



Операційні системи

Лекція 15

Розподілені файлові системи



План лекції



Функції розподілених файлових систем

- Функції розподілених файлових систем такі ж, як і в централізованих системах
 - Зберігання програм і даних
 - Надання доступу до них



Файл-сервери

- Файлова система підтримується *файл-серверами*
- Файл-сервери:
 - перехоплюють запити на зчитування або записування
 - перевіряють їх
 - виконують їх
 - відповідь надсилають відправнику запиту
- Зазвичай файл-сервери мають ієрархічні файлові системи
- Клієнти (робочі станції) можуть монтувати ці файлові системи до своїх локальних файлових систем



Файловий сервіс vs файловий сервер

- ▣ *Файловий сервіс* – опис функцій, які файлова система пропонує користувачам
 - Примітиви, що існують
 - Їхні параметри
 - Функції, що вони виконують
- ▣ Фактично файловий сервіс – це інтерфейс файлової системи з клієнтами
 - Тобто, з точки зору користувача описано, **що** можна зробити, але не описано, **як** це реалізовано



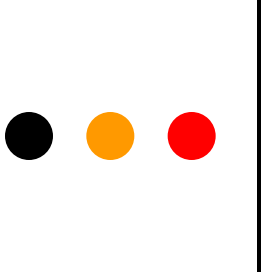
Файловий сервіс vs файловий сервер

- *Файловий сервер* – це процес, що виконується на окремій машині і забезпечує реалізацію файлового сервісу
- У добре організованій розподіленій системі користувачі не знають кількості файлових серверів і їхнього місцезнаходження
- *Сервіс прозорий*
- Зазвичай файловий сервер – це просто процес (режиму користувача або ядра)
- У системі можуть бути присутніми кілька файлових серверів, що реалізують різні функції
 - Наприклад, файлові сервіси Windows і Unix



Інтерфейс файлового сервісу

- Перше питання – як інтерпретувати файл (як послідовність байт або записів)
 - У сучасних розподілених системах, як і в централізованих, - **неінтерпретована послідовність байтів**
- Атрибути файлу
 - Ім'я, розмір, дати, ідентифікатор власника
- Можливість модифікації файлу
 - У більшості систем, але не в усіх!
 - Інший варіант – незмінні файли
 - Реалізують лише дві операції – **створити** файл і **прочитати** файл
 - Легше реалізувати кешування і реплікацію файлу
- Два типи файлового сервісу
 1. **Модель завантаження-вивантаження**
 2. **Модель віддаленого доступу**



Модель завантаження- вивантаження

- Реалізовані зчитування і записування файлу цілком
- Схема оброблення
 - Зчитування файлу з сервера на машину клієнта
 - Оброблення файлу на машині клієнта
 - Записування оновленого файлу на сервер
- Переваги
 - Концептуальна простота
 - Добре працює, коли потрібна робота з цілим файлом
- Недоліки
 - Високі вимоги до дисків клієнтів
 - Неєфективно, коли потрібна лише мала частина файлу



Модель віддаленого доступу

- Операції над файлами:
 - Відкриття й закриття файлів
 - Зчитування й записування частин файлу
 - Позиціонування у файлі
 - Перевірка і зміна атрибутів файлу
- Уся файлова система виконується на серверах



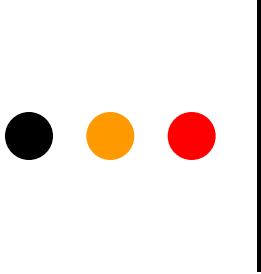
Сервіс каталогів

- Призначення сервісу – пошук файлу у розподіленій системі
- Найголовніший принцип – забезпечення прозорості
 1. Прозорість розміщення
 - Імена файлів не дають можливості з'ясувати, де розміщено файл
 - Наприклад, `/server1/dir1/dir2/x` – невідомо, де знаходиться сервер
 - Якщо перенести `server1` з одної машини на іншу, система збереже працездатність
 2. Незалежність від розміщення
 - Ім'я файлу не містить у явному вигляді посилання на будь-який сервер
 - Система може автоматично перенести файл з одного сервера на інший
 - Якщо файлова система базується на принципі віддаленого монтування – вона не забезпечує незалежності від розміщення



Копії файлу

- У централізованих системах існують унікальні імена файлів
- У розподілених системах може бути, що унікальне ім'я відповідає кільком копіям файлу
 - Це підвищує відмовостійкість за рахунок надлишковості



Проблема спільного користування файлами

- Необхідно точно визначити семантику зчитування і записування
 1. Семантика UNIX
 2. Сесійна семантика
 3. Незмінні файли
 4. Неподільні транзакції



Семантика UNIX

- Якщо операція зчитування здійснюється після операції записування, то зчитують вже оновлений файл
- Якщо було дві операції записування, то зчитується результат останньої операції
- У централізованій системі легко і зрозуміти, і реалізувати
- У розподіленій системі можна реалізувати лише якщо є лише один файл-сервер і клієнт не кешує файли
 - Продуктивність значно знижується
- Іноді дозволяють клієнтам кешувати файли, але усі зміни одразу надсилають серверу
 - Це неефективно



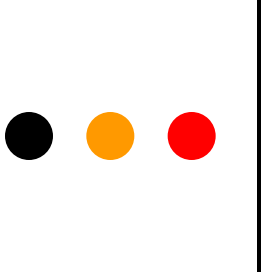
Сесійна семантика

- Зміни у файлі видимі лише тому процесу, що відкрив цей файл для модифікації
- Усі інші бачать зміни у файлі лише після його закриття
- Існує проблема одночасного використання файлу двома і більше клієнтами
 - Варіант 1 – остаточною є файл, який був закритий останнім
 - Варіант 2 – будь-який з відкритих файлів (простіше реалізувати)



Структура файлової системи

1. Розподіл серверної і клієнтської частин між машинами
2. Структуризація сервісів файлів і каталогів
3. Зберігання на серверах інформації про клієнтів



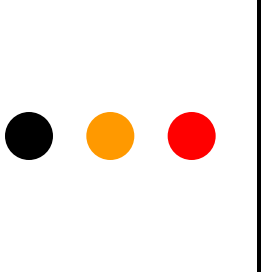
Розподіл серверної і клієнтської частин між машинами: варіанти

1. Немає жодної різниці між клієнтом і сервером
 - На усіх машинах – одне й те саме базове програмне забезпечення
 - Приклад – NFS
2. Файл-сервер – програма режиму користувача
 - Система може бути сконфігурована як клієнт, як сервер, як клієнт і сервер одночасно
3. Клієнт і сервер – принципово різні машини як у термінах апаратури, так і у термінах програмного забезпечення



Структуризація сервісів файлів і каталогів: варіанти

1. 2 сервіси на одному сервері
2. Різні машини
 - Цей варіант більш гнучкий
 - Крім того, таким чином можна досягти спрощення ПЗ
 - Недолік – збільшення інтенсивності мережного обміну



Зберігання на серверах інформації про клієнтів

1. Не зберігати (*stateless*)
2. Зберігати (*statefull*)
 - Statefull сервер пам'ятає, які файли відкрив кожний користувач, положення покажчиків, тощо
 - У разі відмови сервера таблиці втрачаються



Переваги statefull і stateless серверів

Stateless

- Відмовостійкість
- Не потрібні виклики OPEN/CLOSE
- Менше пам'яті сервера витрачається
- Немає обмежень на число відкритих файлів
- Відмова клієнта не створює проблем для сервера

Statefull

- Коротші повідомлення під час запитів
- Краща продуктивність
- Можливе зчитування з випередженням
- Легше досягти ідемпотентності
- Можливе блокування файлів



Кешування

Диск сервера □ пам'ять сервера □ пам'ять клієнта □ диск клієнта

□ Кешування на сервері

1. Якими одиницями оперує кеш

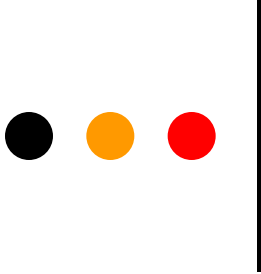
- Цілі файли – ефективніше зберігання на диску (менше число обмінів)
- Дискові блоки – ефективніше використання пам'яті кешу і дискового простору

2. Правило заміни даних у кеші

- Наприклад, алгоритм **LRU** (*Last Recently Used*)
- Кешування на сервері легко реалізується і прозоро для клієнта

□ Кешування на боці клієнта

- Позбавляє від зайвого трафіку
- Породжує безліч проблем!



Рішення проблеми узгодження

1. Алгоритм наскрізного записування
 - Під час модифікації даних у кеші нове значення негайно надсилається серверу
 - Недолік – інтенсивність мережного обміну зменшується лише при зчитуванні
2. Відкладене записування
 - Клієнт помічає, що файл вже змінений
 - Приблизно один раз за 30 секунд усі зміни збираються разом і надсилаються
3. Записування-по-закриттю
 - Сесійна семантика
4. Алгоритм централізованого керування
 - Семантика UNIX
 - Передбачає statefull – підхід
 - Якщо файл вже кимось відкритий, його не можна відкрити для записування



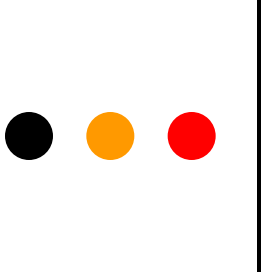
Реплікація

- Система оперує кількома копіями файлів, причому кожна копія знаходиться на окремому сервері
- Переваги:
 - Підвищення надійності
 - Розподіл навантаження між кількома серверами



Способи досягнення прозорості реплікації

1. Програміст, що створює прикладну програму, сам керує реплікацією
 - Під час створення файлу автоматично створюються його копії
 - Наприклад,
`/machine1/usr/ast/xyz` – основний файл
`/machine2/usr/ast/xyz` і
`/machine3/usr/ast/xyz` – його копії (записують одночасно)
 - Для розподілених систем такий підхід не рекомендують!
2. “Ледаща” реплікація
 - Спочатку записують файл, а потім роблять його копії
3. Групові зв’язки
 - Визначені групи
 - Файл записують у групу, а система автоматично (одночасно) створює його копії



Контроль змін реплікованих файлів

1. Реплікація першої копії
 - Виділяють первинний сервер
 - Зміни надсилають на первинний сервер, а він – на вторинні
2. Голосування
 - Відстежують версії файлів
 - Нехай є N серверів з копіями
 - Під час записування зміни вносять щонайменше у W копій
 - Під час зчитування переглядають щонайменше R копій
 - Якщо $R+W > N$, то буде знайдена хоча б одна з копій останньої версії
 - Оскільки зчитування здійснюють частіше, ніж записування, то обирають $R < W$