Systemy rozproszone | Technologie middleware, cz. II

Łukasz Czekierda, Instytut Informatyki AGH (luke@agh.edu.pl)

1. Przygotowanie do zajęć i weryfikacja środowiska

Co będzie potrzebne:

- Java
- IDE: IntelliJ
- **wireshark** z możliwością przechwytywania pakietów przechodzących przez interfejs loopback
- **kompilator** Protocol Buffers (protoc) i **wtyczka** gRPC do kompilatora protoc
- **nginx**

Weryfikacja czy wszystko jest gotowe na zajęcia:

- Poprawne wykonanie komendy (wersja dla Windows): **protoc.exe -I. --java_out=gen --plugin=protoc-gen-grpc-java=protoc-gen-grpc-java-1.62.2-windows-x86_64.exe --grpc-java_out=gen PLIK.proto** *(może być konieczne wskazanie ścieżki plików .exe)*

2. Wykonanie ćwiczenia

2.1 Wprowadzenie

Prowadzący wprowadza Studentów w temat ćwiczenia sprawdzając równocześnie ich przygotowanie.

2.2 Podstawy protokołu HTTP/2 (i wzmianka o HTTP/3)

1) Włącz **wireshark** (w trybie *non-promiscuous*). Dodaj filtr **ip.addr==149.156.97.0/24.**
2) Używając przeglądarki **Chrome** otwórz stronę **http://www.informatyka.agh.edu.pl**. Dlaczego finalnie został użyty protokół HTTPS? Która ze stron zażądała zmiany i w jaki sposób? (Poszukaj wartości 302 lub 307.) Jeśli przeglądarka jest „mądrzejsza" i od razu próbuje użyć protokołu HTTPS, możesz użyć polecenia **ncat**:

   ncat --crlf www.informatyka.agh.edu.pl 80

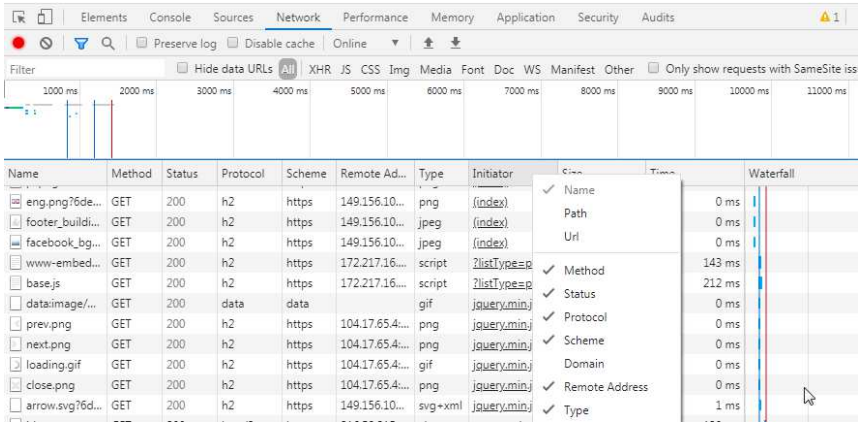
   GET / HTTP/1.1

   Host: www.informatyka.agh.edu.pl

3) Przeanalizuj ustanawianie komunikacji TLS w wireshark: szukaj pola **Client Hello** a w nim **Application Layer Protocol Negotiation**. Co tu jest negocjowane?

```
⊞ Extension: SessionTicket TLS
⊟ Extension: Application Layer Protocol Negotiation
    Type: Application Layer Protocol Negotiation (0x0010)
    Length: 14
    ALPN Extension Length: 12
  ⊟ ALPN Protocol
      ALPN string length: 2
      ALPN Next Protocol: h2
      ALPN string length: 8
      ALPN Next Protocol: http/1.1
⊞ Extension: status_request
```

4) Aktywuj podgląd komunikacji w przeglądarce (**F12)** i włącz prezentację wartości pól zaznaczonych na poniższym zrzucie ekranu (lista aktywna po kliknięciu na wiersz Name-Method…)



5) Ponownie załaduj stronę WWW i sprawdź, która wersja protokołu HTTP jest wykorzystywana.

6) Co oznacza **h3** w kolumnie **Protocol** dla niektórych wywołań?

a) Jeśli go nie widać, postaraj się znaleźć w odpowiedzi (Response headers) jakiegoś serwera (np. google) podobną wartość: **Alt-Svc: h3=":443"; ma=2592000,h3-29=":443"; ma=2592000** Co to oznacza?
b) Obsługa protokołu HTTP/3 wymaga obsługi protokołu QUIC: w Chrome: **chrome://flags/** + „Experimental QUIC protocol".

7) Znajdź dwie strony WWW, dla których obsługi działa protokół HTTP/2 i dwie, dla których jest nadal używane HTTP/1.1. Czy główna strona AGH obsługuje HTTP/2? Użyj np. **https://http2.pro** lub sprawdź sam(a).

2.3 Serializacja Protocol Buffers

1. Zaimportuj wskazany projekt do IDE.
2. Otwórz plik **person.proto** i zapoznaj się z jego zawartością.
3. Skompiluj plik z definicją interfejsu: otwórz okno konsolowe i z poziomu głównego katalogu projektu wydaj polecenie (wersja dla Windows) **protoc.exe -I. --java_out=gen person.proto.** Ze względu na poprawność kompilacji całości projektu, **wykonaj także kompilację opisaną w punktach 2.4.2 i 2.4.12**. Komendy zostały zebrane w pliku **cmds.txt** znajdującym się w głównym katalogu projektu.
4. Zapoznaj się z wygenerowanymi plikami (katalog **gen**).
5. Skompiluj plik ponownie żądając generacji kodu dla wybranych innych języków programowania **(--ruby_out**, **--python_out**, --**cpp_out**, …).
6. Sprawdź zgrubnie czas serializacji pojedynczej przykładowej wiadomości tego typu wykonując w pętli odpowiednio dużą liczbę serializacji – tak, by dało się wyznaczyć czas trwania pojedynczej.
7. Porównaj czas i efektywność (wielkość) serializacji Protocol Buffers (kod w pliku **ProtoSerialization.java**) z domyślną serializacją Java (kod w pliku **JavaSerialization.java**). Która jest szybsza (możesz zwiększyć liczbę wykonań serializacji dla osiągnięcia czasu na poziomie Twojej percepcji)? Która serializuje na mniejszej liczbie bajtów?
8. Użyj aplikacji https://protobuf-decoder.netlify.app/ by zdekodować zakodowaną wiadomość proto. Czego ona **nie** zawiera? (Podobne informacje można uzyskać tak: **protoc --decode_raw <** *plik***.ser**)
9. Zdekoduj zakodowaną wiadomość używając polecenia: **protoc --decode tutorial.Person person.proto <** *plik***.ser** Porównaj rezultaty. Z czego wynikają różnice?
10. Dodaj do definicji **person.proto** nową (dowolną) wiadomość zawierającą sekwencję liczb niecałkowitych (oznaczającą np. wysokość przychodów osoby w ostatnich miesiącach). Użyj słowa kluczowego **repeated**. Ponownie skompiluj i przeprowadź serializację nowej wersji wiadomości zawierającej np. trzy liczby w sekwencji. O ile zwiększyła się długość wiadomości?

2.4 gRPC

1. **Analiza interfejsu.** Zapoznaj się z definicją interfejsu zawartą w pliku **calculator.proto**. Zawiera on nie tylko definicję wiadomości, ale i …
2. **Kompilacja definicji interfejsu.** Skompiluj plik z definicją interfejsu: otwórz okno konsolowe i z poziomu głównego katalogu projektu wydaj polecenie (wersja dla Windows) **protoc.exe -I. --java_out=gen --plugin=protoc-gen-grpc-java=protoc-gen-grpc-java-1.62.2-windows-x86_64.exe --grpc-java_out=gen calculator.proto** (*Ze względu na poprawność kompilacji projektu wykonaj teraz także punkt 2.4.12.*)
3. Jeśli IDE nie realizuje automatycznego odświeżania w razie zmian zawartości projektu na dysku, wymuś jego odświeżenie. Występujące wcześniej błędy kompilacji powinny zniknąć.
4. **Analiza kodu.** Przeanalizuj wygenerowane pliki źródłowe. Zaobserwuj m.in. sposób pozyskania referencji do zdalnej usługi w aplikacji klienckiej oraz różne typy tych referencji. (dla podstawowego kalkulatora – trzy).
5. **Uruchomienie aplikacji.** Uruchom klienta i serwer oraz przetestuj poprawność działania aplikacji.
6. **Analiza komunikacji sieciowej.** Prześledź komunikację pomiędzy klientem i serwerem korzystając z **Wireshark**. Jaki protokół komunikacji jest wykorzystywany? Przed analizą włącz w wireshark odpowiednie dekodowanie pakietów tego protokołu (**decode as…)** Nie chcąc analizować potwierdzeń TCP możesz do filtra dodać warunek **http2**. Jeśli komunikacja nie będzie prezentowana jako komunikacja gRPC, w Edytuj | Preferencje | Protokoły aktywuj gRPC.
7. **Analiza komunikacji sieciowej.** Używając Wireshark sprawdź jaki typ danych jest użyty do zapisania liczb stanowiących argumenty i wynik wywołania procedur **add1** i **add2**. Ile bajtów zajmuje każda z tych wartości?
8. **Wywołania nieblokujące.** Prześledź i przetestuj nieblokującą obsługę długotrwałych wywołań (**nonblock-add** i **future-add**).
9. **Mechanizm deadline.** Prześledź wywołania **add-deadline1** oraz **add-deadline2.** Czy jest to mechanizm kliencki czy serwerowy (jeśli serwerowy, to w którym miejscu w wiadomości jest przesyłana zadana wartość)?
10. **Rozbudowa interfejsu.** Do interfejsu **Calculator** dodaj nową operację mnożącą **N** liczb i zwracającą ich iloczyn. Zaimplementuj ją i przetestuj działanie aplikacji. Może warto przewidzieć zgłoszenie jakiegoś błędu?

11. **Podejście obiektowe czy usługowe?** Zaobserwuj (testując), czy jest możliwe udostępnienie dla zdalnych wywołań kilku usług implementujących a) ten sam b) różne interfejsy IDL naraz - rozbudowując serwer by obsługiwał kolejną usługę przez dodanie w jego kodzie kolejnego **.addService**. Jak to było w Ice?
12. **Kompilacja definicji interfejsu.** Zapoznaj się z zawartością pliku **streaming.proto** i skompiluj go analogicznie jak poprzednio.
13. **Strumieniowanie przez serwer (*server-side*).** Wywołaj operację **generatePrimeNumbers** (**gen-prime**) - zaobserwuj strumieniowanie. Narysuj diagram interakcji HTTP/2 pomiędzy klientem i serwerem. Czy to podejście ułatwia prowadzenie komunikacji w środowiskach gdzie klient jest „za NATem"? W jaki sposób (wireshark) jest sygnalizowane zakończenie wywołania strumieniowego?
14. **Strumieniowanie przez klienta (*client-side*).** Wywołaj operację **countPrimeNumbers** (**count-prime**)- zaobserwuj strumieniowanie. Narysuj diagram interakcji HTTP/2 pomiędzy klientem i serwerem. Czy to podejście ułatwia prowadzenie komunikacji w środowiskach gdzie klient jest „za NATem"?
15. **Równoległość wywołań.** Zaobserwuj (wireshark) jaki mechanizm protokołu HTTP/2 wykorzystuje gRPC do multipleksacji żądań. W tym celu zainicjuj wiele wywołań wykonujących się (niemal) równocześnie (oczywiście przez tego samego klienta). Najlepiej będzie użyć długotrwałych wywołań nieblokujących.
16. **Ping.** Prześledź która ze stron i kiedy wysyła pakiety PING (HTTP2). Po co są one wysyłane? W razie chęci zmiany tego zachowania spójrz tu: https://grpc.github.io/grpc/cpp/md_doc_keepalive.html oraz tu: https://github.com/grpc/grpc-java/issues/7237. Zmiana parametrów po stronie serwera wymaga wcześniejszej wymiany **ServerBuilder** na **NettyServerBuilder**.
17. **Reverse proxy**. Uruchom **ningx** (maszyna wirtualna SR: katalog **c:\Program Files\util**) z opcją **-c** wskazując plik **grpc1.conf** (→UPEL). Uruchom dwie (równoczesne) instancje serwera gRPC zgodnie z konfiguracją (numery portów) zawartą w tym pliku. (Aby w IntelliJ uruchomić więcej niż jedną instancję procesu naraz: Run | Edit configurations | *aplikacja* | More Options | Allow multiple instances.) Zmodyfikuj konfigurację klienta gRPC by komunikował się z serwerami za pośrednictwem *reverse proxy*. Przetestuj obserwując równoważenie obciążenia. Czy wywołania strumieniowe są poprawnie obsługiwane?
18. **Analiza ruchu sieciowego.** Pliki **grpc-1.pcapng** i **grpc-2.pcapng** zawierają zapis przykładowej komunikacji. Prześledź interesujące Cię aspekty komunikacji. Ciekawsze rzeczy to:
    - identyfikatory strumieni HTTP/2
    - różne typy ramek HTTP/2
    - opóźnienie wywołania np. Add (różnica czasu pomiędzy żądaniem a odpowiedzią) w grpc-1.pcapng
    - wywołanie z określonym i przekroczonym deadline (100 ms) (strumień #11 w grpc-1.pcapng) – gdzie ta wartość 100 ms została podana?
    - wywołanie strumieniowe strony serwerowej (strumień #3 w grpc-2.pcapng). Skąd klient wie, że strumień się zakończył?
    - wywołanie strumieniowe strony klienckiej (strumień #5 w grpc-2.pcapng). Skąd serwer wie, że strumień się zakończył?