Распределенные системы

Свистунов А.Н.

Структура курса. Лекции

- Распределенные системы: задачи, терминология принципы функционирования.
- Архитектура клиент-сервер. Типовые задачи. Области применения.
- Пример информационной системы (типичное приложение в архитектуре клиент-сервер).
- Многозвенная архитектура. Области применения. Краткий обзор современных технологий. XML, CGI/JSP, Servlets, DCOM, CORBA, RMI (.NET).
- Выделение слоев в многозвенной архитектуре (типичная архитектура). «Тонкие» и «Толстые» клиенты. Сервер приложения (Application server). Сервер базы данных (Database Server). Миграция объектов (вопросы распределения вычислительной нагрузки). Развертывание системы.
- Основы CORBA. CORBA и ООП. Язык определения интерфейсов IDL. Отображение IDL на C++. Отображение IDL на Java. ORB. Динамическое взаимодействие клиентов и серверов. Сервисы именования CORBA.
- Пример информационной системы, выполненной в многозвенной архитектуре.

Структура курса. Практика

Лабораторная работа 1

Система обслуживания дисконтных карт

Необходимый инструментарий: сервер - Oracle 8.1.7 (MSSQL Server 2000 sp3), клиент – Java (jdk, VisualCafe, MS J++, ...)

Лабораторная работа 2

WMS (Warehouse Management System) Тонкий клиент (Web, HandHeld, сотовый телефон, …). Сервер приложения. Взаимодействие клиент – сервер приложений. Сервер бизнес-логики. Вопросы распределения вычислительной нагрузки. Обеспечение отказоустойчивости.

Необходимый инструментарий: сервер - Oracle 8.1.7 (MSSQL Server 2000 sp3), Приложение/бизнес-логика – Java (jdk, VisualCafe, MS J++, ...)

Лекция 1

- Что такое распределенная система?
- Зачем нужны распределенные системы
- Какими они должны быть?
- Какие проблемы существуют при построении распределенных систем?

Распределенные системы: определения

- “...система нескольких автономных вычислительных узлов, взаимодействующих для выполнения общей цели.”

- Автономные? А тонкие клиенты?
- Общая цель? А интернет?

Распределенные системы: определения

- Система, чьи компоненты размещены на различных узлах взаимодействующие и управляемые только посредством передачи сообщений.
  Существуют системы с разделяемой памятью (или с разделяемым временем)

Распределенные системы: определения

- ”Система, состоящая из набора двух или более независимых узлов которые координируют свою работу посредством синхронного или асинхронного обмена сообщениями.”

Распределенные системы: определения

- “распределенная система это набор независимых узлов (компьютеров), которые представляются пользователю как один компьютер.” [Tanenbaum]
- “распределенная система это собрание независимых компьютеров соединенных сетью с программным обеспечением, обеспечивающим их совместное функционирование.”

Последствия...

- Параллельность
  - Независимые процессы
    - Синхронизация
  - Необходимость разделения ресурсов
    - Данные
    - Сервисы
    - Устройства
  - Типичные проблемы
    - Deadlocks
    - Ненадежные коммуникации (проблема освобождения ресурсов)

Последствия...

- Нет “глобального” времени
  - Асинхронная передача сообщений -
  - Ограниченная точность синхронизации часов
- Нет состояния системы
  - Нет ни одного процесса в распределенной системе, который бы знал текущее глобальное состояние системы
    - Следствие параллелизма и механизма передачи данных

Последствия...

- Сбои
  - Процессы выполняют автономно, изолированно
  - Неудачи отдельных процессов могут остаться необнаруженными
  - Отдельные процессы могут не подозревать о общесистемном сбое
  - Сбои происходят чаще чем в централизованной системе
  - Новые причины сбоев (которых не было в монолитных системах)
  - Сетевые сбои изолируют процессы и фрагментируют систему

Принципы разделения

- **Функциональное разделение**: узлы выполняют различные задачи
  - Клиент / сервер
  - Хост / Терминал
  - Сборка данных/ обработка данных
    - Решение - создание разделяемых сервисов
- **Естественное разделение** (определяемое задачей)
  - Система обслуживания сети супермаркетов
  - Сеть для поддержки коллективной работы

Принципы разделения

- **Распределение нагрузки/балансировка**: назначение задачи на процессора так, чтобы оптимизировать общую загрузку системы.
- **Усиление мощности**: различные узлы работают над одной задачей
  - Распределенные системы содержащие набор микропроцессоров, по мощности могут приближаться к суперкомпьютеру
  - 10000 CPU, каждый 50 MIPS, вместе 500000 MIPS -> команда выполняется за 0.002 nsec -> свет проходит 0.6 mm -> любой существующий чип - больше!

Принципы разделения

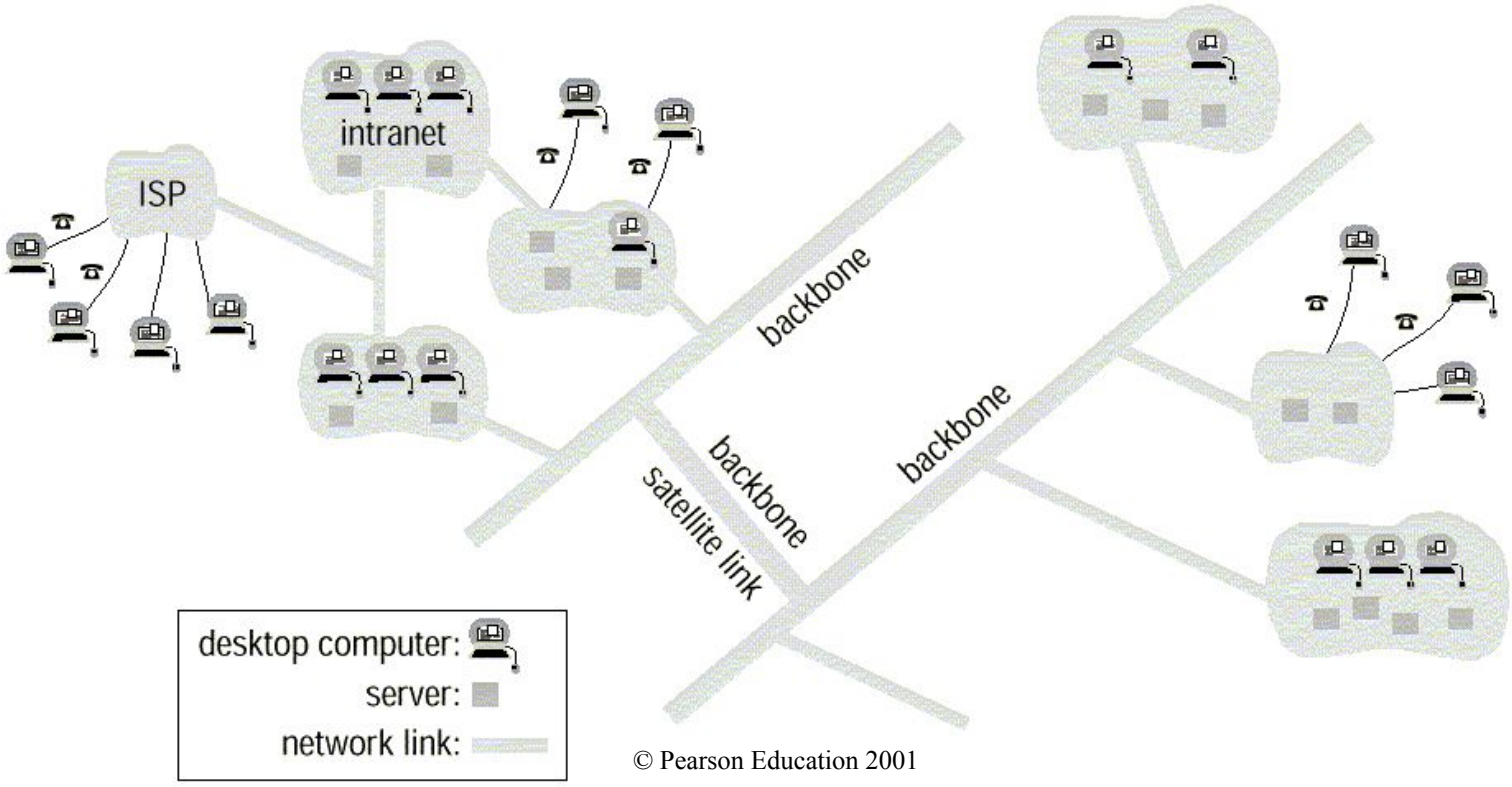
- **Физическое разделение**: система строится в предположении, что узлы физически разделены (требования к надежности, устойчивости к сбоям).
- **Экономические**: набор дешевых чипов может обеспечить лучшие показатели отношения цена/производительность, чем мэйнфрэйм
  - Мэйнфрэйм: 10 раз быстрее, 1000 раз дороже

Примеры распределенных систем

- Internet (?)
- Intranet
- Вычислительные кластера
- …

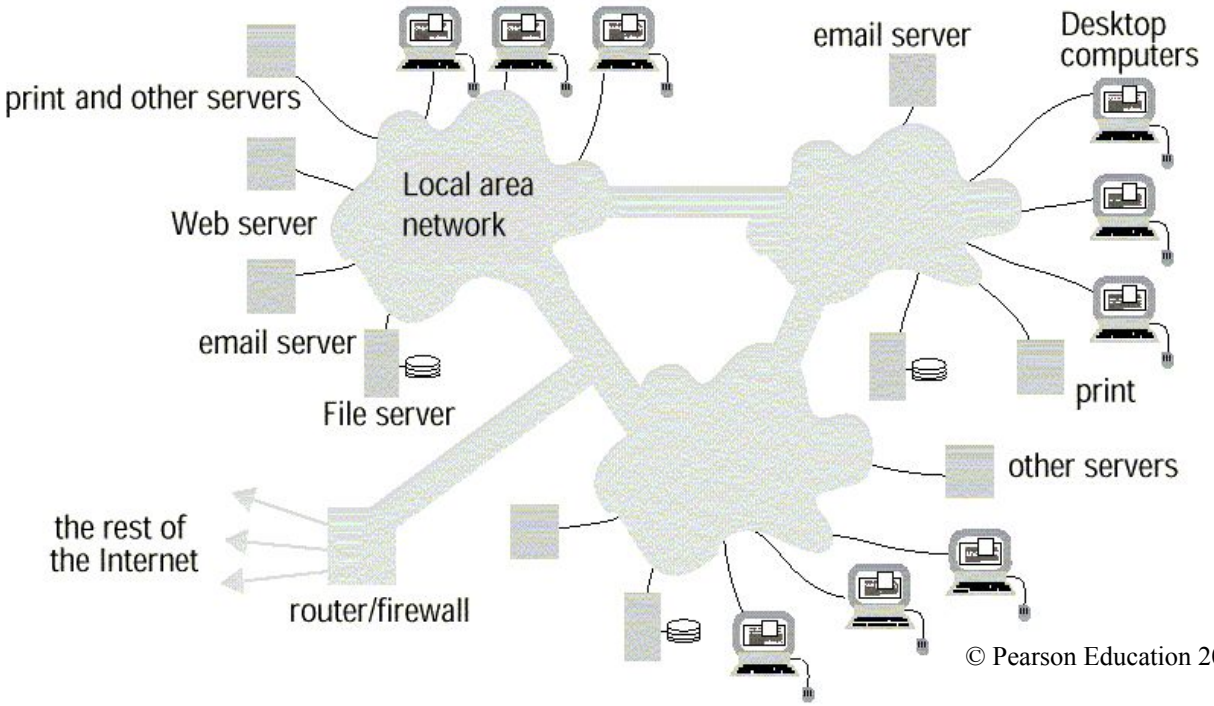
Пример: Internet

- Гетерогенная сеть компьютеров и приложений
- Реализация взаимодействия - IP стек



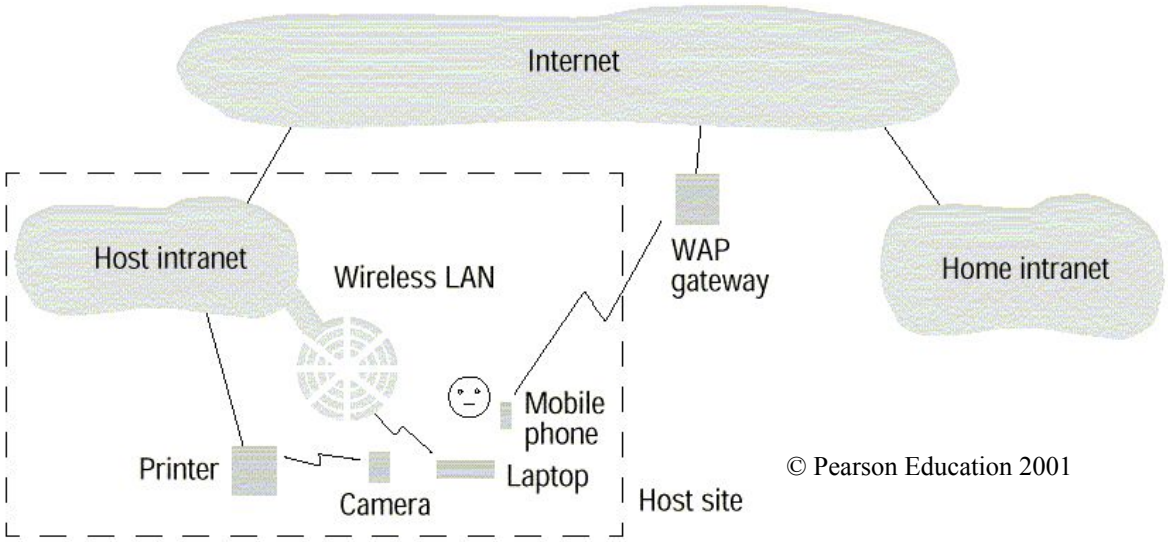
Пример: Intranet

- Администрируется локально
- Взаимодействие с Internet
- Обеспечивает сервисами (внутренних и внешних пользователей)



Пример: Wireless Information Devices

- Система сотовой связи (GSM)
  - Ресурсы разделяемы (радио частота, время передачи на частоте,...)
- Laptop (подключаются к Wireless LAN)
- Handheld, PDAs etc.



Другие примеры

- Системы управления аэропортом
- Автомобильные управляющие системы

  Mercedes S класса сегодня
  имеет более 50 автономных
  встроенных процессоров
  соединенных общей шиной

Примеры...

- Телефонные системы
- Сложные сети предприятий
- Сетевые файловые системы
- WWW
- и многое другое...

Разделение ресурсов

- Разделение ресурсов часто является одной из причин разработки распределенной системы
  - Уменьшается стоимость, (file и print сервера)
  - Разделение данных между пользователями (совместная работа над проектом)
- Сервисы
  - Управляют набором ресурсов
  - Представляют услуги пользователям

Разделение ресурсов

- Сервер используется для предоставления сервисов
  - Принимает запросы на обслуживание от клиентов
    - вызов операции
  - Прием сообщения/ответ на сообщение
    - полная реализация - удаленный вызов
  - Роли клиента и сервера меняются от вызова к вызову
    - один и тот же процесс может быть как клиентом, так и сервером
  - Терминология Клиент/Сервер применяется к процессам, а не к узлам!!!

Проблемы

- Распространение приложения
- Гетерогенность
- Открытость
- Безопасность
- Масштабируемость
- Обработка ошибок и восстановление после сбоев
- Параллелизм
- Прозрачность
- Управляемость

Распространение приложения

- Фрагментация
  - разделение приложения на модули для распространения
- Конфигурация
  - Связь модулей друг с другом (зависимости)
- Размещение
  - выгрузка модулей на целевую систему
  - Распределение вычислительных модулей между узлами (статическое или динамическое)

Гетерогенность

- Гетерогенные = разные
- Различные
  - сетевые инфраструктуры,
  - hardware&software (пример Intel & Motorolla, UNIX sockets & Winsock calls),
  - языки программирования (и представления данных!!!)
- Различия должны быть скрыты

Гетерогенность

- Интерфейсы и реализация могут быть разными
  - Базовые концепции обычно неизменны
- Необходимы стандарты

Гетерогенность

- Middleware: промежуточный программный слой
  - позволяет гетерогенным узлам взаимодействовать
  - Определяет однородную вычислительную модель
  - Поддерживает один или несколько языков программирования
  - Обеспечивает поддержку распределенных приложений
    - Вызов удаленных объектов
    - Удаленный вызов SQL
    - Распределенная обработка транзакций
- Примеры: CORBA, Java RMI, Microsoft DCOM

Гетерогенность

- Мобильный код: код разработан для миграции между узлами
  - Необходимо преодолевать аппаратные различия (разные наборы инструкций)
- Виртуальные машины
  - Компилятор «изготавливает» байт-код для VM
  - VM реализована для всех аппаратных платформ (Java)
- Методы грубой силы
  - Портируем код под каждую платформу...

Открытость

- Гарантирует расширяемость
- Возможность повторного использования
- Важные факторы:
  - Наличие четких спецификаций
  - Наличие полной документации
  - Опубликованные интерфейсы
  - Тестирование и проверка на многих платформах

Безопасность

- Три компонента:
  - Защищенность
  - Целостность
  - Доступность
- Задача: посылка значимой информации по сети безопасно и эффективно

Безопасность

- Сценарий 1: Доступ к результатам тестирования по NFS
  - Откуда мы знаем, что пользователь - преподаватель, имеющий доступ к данным?
  - Авторизация
- Сценарий 2: Посылка номера кредитной карты в интернет-магазин
  - Никто кроме получателя не должен прочитать данные
  - Криптография

Безопасность

- Нерешенные проблемы
  - Атаки типа DoS (отказы в обслуживании)
  - Безопасность мобильного кода
    - Непредсказуемые эффекты
    - Может вести себя подобно троянскому коню...

Масштабируемость

- Распределенная система масштабируема, если она остается эффективной при увеличении числа обслуживаемых пользователей или ресурсов
- Проблемы:
  - Контроль стоимости ресурсов
  - Контроль потерь производительности

Масштабируемость

- Стоимость физических ресурсов
  - Растет,при увеличении числа пользователей
  - Не должна расти быстрее, чем *O* (n), где n = количеству пользователей
- Потери производительности
  - Увеличиваются с ростом размера данных (и количества пользователей)
  - Время поиска не должно расти быстрее, чем *O* (log n), где n = размер данных

Масштабируемость

- Существуют естественные ограничения
  - Некоторые определяются легко
  - Другие труднее
- Обход узких мест
  - Децентрализация алгоритмов
    - Пример - Domain Name Service
  - Тиражирование и кэширование данных

Обработка сбоев

- Сбои более частые, чем в централизованных системах, но обычно локальные
- Обработка сбоев включает
  - Определение факта сбоя (может быть невозможно
  - Маскирование
  - Восстановление

Обработка сбоев

- Диагностика
  - Может быть возможна (ошибки передачи - контрольная сумма)
  - Может быть невозможна (удаленный сервер не работает или просто очень загружен?)

Обработка сбоев

- Маскирование
  - Многие сбои могут быть скрыты
  - Может быть невозможно (все диски повреждены)
  - Не всегда хорошо

Параллелизм

- Контроль параллелизма
  - Обращение нескольких потоков к ресурсу
    - Правильное планирование доступа в параллельных потоках (устранение взаимоисключений, транзакции)
  - Синхронизация (семафоры)
    - Безопасно, но уменьшают производительность
  - Разделяемые объекты(ресурсы) должны работать корректно в многопоточной среде

Прозрачность

- Сокрытие гетерогенной и распределенной структуры системы так, чтобы пользователю система представлялась монолитной

Прозрачность

Прозрачность доступа: доступ к локальным и удаленным ресурсам посредством одинаковых вызовов

Прозрачность расположения: доступ к ресурсам вне зависимости от их физического расположения

Прозрачность параллелизма: возможность нескольким процессам параллельно работать с ресурсами, не оказывая влияния друг на друга

Прозрачность репликации: возможность нескольким экземплярам одного ресурса использоваться без знания физических особенностей репликации.

Прозрачность обработки ошибок: Защита программных компонентов от сбоев, произошедших в других программных компонентах. Восстановление после сбоев

Прозрачность мобильности:Возможность переноса приложения между платформами, без его переделки

Прозрачность производительности: возможность конфигурации системы с целью увеличения производительности при изменении состава платформы выполнения

Прозрачность масштабируемости: возможность увеличения производительности без изменения структуры программной системы и используемых алгоритмов

Прозрачность

- Очень важна для распределенных систем
  - Прозрачность доступа и физического расположения
  - Имеет критическое значения для должного использования распределенных ресурсов

Управляемость

- Распределенные ресурсы не имеют центральной точки управления
- Локальная оптимизация не всегда означает глобальную оптимизацию
  - Нужен глобальный взгляд на проблему
  - Не всегда возможен (есть системы, никому конкретно не принадлежащие)

Итоги

- Распределенная система:
  - Автономные (но соединенные средой передачи данных) узлы
  - Взаимодействие посредством передачи сообщений
- Много примеров того, что распределенные системы нужны и их нужно уметь строить
- Распределенные системы существуют и их нужно уметь развивать и поддерживать

Модели архитектуры

- Модель архитектуры распределенной системы должна содержать решение двух проблем:
  - Физическое размещение компонентов между узлами
  - Взаимодействие между компонентами.

Уровни

- Приложения, сервисы
- Middleware
- Операционная система
- Аппаратура

Возможные архитектуры

- Клиент - сервер
- Модель предоставления услуг пулом серверов
- Модель прокси – и кэш - серверов
- Модель равных процессов

Вариации на тему Клиент-сервер

- Мобильный код
- Мобильные агенты
- Network computers
- Тонкие клиенты
- X - window

Требования к дизайну

- Требования, накладываемые обеспечением требуемой производительности
- Использование кэширования и репликации
- Требование надежности

Требования к производительности

- Время отклика
- Производительность.
- Балансировка нагрузки

Использование кэширования и репликации

- Очень многие проблемы производительности системы могут быть решены путем кэширования данных .

Модели

- Модель взаимодействия
- Модель защиты от сбоев
- Модель безопасности

Модель взаимодействия

- Производительность линий связи
- Время и события
- Асинхронный и синхронный обмен