Лекция 14: Проектирование распределённых приложений

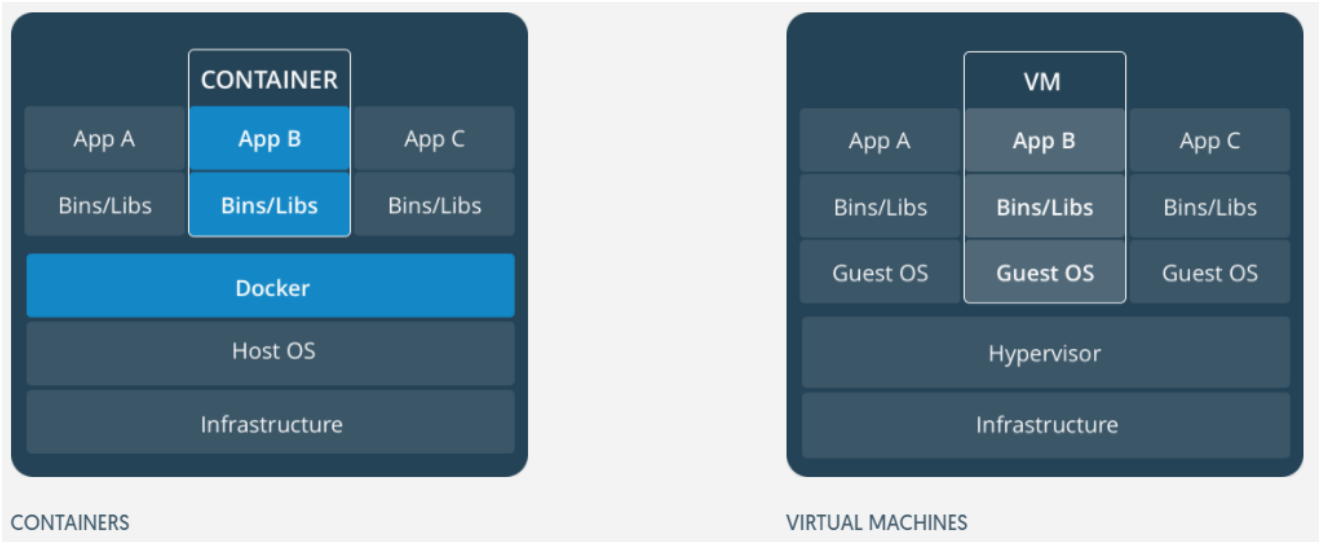
Часть вторая: высокоуровневые вещи

Юрий Литвинов
y.litvinov@spbu.ru

14.12.2021

Docker

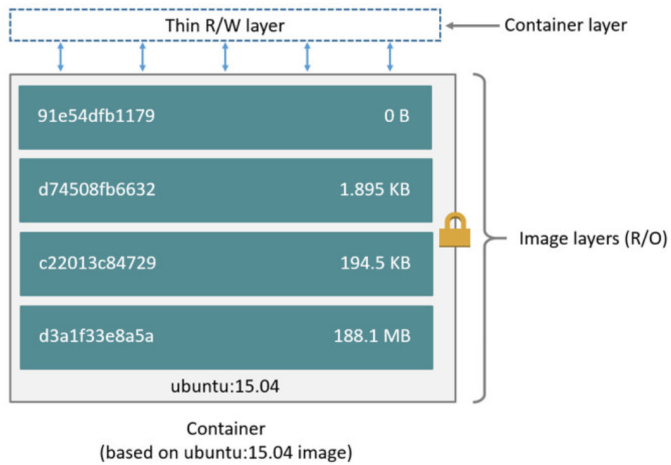
- Средство для “упаковки” приложений в изолированные контейнеры
- Что-то вроде легковесной виртуальной машины
-
- Широкий инструментарий: DSL для описания образов, публичный репозиторий, поддержка оркестраторами



© https://www.docker.com

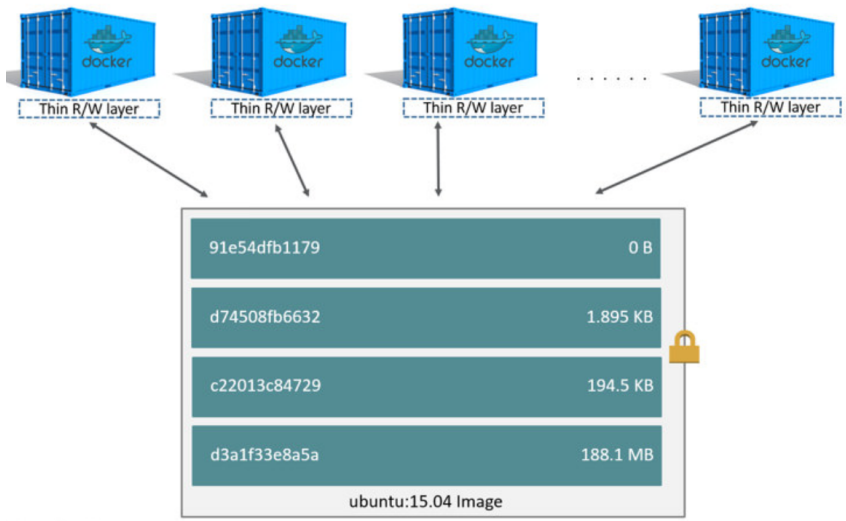
Docker Image

- Окружение и приложение
- Состоит из слоёв
  - Все слои read-only
  - Образы делят слои между собой как процессы делят динамические библиотеки
- На основе одного образа можно создать другой



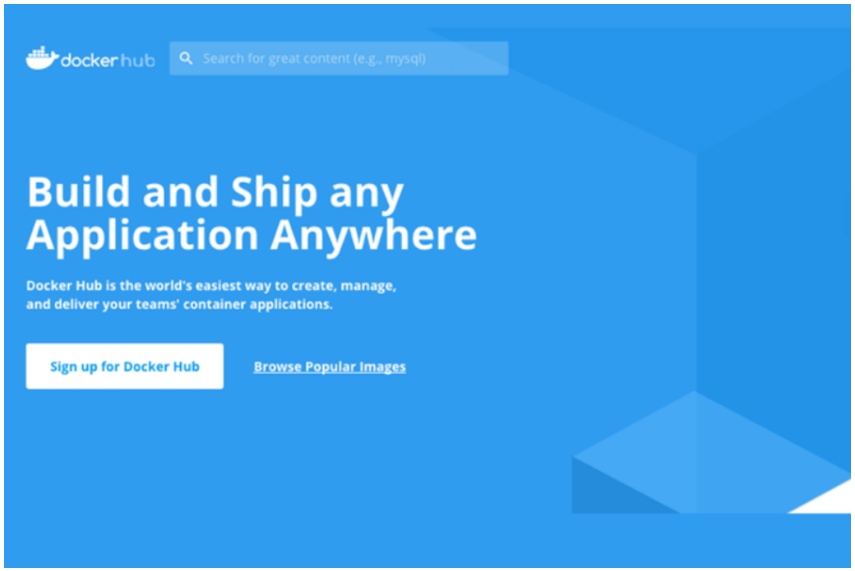
Docker Container

- Образ с дополнительным write слоем
- Содержит один запущенный процесс
- Может быть сохранен как новый образ



DockerHub

- Внешний репозиторий образов
  - Официальные образы
  - Пользовательские образы
  - Приватные репозитории
- Простой CI/CD
- Высокая доступность



Базовые команды

- docker run — запускает контейнер (при необходимости делает pull)
  - -d — запустить в фоновом режиме
  - -p host_port:container_port — прокинуть порт из контейнера на хост
  - -i -t — запустить в интерактивном режиме
  - Пример: docker run -it ubuntu /bin/bash
- docker ps — показывает запущенные контейнеры
  - Пример: docker run -d nginx; docker ps
- docker stop — останавливает контейнер (шлёт SIGTERM, затем SIGKILL)
- docker exec — запускает дополнительный процесс в контейнере

Dockerfile

```
# Use an official Python runtime as a parent image
FROM python:2.7-slim

# Set the working directory to /app
WORKDIR /app

# Copy the current directory contents into the container at /app
ADD . /app

# Install any needed packages specified in requirements.txt
RUN pip install --trusted-host pypi.python.org -r requirements.txt

# Make port 80 available to the world outside this container
EXPOSE 80

# Define environment variable
ENV NAME World

# Run app.py when the container launches
CMD ["python", "app.py"]
```

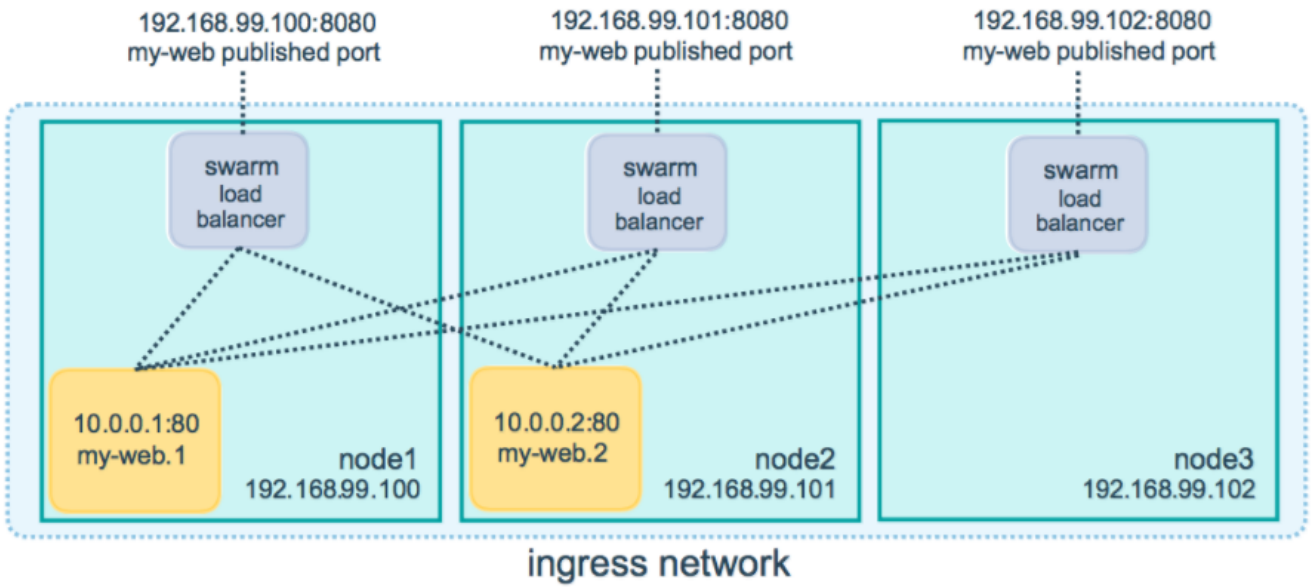
Балансировка нагрузки

docker-compose.yml

```yaml
version: "3"
services:
  web:
    # replace username/repo:tag with your name and image details
    image: username/repo:tag
    deploy:
      replicas: 5
      resources:
        limits:
          cpus: "0.1"
          memory: 50M
      restart_policy:
        condition: on-failure
    ports:
      - "80:80"
    networks:
      - webnet
networks:
  webnet:
```

Swarm-ы

- Машина, на которой запускается контейнер, становится главной
- Другие машины могут присоединяться к swarm-у и получать копию контейнера
- Docker балансирует нагрузку по машинам



© https://www.docker.com

SOAP-ориентированные сервисы

- Simple Object Access Protocol
- Web Services Description Language
- Universal Discovery, Description and Integration

SOAP-сообщение

```
<env:Envelope xmlns:env="http://www.w3.org/2003/05/soap-envelope">
  <env:Header>
    <n:alertcontrol xmlns:n="http://example.org/alertcontrol">
      <n:priority>1</n:priority>
      <n:expires>2001-06-22T14:00:00-05:00</n:expires>
    </n:alertcontrol>
  </env:Header>
  <env:Body>
    <m:alert xmlns:m="http://example.org/alert">
      <m:msg>Get up at 6:30 AM</m:msg>
    </m:alert>
  </env:Body>
</env:Envelope>
```

WSDL-описание

```
<message name="getTermRequest">
   <part name="term" type="xs:string"/>
</message>

<message name="getTermResponse">
   <part name="value" type="xs:string"/>
</message>

<portType name="glossaryTerms">
   <operation name="getTerm">
      <input message="getTermRequest"/>
      <output message="getTermResponse"/>
   </operation>
</portType>
```

Достоинства SOAP-based сервисов

- Автоматический режим описания сервисов
- Автоматическая поддержка описаний SOAP-клиентом
- Автоматическая валидация сообщений
  - Валидность xml
  - Проверка по схеме
  - Проверка SOAP-сервером
- Работа через HTTP
  - Хоть через обычный GET

Недостатки SOAP-based сервисов

- Огромный размер сообщений
- Сложность описаний на клиенте и сервере
- Один запрос — один ответ
  - Поддержка транзакций на уровне бизнес-логики
- Сложности миграции при изменении описания

Пример: WCF

- Платформа для создания веб-сервисов
- Часть .NET Framework, начиная с 3.0
- Умеет WSDL, SOAP и т.д., очень конфигурируема
- Автоматическая генерация заглушек на стороне клиента
- ABCs of WCF:
  - Address
  - Binding
  - Contract

© http://www.c-sharpcorner.com

Пример, описание контракта

```
[ServiceContract(Namespace = "http://Microsoft.ServiceModel.Samples")]
public interface ICalculator
{
    [OperationContract]
    double Add(double n1, double n2);

    [OperationContract]
    double Subtract(double n1, double n2);

    [OperationContract]
    double Multiply(double n1, double n2);

    [OperationContract]
    double Divide(double n1, double n2);
}
```

Пример, реализация контракта

```
public class CalculatorService : ICalculator
{
    public double Add(double n1, double n2)
        => n1 + n2;

    public double Subtract(double n1, double n2)
        => n1 - n2

    public double Multiply(double n1, double n2)
        => n1 * n2;

    public double Divide(double n1, double n2)
        => n1 / n2;
}
```

Пример, self-hosted service

```
static void Main(string[] args)
{
    Uri baseAddress = new Uri("http://localhost:8000/ServiceModelSamples/Service");
    ServiceHost selfHost = new ServiceHost(typeof(CalculatorService), baseAddress);

    try {
        selfHost.AddServiceEndpoint(typeof(ICalculator), new WSHttpBinding(), "CalculatorService");

        ServiceMetadataBehavior smb = new ServiceMetadataBehavior();
        smb.HttpGetEnabled = true;
        selfHost.Description.Behaviors.Add(smb);

        selfHost.Open();
        Console.WriteLine("The service is ready. Press <ENTER> to terminate service.");
        Console.ReadLine();

        selfHost.Close();
    } catch (CommunicationException ce) {
        Console.WriteLine($"An exception occurred: {ce.Message}");
        selfHost.Abort();
    }
}
```

Пример, клиент

- Генерация заглушки:

  svcutil.exe /language:cs /out:generatedProxy.cs /config:app.config^
  http://localhost:8000/ServiceModelSamples/service

- Клиент:

```
static void Main(string[] args)
{
    CalculatorClient client = new CalculatorClient();

    double value1 = 100.00D;
    double value2 = 15.99D;
    double result = client.Add(value1, value2);
    Console.WriteLine($"Add({value1},{value2}) = {result}");

    client.Close();
}
```

Пример, конфигурация клиента

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8" ?>
<configuration>
  <startup>
    <!-- specifies the version of WCF to use-->
    <supportedRuntime version="v4.0" sku=".NETFramework,Version=v4.5,Profile=Client" />
  </startup>
  <system.serviceModel>
    <bindings>
      <!-- Uses wsHttpBinding-->
      <wsHttpBinding>
        <binding name="WSHttpBinding_ICalculator" />
      </wsHttpBinding>
    </bindings>
    <client>
      <!-- specifies the endpoint to use when calling the service -->
      <endpoint address="http://localhost:8000/ServiceModelSamples/Service/CalculatorService"
        binding="wsHttpBinding" bindingConfiguration="WSHttpBinding_ICalculator"
        contract="ServiceReference1.ICalculator" name="WSHttpBinding_ICalculator">
        <identity>
          <userPrincipalName value="migree@redmond.corp.microsoft.com" />
        </identity>
      </endpoint>
    </client>
  </system.serviceModel>
</configuration>
```

Очереди сообщений

- Используются для гарантированной доставки сообщений
  - Даже если отправитель и получатель доступны в разное время
  - Локальное хранилище сообщений на каждом устройстве
- Реализуют модель “издатель-подписчик”, но могут работать и в режиме “точка-точка”
- Как правило, имеют развитые возможности маршрутизации, фильтрации и преобразования сообщений
  - Разветвители, агрегаторы, преобразователи порядка

RabbitMQ

- Сервер и клиенты системы надёжной передачи сообщений
  - Сообщение посылается на сервер и хранится там, пока его не заберут
  - Продвинутые возможности по маршрутизации сообщений
- Реализует протокол AMQP (Advanced Message Queuing Protocol), но может использовать и другие протоколы
- Сервер написан на Erlang, клиентские библиотеки доступны для практически чего угодно

Пример, отправитель

```
using System;
using RabbitMQ.Client;
using System.Text;

class Send
{
  public static void Main()
  {
    var factory = new ConnectionFactory() { HostName = "localhost" };
    using (var connection = factory.CreateConnection())
    {
      using (var channel = connection.CreateModel())
      {
        channel.QueueDeclare(queue: "hello", durable: false, exclusive: false,
                             autoDelete: false, arguments: null);

        string message = "Hello World!";
        var body = Encoding.UTF8.GetBytes(message);

        channel.BasicPublish(exchange: "", routingKey: "hello",
                             basicProperties: null, body: body);
      }
    }
  }
}
```

Пример, получатель

```
using RabbitMQ.Client;
using RabbitMQ.Client.Events;
using System;
using System.Text;

class Receive
{
   public static void Main()
   {
      var factory = new ConnectionFactory() { HostName = "localhost" };
      using (var connection = factory.CreateConnection())
      using (var channel = connection.CreateModel())
      {
         channel.QueueDeclare(queue: "hello", durable: false, exclusive: false, autoDelete: false, arguments: null);

         var consumer = new EventingBasicConsumer(channel);
         consumer.Received += (model, ea) =>
         {
            var body = ea.Body;
            var message = Encoding.UTF8.GetString(body);
            Console.WriteLine(" [x] Received {0}", message);
         };
         channel.BasicConsume(queue: "hello", autoAck: true, consumer: consumer);
      }
   }
}
```

Representational State Transfer (REST)

- Модель клиент-сервер
- Отсутствие состояния
- Кэширование
- Единообразие интерфейса
- Слои

Интерфейс сервиса

- Коллекции
  - http://api.example.com/resources/
- Элементы
  - http://api.example.com/resources/item/17
- HTTP-методы
  - GET
  - PUT
  - POST
  - DELETE
- Передача параметров прямо в URL
  - http://api.example.com/resources?user=me&access_token=ASFQF

Пример, Google Drive REST API

- GET https://www.googleapis.com/drive/v2/files — список всех файлов
- GET https://www.googleapis.com/drive/v2/files/fileId — метаданные файла по его Id
- POST https://www.googleapis.com/upload/drive/v2/files — загрузить новый файл
- PUT https://www.googleapis.com/upload/drive/v2/files/fileId — обновить файл
- DELETE https://www.googleapis.com/drive/v2/files/fileId — удалить файл

Достоинства

- Надёжность
- Производительность
- Масштабируемость
- Прозрачность системы взаимодействия
- Простота интерфейсов
- Портативность компонентов
- Лёгкость внесения изменений

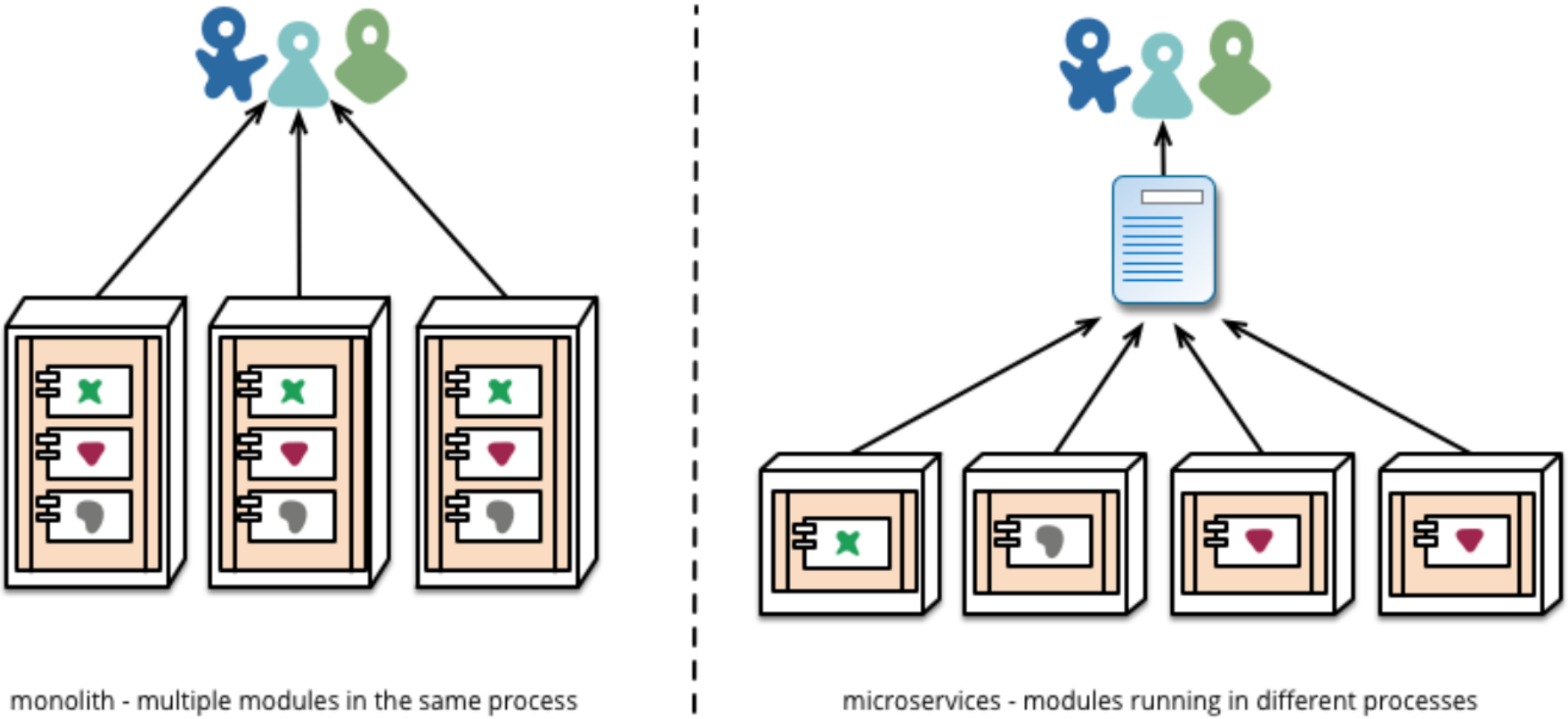
Микросервисы

- Набор небольших сервисов
  - Разные языки и технологии
- Каждый в собственном процессе
  - Независимое развёртывание
  - Децентрализованное управление
- Легковесные коммуникации

Монолитные приложения

- Большой и сложный MVC
- Единый процесс разработки и стек технологий
- Сложная архитектура
- Сложно масштабировать
- Сложно вносить изменения

Разбиение на сервисы



Основные особенности

- Микросервисы и SOA
- Smart endpoints and dumb pipes
- Проектирование под отказ
- Асинхронные вызовы
- Децентрализованное управление данными
- Автоматизация инфраструктуры
- Эволюционный дизайн

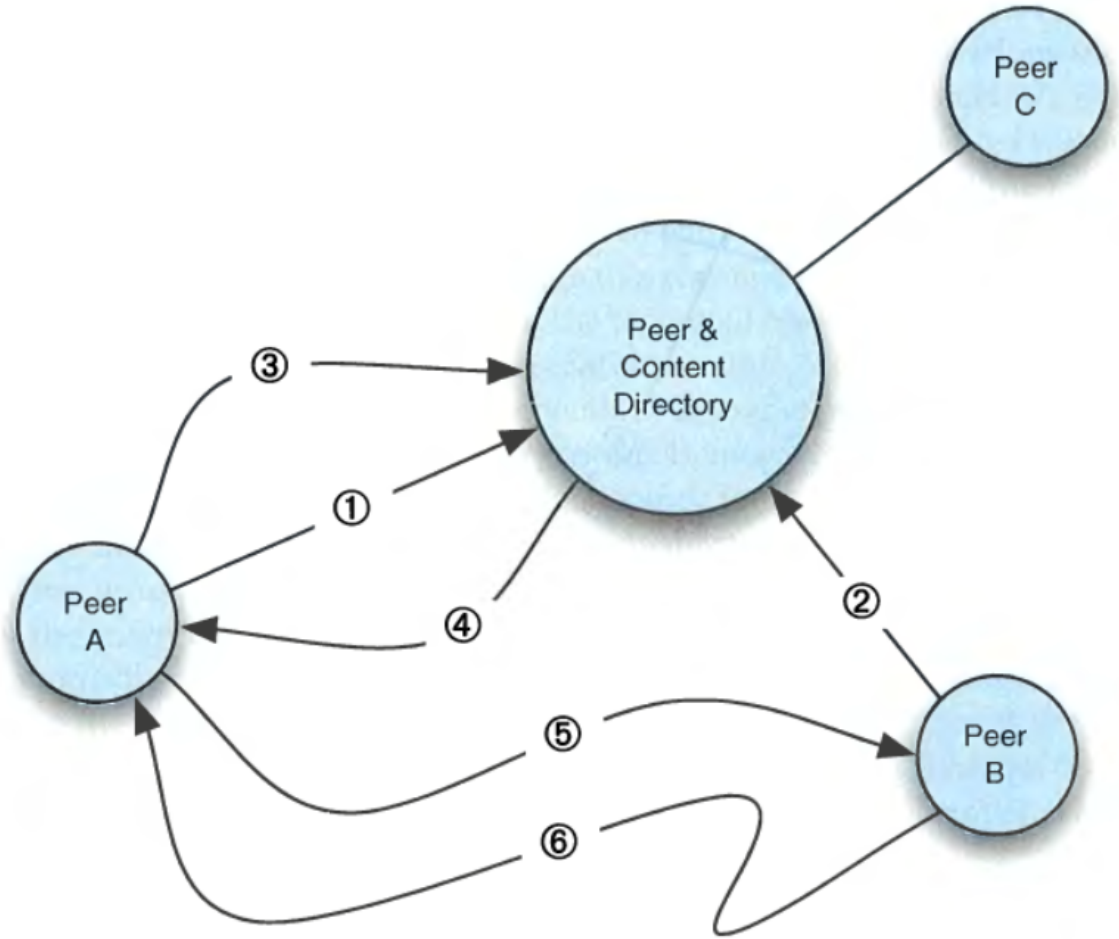
Основные проблемы

- Сложности выделения границ сервисов
- Перенос логики на связи между сервисами
  - Большой обмен данными
  - Нетривиальные зависимости
- Нетривиальная инфраструктура
- Нетривиальная переиспользуемость кода

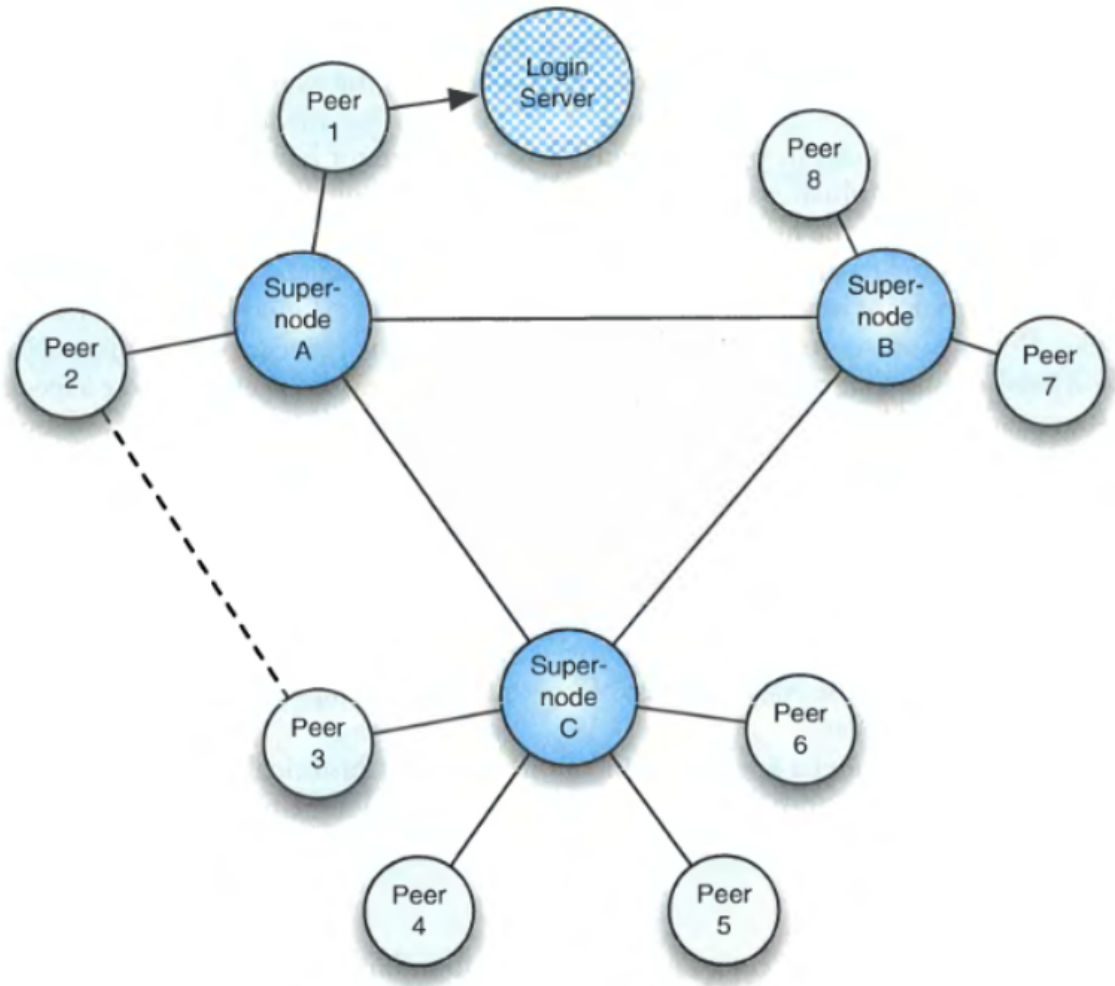
Архитектура Peer-to-Peer

- Децентрализованный и самоорганизующийся сервис
- Динамическая балансировка нагрузки
  - Вычислительные ресурсы
  - Хранилища данных
- Динамическое изменение состава участников

Napster: hybrid client-server/P2P



Skype: Overlayed P2P



BitTorrent : Resource Trading P2P

- Обмен сегментами
- Поиск не входит в протокол
- Трекеры
- Метаданные
- Управление приоритетами
- Бестрекерная реализация