, прозорість розташування означає, що від користувача не потрібно знати місцезнаходження програмних і апаратних ресурсів, таких як процесори, принтери, файли й бази даних. Ім'я ресурсу не повинне включати інформацію про місце його розташування, тому імена типу `machine1:prog.c` або `\\ftp_serv\pub` прозорими не є. Аналогічно, прозорість переміщення означає, що ресурси можуть вільно переміщатися з одного комп'ютера в інший без зміни імен. Ще одним з можливих аспектів прозорості є прозорість паралелізму, яка полягає в тому, що процес распараллеливания обчислень відбувається автоматично, без участі програміста, при цьому система сама розподіляє паралельні галузі додатка по процесорах і комп'ютерам мережі. У цей час не можна сказати, що властивість прозорості повною

мірою притаманно багатьом обчислювальним мережам, це скоріше ціль, до якої прагнуть розроблювачі сучасних мереж.

Підтримка різних видів трафіка

Комп'ютерні мережі споконвічно призначали для спільного доступу до ресурсів комп'ютерів: файлам, принтерам і т.п. Трафік, створюваний цими традиційними службами комп'ютерних мереж, має свої особливості й суттєво відрізняється від трафіка повідомлень у телефонних мережах або, наприклад, у мережах кабельного телебачення. Однак в 90-е роки в комп'ютерні мережі проникнув трафік мультимедійних даних, що представляють у цифровій формі мова й відеозображення. Комп'ютерні мережі стали використовуватися для організації відеоконференцій, навчання на основі відеофільмів і т.п. Природно, що для динамічної передачі мультимедійного трафіка потрібні інші алгоритми й протоколи, і, відповідно, інше встаткування. Хоча частка мультимедійного трафіка поки невелика, він уже почав проникати як у глобальні, так і в локальні мережі, і цей процес, мабуть, буде активно тривати.

Головною особливістю трафіка, що утворюється при динамічній передачі голосу або зображення, є наявність твердих вимог до **синхронності** переданих повідомлень. Для якісного відтворення безперервних процесів, якими є звукові коливання або зміни інтенсивності світла у відеозображенні, необхідне одержання обмірюваних і закодованих амплітуд сигналів з тою же частотою, з якої вони були обмірювані на передавальній стороні. При запізнюванні повідомлень будуть спостерігатися викривлення.

У той же час трафік комп'ютерних даних характеризується вкрай нерівномірною інтенсивністю вступу повідомлень у мережу при відсутності твердих вимог до синхронності доставки цих повідомлень. Наприклад, доступ користувача, що працює з текстом на вилученому диску, породжує випадковий потік повідомлень між вилученим і локальним комп'ютерами, що залежить від дій користувача, причому затримки при доставці в деяких (досить широких з комп'ютерної точки зору) межах мало впливають на якість обслуговування користувача мережі. Усі алгоритми комп'ютерного зв'язку, що відповідають протоколи й комунікаційне встаткування були розраховані саме на такий "пульсуючий" характер трафіка, тому необхідність передавати мультимедійний трафік вимагає внесення принципів

змін, як у протоколи, так і в устаткування. Сьогодні практично всі нові протоколи тією чи іншою мірою надають підтримку мультимедійного трафіка.

Особливу складність представляє сполучення в одній мережі традиційного комп'ютерного й мультимедійного трафіка. Передача винятково мультимедійного трафіка комп'ютерною мережею хоча й пов'язана з певними складностями, але доставляє менше турбот. А от співіснування двох типів трафіка із протилежними вимогами до якості обслуговування є набагато більш складним завданням.

Звичайно протоколи й устаткування комп'ютерних мереж відносять мультимедійний трафік до факультативного, тому якість його обслуговування змушує бажати кращого. Сьогодні затрачаються більші зусилля по створенню мереж, які не зачіпають інтереси одного з типів трафіка. Найбільш близькі до цієї мети мережі на основі технології АТМ, розроблювачі якої споконвічно враховували випадок співіснування різних типів трафіка в одній мережі.