Работа с сетью

Высокий уровень

Юрий Литвинов
y.litvinov@spbu.ru

12.10.2022

Протоколы прикладного уровня

- Если вы пользуетесь “голыми” сокетами под .NET, скорее всего, вы делаете что-то не так
- TCP и UDP обеспечивают транспорт, вся полезная работа делается протоколами прикладного уровня
- Их тысячи:
  - DNS
  - Электронная почта: SMTP, IMAP, POP3
  - Различные виды удалённого вызова: WCF, Apache Thrift, gRPC, ...
  - WWW: HTTP, HTTPS
  - Стриминг: RTP, RTCP
  - P2P и доставка контента: BitTorrent
  - ...

Как работает браузер

1. Определяет URL, указывающий на желаемую страницу
2. Выполняет DNS-запрос на доменное имя из URL, узнаёт IP
3. Устанавливает TCP-соединение с портом 80 целевой машины
4. Отправляет HTTP-запрос на получение файла
5. Получает ответ от сервера с HTML-страницей
6. Если страница содержит URL, необходимые для её отображения, браузер повторяет процесс
   - Картинки, скрипты, стили и т.д.
7. Браузер отображает страницу, отдаёт скрипты на интерпретацию, при необходимости запускает плагины
8. Если новых запросов некоторое время не поступает, браузер разрывает соединение с сервером

Протокол HTTP

- Простой текстовый протокол поверх TCP
- Запрос-ответ
- Вид запроса:

  <Метод> параметр <версия протокола>
  <Заголовки>
  <Тело запроса>
  <Пустая строка>

Пример

Слегка сокращённый

```
GET http://se.math.spbu.ru/SE HTTP/1.1
Host: se.math.spbu.ru
Connection: keep-alive
Upgrade-Insecure-Requests: 1
User-Agent: Chrome/68.0.3440.106
Accept: text/html,application/xhtml+xml
Referer: http://se.math.spbu.ru/
Accept-Encoding: gzip, deflate
Accept-Language: ru-RU,ru;q=0.9,en-US;q=0.8,en;q=0.7
```

Ответ

Очень сокращённый

```
HTTP/1.1 200 OK
Server: Zope/(Zope 2.10.6-final, python 2.4.6, linux2) ZServer/1.1 Plone/3.1.3
Date: Sat, 01 Sep 2018 12:57:32 GMT
Content-Length: 29068
Content-Language: ru
Expires: Sat, 1 Jan 2000 00:00:00 GMT
Content-Type: text/html;charset=utf-8

<!DOCTYPE html ...>
<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml" xml:lang="ru"
      lang="ru">
  <head>
  </head>
  <body>
  </body>
</html>
```

Виды запросов

Методы

- **GET** — получить страницу
- **HEAD** — получить только заголовок
- **PUT** — залить новую страницу на сервер
- **POST** — добавить что-нибудь к странице
- **DELETE** — удалить страницу
- **TRACE** — отправить запрос обратно (для отладки)
- **CONNECT** — подключиться через прокси
- **OPTIONS** — узнать, что можно использовать

Коды ответов

Код	Значение	Примеры
1xx	Информация	100 — сервер согласен обрабатывать запросы
2xx	Успех	200 — запрос успешно обработан, 204 — ответ пустой
3xx	Перенаправление	301 — страница перемещена, 304 — возьмите из своего кэша
4xx	Ошибка клиента	404 — страница не найдена, 403 — нет прав
5xx	Ошибка сервера	500 — сервер упал, 503 — попробуйте позже

Как это работает в .NET

HttpClient

```
class Program
{
    private static async Task Main(string[] args)
    {
        var httpClient = new HttpClient();

        var response = await httpClient.GetAsync("http://hwproj.me/");
        if (response.IsSuccessStatusCode)
        {
            var content = await response.Content.ReadAsStringAsync();
            Console.WriteLine(content);
        }
    }
}
```

Exponential backoff

```
static async Task<string> DownloadStringWithRetries(string uri)
{
    using (var client = new HttpClient()) {
        var delay = TimeSpan.FromSeconds(1);
        for (int i = 0; i != 3; ++i) {
            try {
                return await client.GetStringAsync(uri);
            } catch {
            }
            await Task.Delay(delay);
            delay *= 2;
        }

        // Попробуем последний раз, дав ошибке распространиться
        return await client.GetStringAsync(uri);
    }
}
```

Зачем всё это?

- Писать свой браузер можно, но не нужно
- HTTP — основа для протоколов общения “приложение-приложение”
- Веб-сервисы — страницы в интернете, предназначенные не для браузеров, а для других приложений
  - Интерфейс для облачных сервисов типа GMail, Google Drive, ВКонтакте, Twitter и т.д.
    - Браузерные клиенты часто пользуются тем же API, что доступен сторонним разработчикам
  - Публичные API для приложений (например, бэкапы смартфонов)
  - Распределённые приложения в одной корпоративной сети
    - Сервер базы данных, сервер бизнес-логики, сервера вспомогательных служб со своими API

Как оно работает

- Удалённый вызов — клиент посылает HTTP-запрос с именем метода и параметрами, сервер исполняет запрос и отправляет ответ обратно
- Требуется сериализация: XML, JSON, protobuf, ...
- Требуется механизм общения сервера и клиента:
  - SOAP — старый, громоздкий, но до сих пор очень популярный протокол, использует XML
  - WCF — библиотека для разработки веб-сервисов под .NET, несколько устарела, но до сих пор очень популярна, может использовать SOAP
  - REST — легковесный протокол общения, очень-очень популярен
- Машиночитаемое описание возможностей веб-сервиса

Representational State Transfer

REST

- “Легковесный” интерфейс для веб-сервисов, построенный на HTTP-запросах
- Запрос и его параметры передаются в основном через URL
  - Иногда используется тело HTTP-запроса с JSON или бинарными данными
- Сервер не хранит состояние сессии, запросы всё таскают с собой
  - Удобно, запрос может прийти откуда угодно и когда угодно, лишь бы он был правильный

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

REST и HttpClient

Сырой REST

```
private static async Task Main(string[] args)
{
    var httpClient = new System.Net.Http.HttpClient();

    var request = "https://api.exchangeratesapi.io/latest?base=USD&symbols=RUB";
    var response = await httpClient.GetAsync(request);
    if (response.IsSuccessStatusCode)
    {
        var content = await response.Content.ReadAsStringAsync();
        var data = JsonConvert.DeserializeObject<JObject>(content);
        var baseCurrency = data["base"];
        var ruble = data.Value<JToken>("rates").Values<JProperty>().First();
        Console.WriteLine($"1 {baseCurrency} = {ruble.Value} {ruble.Name}");
    }
}
```

REST и клиентские библиотеки

Google Drive API

```
class Program
{
    private static readonly string[] Scopes = { DriveService.Scope.DriveReadonly };
    private const string ApplicationName = "GDriveDemo";

    static async Task Main(string[] args) {
        UserCredential credential;

        using (var stream =
            new FileStream("credentials.json", FileMode.Open, FileAccess.Read)) {
            var credPath = "token.json";
            credential = await GoogleWebAuthorizationBroker.AuthorizeAsync(
                GoogleClientSecrets.Load(stream).Secrets,
                Scopes,
                "user",
                CancellationToken.None,
                new FileDataStore(credPath, true));
            Console.WriteLine("Credential file saved to: " + credPath);
        }
        ...
    }
}
```

Google Drive API (2)

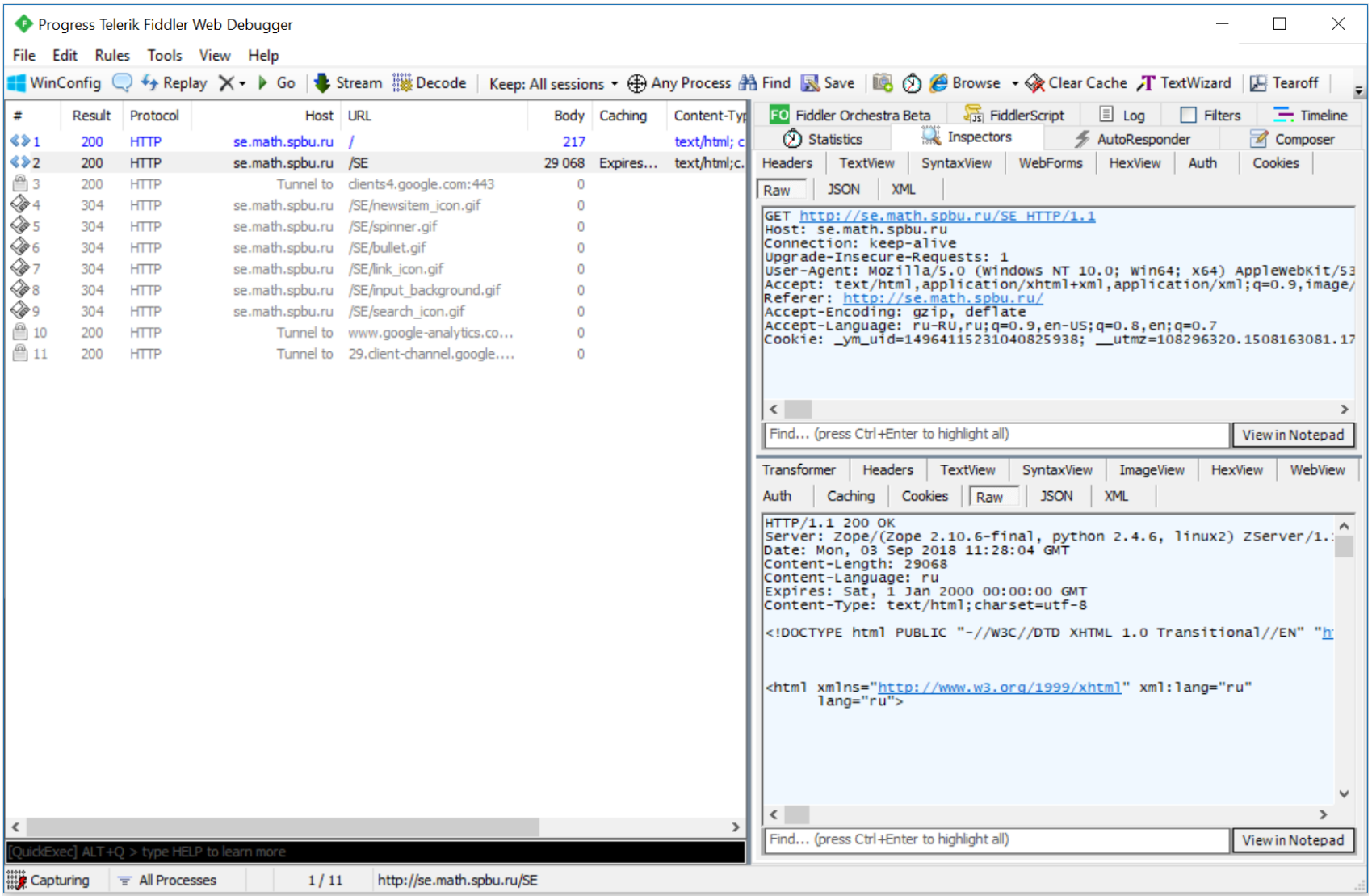
```
class Program
{
    ...
    static async Task Main(string[] args) {
        UserCredential credential;
        ...
        var service = new DriveService(new BaseClientService.Initializer() {
            HttpClientInitializer = credential,
            ApplicationName = ApplicationName,
        });

        FilesResource.ListRequest listRequest = service.Files.List();
        listRequest.PageSize = 10;
        listRequest.Fields = "nextPageToken, files(id, name)";
        ...
    }
}
```

Google Drive API (3)

```
class Program
{
    ....
    static async Task Main(string[] args) {
        FilesResource.ListRequest listRequest = service.Files.List();
        ...
        IList<Google.Apis.Drive.v3.Data.File> files = listRequest.Execute().Files;
        Console.WriteLine("Files:");
        if (files != null && files.Count > 0) {
            foreach (var file in files) {
                Console.WriteLine($"{file.Name} ({file.Id})");
            }
        } else {
            Console.WriteLine("No files found.");
        }
        Console.Read();
    }
}
```

Как это отлаживать

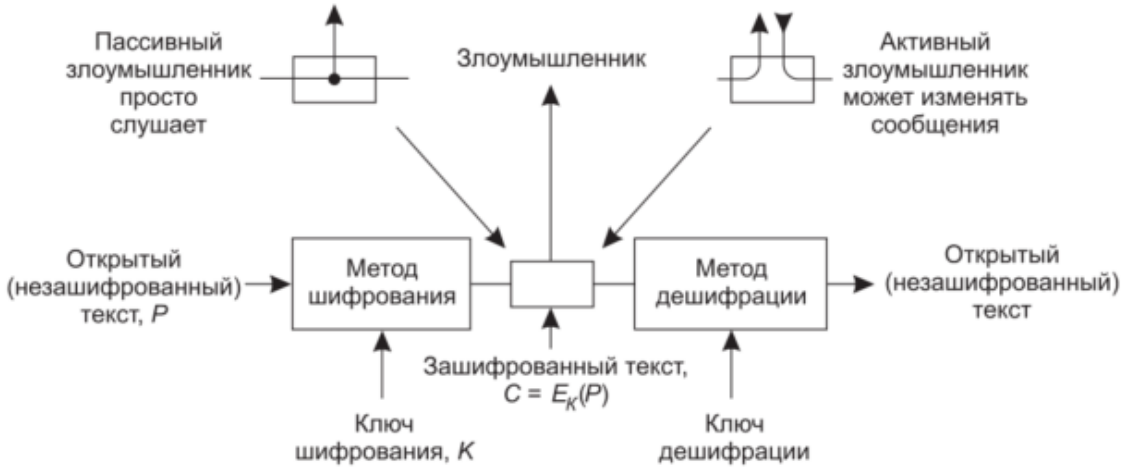
Fiddler



Сетевая безопасность

- Почти все сервисы требуют авторизации и обеспечения безопасности
- Аутентификация — установление личности (точнее, идентичности) участника взаимодействия
  - Обычно взаимна
- Авторизация — установление прав на выполнение операции
- Шифрование — обеспечение конфиденциальности передаваемой информации
- Также важны:
  - Целостность — злоумышлениик ничего не поменял
  - Актуальность — злоумышленник не проиграл старое сообщение

Введение



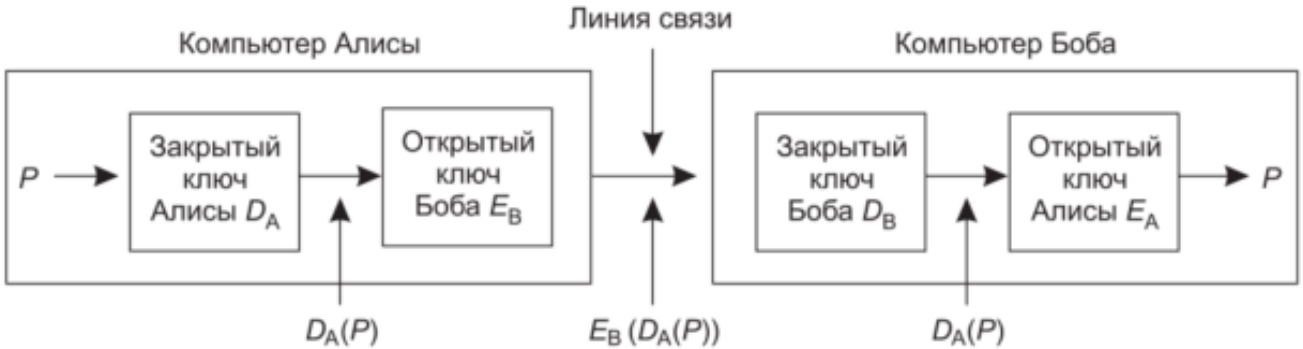
© Э. Таненбаум

- Алгоритм шифрования считается известным, секретен только ключ
- Усложнение алгоритма шифрования не всегда повышает криптостойкость

Шифрование с открытым ключом

- Алгоритм делится на две части, D и E, так, что D(E(P)) = P
- D очень сложно получить по E
  - Например, найти простые сомножители огромного числа или дискретный логарифм по заданному модулю
- D (ключ от D) держится в секрете, E выкладывается в открытый доступ
- Если Боб хочет послать Алисе сообщение, он берёт её открытый ключ E_A, шифрует им сообщение P и отправляет Алисе
- Алиса дешифрует сообщение, вычисляя $D_A(E_A(P))$
- У каждого пользователя своя пара ключей
- Алгоритмы: RSA, ElGamal, эллиптические шифры

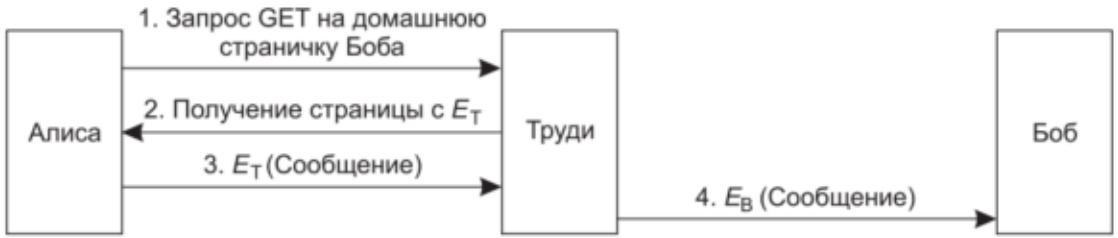
Цифровые подписи



© Э. Таненбаум

- Надо, чтобы $D(E(P)) = P$ (это так для большинства криптосхем)
- Шифровать всё сообщение слишком медленно
- Message Digest-ы — хорошие хеши сообщений
  - MD5, SHA-1, SHA-2, SHA-3
  - MD5 уязвим, SHA-1 уязвим чуть менее
- Подписывается только хеш, это почти так же криптостойко, но в сотни раз быстрее

Сертификаты



© Э. Таненбаум

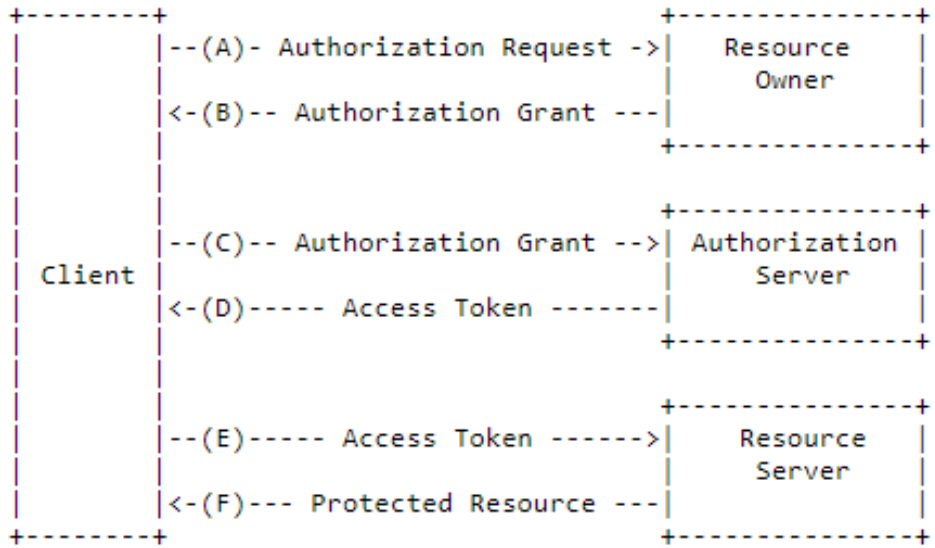
- Сертификат — сообщение, подтверждающее идентичность ключа, подписанное Certificate Authority (стандарт X.509)
- Цепочка сертификатов — CA верхнего уровня подписывает сертификаты CA уровнем ниже, чтобы они могли подписывать сертификаты пользователей
- Корневые сертификаты — сертификаты, которым принято доверять
- Самоподписанные сертификаты — не доверенные, используются для отладки

HTTPS

© Э. Таненбаум

- SSL (Secure Sockets Layer)
- HTTPS — HTTP через SSL

OAuth 2



© RFC 6749

- Позволяет разрешить пользование ресурсом, не раскрывая хозяину ресурса логин и пароль пользователя
  - Логин по аккаунту в Google или аккаунту в VK