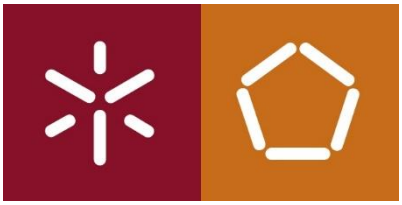
Comunicação por Computador



Trabalho prático nº2

24 de maio de 2020

Grupo nº 4

Filipa Alves dos Santos (A83631)

Guilherme Pereira Martins (A70782)

Luís Miguel Arieira Ramos (A83930)

Rui Alves dos Santos (A67656)




Mestrado Integrado em Engenharia Informática

Universidade do Minho

Índice de conteúdos

1. Introdução

Neste 2º trabalho prático, no âmbito da disciplina de Comunicações por Computador, foi-nos dado como desafio criar uma rede de anonimização, com o objetivo de garantir a privacidade e segurança dos utilizadores.

Resumindo o cenário descrito no enunciado, é pretendido criar uma rede de AnonGws, isto é, um conjunto de Gateways de Transporte que estabeleça a conexão de um Cliente com um certo TargetServer. O Cliente liga-se ao primeiro AnonGw através de uma conexão TCP, que depois comunica com um segundo AnonGW através um túnel UDP. Finalmente, este último estabelece outra conexão TCP com o TargetServer.

Para além disso, também foram pedidos alguns requerimentos mínimos. O programa tem que garantir a entrega ordenada dos pacotes, isto é, devem ser enviados na mesma ordem que foram recebidos. Também temos de assegurar a confidencialidade, com qualquer tipo de encriptação, e a integridade dos dados transportados, que se garante através de verificações de que os pacotes se mantiveram inalterados. Por fim, é pedido que várias conexões possam ser estabelecidas em simultâneo, isto é, uma multiplexagem de clientes.

No resto deste relatório, iremos explicar o modo de como construímos o nosso programa, abordando a sua arquitetura, o nosso raciocínio na conexão UDP, uma descrição da implementação feita, os testes realizados e, por fim, os resultados obtidos.

2. Arquitetura da solução

Para explicarmos a arquitetura da nossa solução, achamos adequado criar 2 esquemas que ilustram o nosso raciocínio no desenvolvimento deste programa:

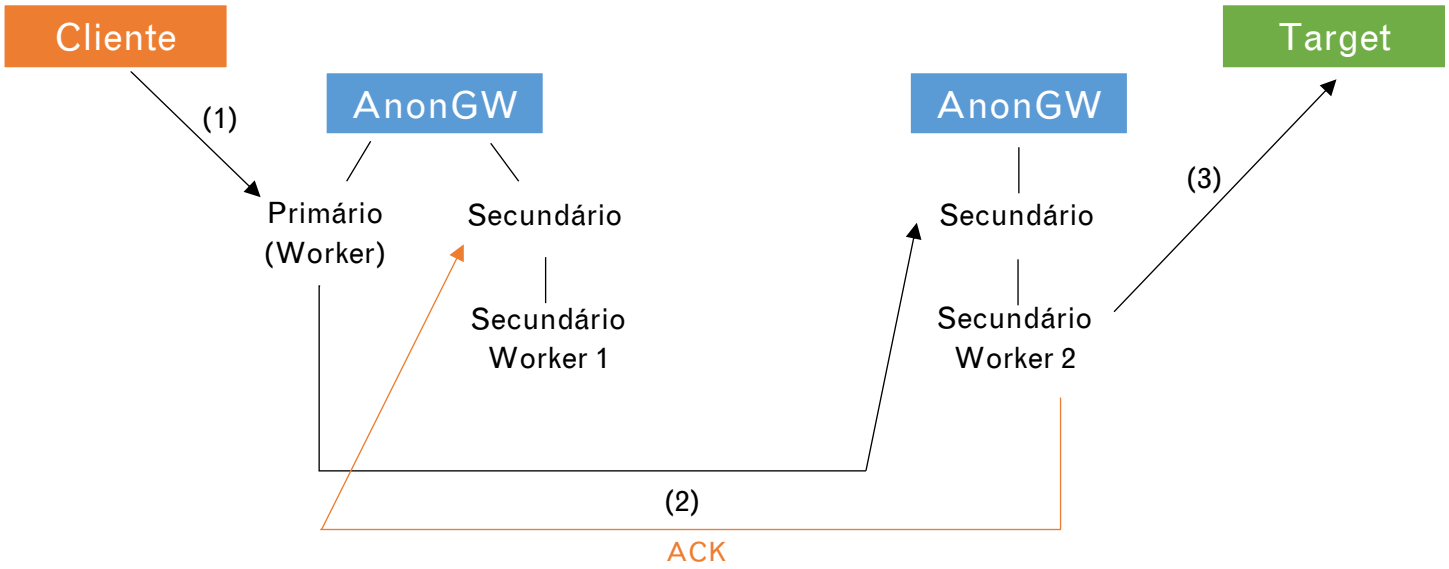


Figura 1 - Envio do comando até ao Target

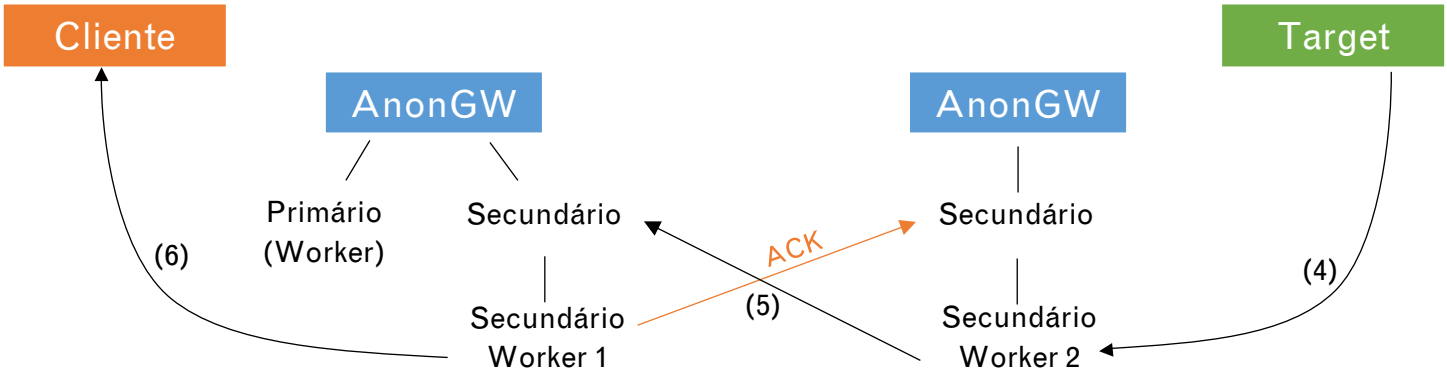


Figura 2 - Envio do ficheiro até ao Cliente

Iremos agora detalhar cada uma das ligações mostradas nas figuras acima:

(1) É a primeira conexão a ser feita. A conexão é estabelecida pelo Primário, que ouve TCP, e de seguida cria um worker para essa sessão;

(2) PrimarioWorker vai estar sempre a enviar PDUs para o peer, que são ouvidas pelo Secundário. Por cada um, cria um novo SecundarioWorker2 (as necessárias para receber a informação toda) e recebe um ACK de confirmação, antes de mandar a seguinte;

(3) O pacote é redirecionado para o TargetServer. Se for o último pacote, abre a conexão TCP para receber a resposta;

(4) O TargetServer passa o conteúdo requisitado pelo cliente para o SecundarioWorker2, via TCP. A resposta é transformada em PDUs;

(5) Secundário Worker 2 vai estar sempre a mandar PDUs para o AnonGw original, que são ouvidas pelo Secundário, que cria um SecundarioWorker1, um para cada PDU. Novamente, repete o ciclo até enviar o conteúdo todo e recebe um ACK de confirmação para cada PDU, antes de mandar o seguinte;

(6) O pacote é redirecionado para o Cliente por TCP.

3. Especificação do protocolo UDP

O formato final das nossas mensagens PDUs ficou de acordo com a figura seguinte:

```
public  class PDU implements java.io.Serializable {
    int dados;
    int last;
    int uniqueid;
    int port;
    InetAddress targetIp;
    InetAddress originalIp;
    InetAddress peerIp;
    int ack;
    int pos;
    byte[] data = new byte[869]  ;
```

Figura 3 - Classe PDU

Iremos agora especificar cada uma das variáveis da classe:

- **dados:** inteiro que identifica quando estamos a transferir dados (1 - true) ou quando se trata de um pedido (0 - false);
- **last:** inteiro que identifica se é a última PDU (1 - true) ou não (0 - false);
- **uniqueid:** identificador único que cada sessão tem (facilitar na multiplexagem, evitar mistura de pdus de sessões diferentes). É um inteiro gerado aleatoriamente;
- **port:** porta do TCP do TargetServer;
- **targetIp:** endereço IP do TargetServer;
- **originalIp:** endereço IP do AnonGw que se conecta ao Cliente;
- **peerIp:** endereço IP do AnonGw peer;
- **ack:** inteiro que indica se se trata de um ACK (1 - true) ou não (0 - false);
- **pos:** inteiro correspondente à posição/ordem do pacote;
- **data:** array de bytes com o conteúdo do pacote;

4. Implementação

Para explicarmos a nossa implementação, vamos começar com um raciocínio geral que tivemos ao construir a nossa solução.

De modo a podermos lidar com multiplexagem, criámos 2 threads principais no nosso programa:

- Primário (que ouve TCP)
- Secundário (que ouve UDP)

Estas threads serão apenas listeners e sempre que recebem uma ligação apenas criam uma nova thread worker e, de seguida, voltam de novo a ouvir. De modo a simplificar a explicação iremos considerar apenas 1 cliente, 1 target e 2 anonGWs (anon1 e anon2).

Cliente - Anon1

O cliente irá efetuar um pedido ao anon1, que já tem o target pretendido. O Primário ouve este pedido, gera um identificador único e guarda num hashmap global ao anonGW tanto o id como o socket. Por último, cria uma nova thread de PrimarioWorker1.

Anon 1 - Anon2

O PrimarioWorker1 irá ser responsável por ler todo o conteúdo da conexão TCP, transformá-la em PDUs e enviá-las para o anon2. Este processo é iniciado por introduzir na hashmap de Pedidos um value de -1 com a key o nosso identificador. De seguida, a primeira PDU é enviada (já encriptada) para o anon2, ficando de seguida à espera do ACK correspondente (neste caso, consultando a tabela). O ACK é recebido pelo Secundário (visto ser UDP) que vai apenas atualizar o hashmap de pedidos, desbloqueando assim o ciclo descrito acima e permitindo que este envie o próximo PDU.

Anon 2 – Target

O anon2 vai receber PDUs por UDP. Ao receber uma, cria uma nova thread de SecundarioWorker2. Este será responsável por falar com o TargetServer e enviar de volta a resposta para o anon1. Por cada PDU recebida no anon2, o SecundarioWorker2 correspondente irá desencriptar o conteúdo, enviar o mesmo para o target server e enviar um ACK, descrito no parágrafo anterior, de volta.

Target – Anon 2

Caso o PDU recebido esteja marcado como último, este será o SecundarioWorker2 responsável por receber a resposta do TargetServer. A mesma será transformada em PDUs.

Anon2 - Anon1

Já com as PDUs prontas, iremos agora introduzir na hashmap de dados o valor -1 cuja key é o nosso identificador, enviando de seguida o primeiro PDU. Da mesma maneira que funcionavam os primeiros ACKs, iremos ficar à espera do ACK de confirmação enviado pelo anon1. Fazemos isto através da consulta da tabela, que vai ser alterada pelo nosso Secundário, aquando da receção do mesmo.

Anon 1 – Cliente

Por cada pacote que o anon1 receber, irá criar uma thread de SecundárioWorker1, sendo que os pacotes vêm marcados como dados. O SecundarioWorker1 irá apenas enviar o conteúdo da PDU para o Cliente, bem como um ACk de volta ao Anon2. De modo a saber qual o Cliente certo, iremos consultar o Socket na Hasmap criada inicialmente.

No final da conexão, as 3 hashmaps são limpas, de modo a não guardar qualquer tipo de log.

Iremos agora resumir como tratamos de satisfazer os requerimentos pedidos no enunciado:

- **Confidencialidade:** todos os PDUs são encriptados antes de ser enviados, através de uma encriptação simétrica, em que todos os anonGW sabem a key;
- **Anonimato:** a anonimização é garantida sendo que apenas o anon1 é que conhece o Cliente. O anon2 não recebe informações sobre o Cliente e, como consequência, o TargetServer também nunca conhecerá o Cliente que fez o pedido;
- **Multiplexagem:** com temos apenas listeneres e workers, garantimos que não perdemos informação. Usando o identificador único, certificamo-nos de que não há pacotes a ser enviados para o sítio errado;
- **Entrega ordenada:** Esperamos sempre por um ACK de confirmação antes de enviar o próximo, garantido a ordem de entrega das PDUs.

Em termos de bibliotecas usadas, para além das que são utilizadas normalmente num projeto Java, como as util, net e io, também utilizamos a javax.crypto para a encriptação que escolhemos.

NOTA: Na função pacotify do SecundarioWorker2, tivemos que adicionar um sleep de 2 segundos (e mais 0.1 por iteração) para funcionar na VM fornecida pelos docentes, caso contrário seria demasiado rápido para a máquina. No entanto, na VM que utilizamos, não houve necessidade de tal alteração.

5. Testes e resultados

Para garantirmos a qualidade da nossa solução, testamos transferir ficheiros de diversos formatos. Após algumas iterações e alterações ao código, conseguimos pôr o programa a funcionar independentemente do ficheiro, como pdf, mp3, txt e xml. Também efetuamos testes com 2 clientes para testar a implementação da multiplexagem e verificamos que tudo resultou como esperado.

Na figura seguinte, temos o exemplo de um ficheiro mp3 a ser entregue ao Cliente, com 2 anonGws:

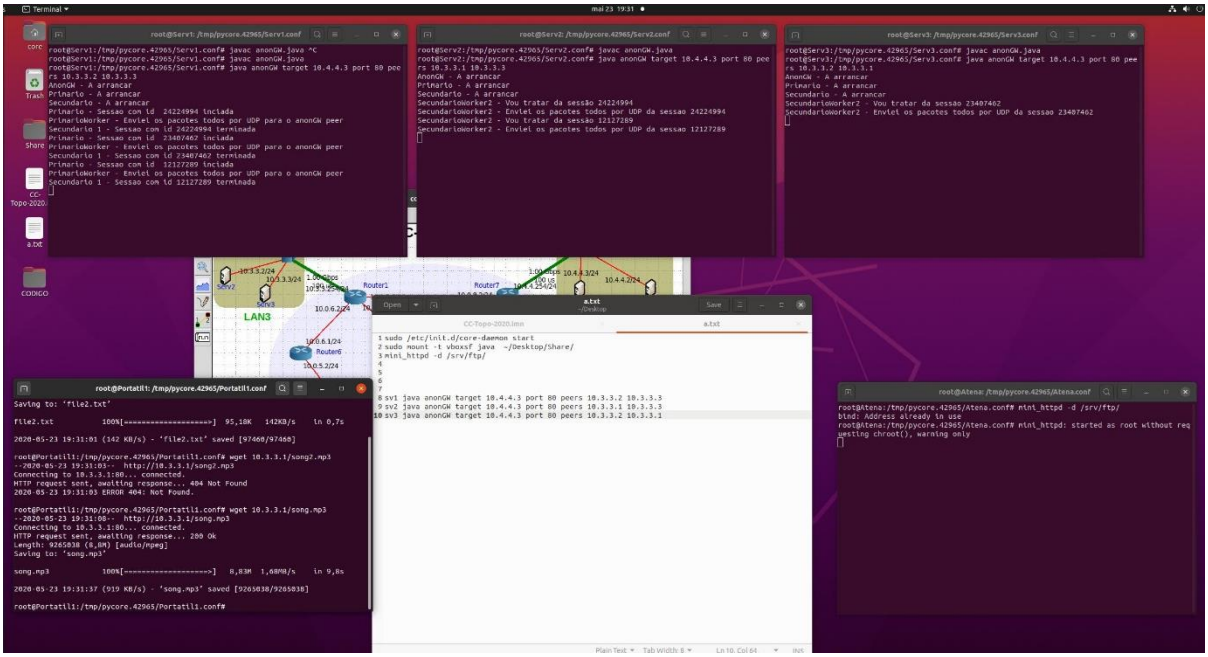


Figura 4 - Programa a ser executado

6. Conclusões

Podemos concluir que saímos satisfeitos deste último trabalho prático pois consideramos que cumprimos todos os objetivos pedidos no enunciado. Garantimos multiplexagem, entregas ordenadas do pacote, anonimato do cliente e confidencialidade. O único aspeto a melhorar seria o controlo de perdas pois, como o trabalho se encontra no momento, se um pacote for perdido, não há nenhum mecanismo para o reenviar.

O grupo considera que saiu deste trabalho com um conhecimento mais aprofundado relativamente a redes Overlay, AnonGws e sobre a implementação de um protocolo UDP. Pôr em prática esta matéria, que já tinha sido abordada antes em Redes de Computadores e nesta mesma unidade curricular, irá facilitar qualquer trabalho futuro que tenhamos sobre estes assuntos.