Практика 12: технологии распределённых приложений

Юрий Литвинов
yurii.litvinov@gmail.com

04.04.2022

Protocol buffers

protobuf

- Механизм сериализации-десериализации данных
- Компактное бинарное представление
- Декларативное описание формата данных, генерация кода для языка программирования
  - Поддерживается Java, Python, Kotlin, Objective-C, C++, Go, Ruby, C#, Dart
- Бывает v2 и v3, с некоторыми синтаксическими отличиями
- Хитрый протокол передачи, https://developers.google.com/protocol-buffers/docs/encoding
  - До 10 раз компактнее XML

Пример

Файл .proto:

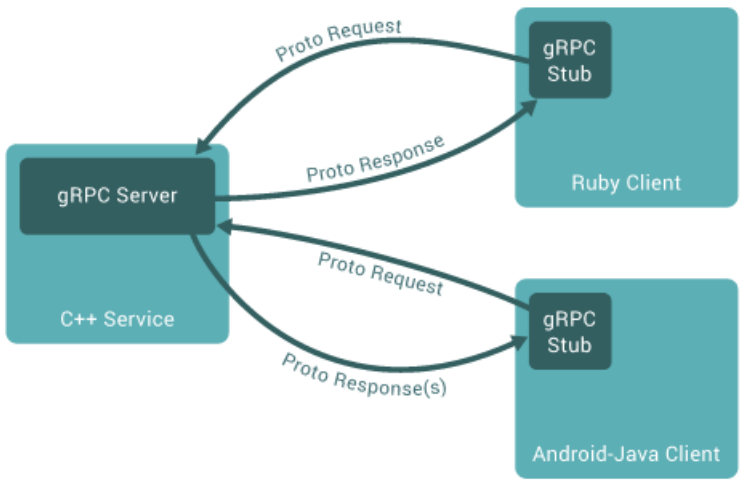
```
syntax = "proto3";

message Person {
    string name = 1;
    int32 id = 2;
    string email = 3;
}
```

Файл .java:

```
Person john = Person.newBuilder()
    .setId(1234)
    .setName("John Doe")
    .setEmail("jdoe@example.com")
    .build();
output = new FileOutputStream(args[0]);
john.writeTo(output);
```

gRPC

- Средство для удалённого вызова (RPC)
- Работает поверх protobuf
- Тоже от Google, поддерживает те же языки, что и protobuf
- Весьма популярен



Технические подробности

- Сервисы описываются в том же .proto-файле, что и протокол protobuf-a
- В качестве типов параметров и результатов — message-и protobuf-a

```
service RouteGuide {
  rpc GetFeature(Point) returns (Feature) {}
  rpc ListFeatures(Rectangle) returns (stream Feature) {}
  rpc RecordRoute(stream Point) returns (RouteSummary) {}
  rpc RouteChat(stream RouteNote) returns (stream RouteNote) {}
}
```

© https://grpc.io/docs/languages/java/basics/

- Сборка — плагином grpc к protoc

Реализация сервиса на Java

```
private static class RouteGuideService extends RouteGuideGrpc.RouteGuideImplBase {
  ...
  @Override
  public void getFeature(Point request, StreamObserver<Feature> responseObserver) {
   responseObserver.onNext(checkFeature(request));
   responseObserver.onCompleted();
  }

  @Override
  public void listFeatures(Rectangle request, StreamObserver<Feature> responseObserver) {
   for (Feature feature : features) {
     ...
     int lat = feature.getLocation().getLatitude();
     int lon = feature.getLocation().getLongitude();
     if (lon >= left && lon <= right && lat >= bottom && lat <= top) {
      responseObserver.onNext(feature);
     }
   }
   responseObserver.onCompleted();
  }
}
```

Реализация сервиса на Java (2)

```
@Override
public StreamObserver<RouteNote> routeChat(
      final StreamObserver<RouteNote> responseObserver) {
 return new StreamObserver<RouteNote>() {
  @Override
  public void onNext(RouteNote note) {
   List<RouteNote> notes = getOrCreateNotes(note.getLocation());
   for (RouteNote prevNote : notes.toArray(new RouteNote[0])) {
    responseObserver.onNext(prevNote);
   }
   notes.add(note);
  }
  @Override
  public void onError(Throwable t) {
   logger.log(Level.WARNING, "routeChat cancelled");
  }
  @Override
  public void onCompleted() {
   responseObserver.onCompleted();
  }
 };
}
```

Реализация клиента на Java (1)

```
public RouteGuideClient(String host, int port) {
  this(ManagedChannelBuilder.forAddress(host, port).usePlaintext(true));
}

public RouteGuideClient(ManagedChannelBuilder<?> channelBuilder) {
  channel = channelBuilder.build();
  blockingStub = RouteGuideGrpc.newBlockingStub(channel);
  asyncStub = RouteGuideGrpc.newStub(channel);
}
```

Реализация клиента на Java (2)

```
public void getFeature(int lat, int lon) {
  Point request = Point.newBuilder().setLatitude(lat).setLongitude(lon).build();
  Feature feature;
  try {
    feature = blockingStub.getFeature(request);
  } catch (StatusRuntimeException e) {
    warning("RPC failed: {0}", e.getStatus());
    return;
  }
  if (RouteGuideUtil.exists(feature)) {
    info("Found feature called \"{0}\" at {1}, {2}",
      feature.getName(),
      RouteGuideUtil.getLatitude(feature.getLocation()),
      RouteGuideUtil.getLongitude(feature.getLocation()));
  } else {
    info("Found no feature at {0}, {1}",
      RouteGuideUtil.getLatitude(feature.getLocation()),
      RouteGuideUtil.getLongitude(feature.getLocation()));
  }
}
```

Пример SOAP-библиотеки: WCF

Windows Communication Foundation

- Платформа для создания веб-сервисов
- Часть .NET Framework, начиная с 3.0
  - Сейчас замещается ASP.NET Web APIs
- 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

```
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:

```
var 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;

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);
```

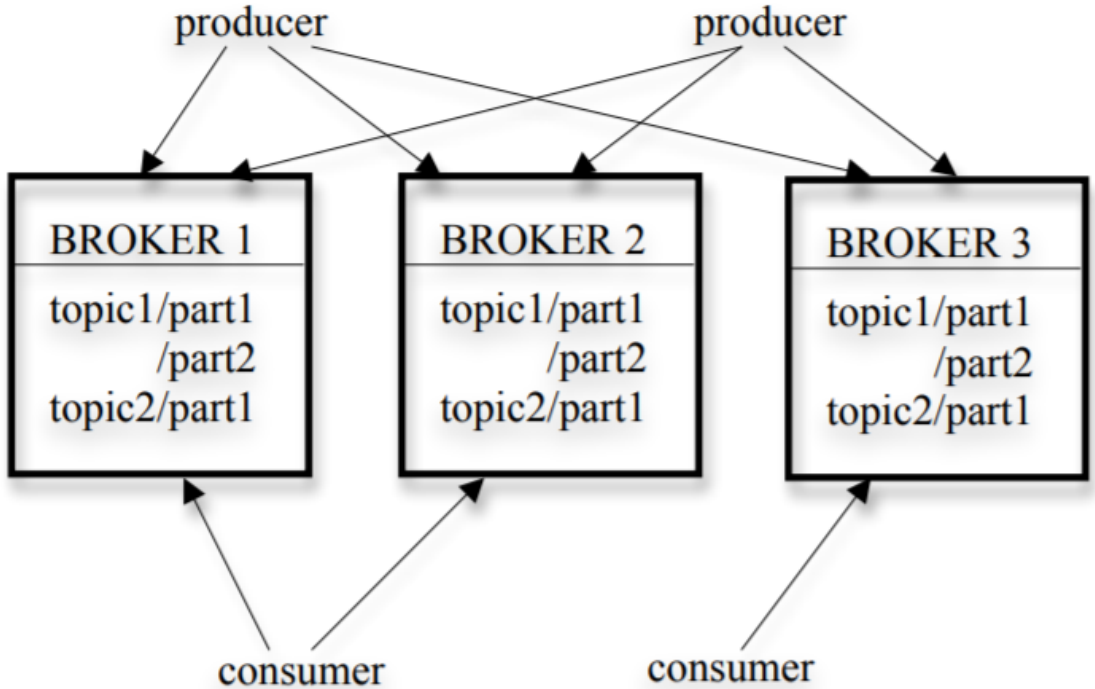
Пример, получатель

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

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);
```

Apache Kafka

- Несколько другой подход к очередям: лог событий
  - Сообщение посылается на сервер и хранится там вечно (ну, почти), получатель при обработке его не удаляет
  - Индекс текущего сообщения хранит сам получатель, может отмотать назад
  - Подход “Event Sourcing” — не храним состояние, храним набор событий, позволяющих его получить
  - Гораздо лучше с распределённостью
- Быстрее RabbitMQ, лучше масштабируется
- Хуже с маршрутизацией (по идее), немного сложнее в настройке

Apache Kafka, устройство



© J. Kreps et al., Kafka: a Distributed Messaging System for Log Processing, 2011

- Топики — каналы, куда можно писать
- Разделы — логические куски топиков
- Брокеры — отдельные сервера, балансируют нагрузку
- Сегменты — файлы на диске, куски разделов, хранящиеся у брокеров

Пример, отправитель

```
using Confluent.Kafka;

var config = new ProducerConfig { BootstrapServers = "localhost:9092" };

using var p = new ProducerBuilder<Null, string>(config).Build();
try
{
    var deliveryResult = await p.ProduceAsync(
        "test-topic", new Message<Null, string> { Value = "test" });
}
catch (ProduceException<Null, string> e)
{
    Console.WriteLine($"Delivery failed: {e.Error.Reason}");
}
```

Пример, получатель

```
using Confluent.Kafka;

var conf = new ConsumerConfig {
    GroupId = "test-consumer-group",
    BootstrapServers = "localhost:9092",
    AutoOffsetReset = AutoOffsetReset.Earliest
};

using var consumer = new ConsumerBuilder<Ignore, string>(conf).Build();
consumer.Subscribe("my-topic");

var cts = new CancellationTokenSource();
Console.CancelKeyPress += (_, e) => {
    e.Cancel = true;
    cts.Cancel();
};

try {
    while (true) {
        var consumeResult = consumer.Consume(cts.Token);
        Console.WriteLine($"Consumed message '{consumeResult.Message.Value}'.");
    }
}
catch (OperationCanceledException) {
    consumer.Close();
}
```