

Computer Networks

29th of January 2010

-
- This exam consists of 7 questions with subquestions. Every subquestion counts for 10 points.
 - Mark every page with name and student number.
 - Use of books, or additional course material is prohibited. You may use a calculator..
 - Always explain your answers. At the same time, keep your answers short and to the point. Do not use pencil or red ink.
 - The exam comes both in English and in Dutch. Answers can be in any of these languages.
-

English

1. Yes or no.

Please answer yes or no to the following questions. The full question is worth 10 points: you are awarded 1 point for each correctly answered subquestion. However, each wrongly answered question results in -1 point. Don't answer at random since this will decrease your score. Concentrate on the questions you can answer with certainty.

- i. Stop-and-wait flow control allows multiple blocks of data to be in transit on the line at one time.
- ii. Go-back-n is an implementation of sliding window flow control.
- iii. From the standpoint of link utilization, packet switching is a very efficient way to transmit data.
- iv. Wifi (802.11) does not use CSMA/CD, but rather CSMA/CA. Nevertheless, it still detects collisions.
- v. CDMA only works if the chipping sequences of all subparties are orthogonal, i.e., the exclusive OR for each pair of chipping sequences should be 0.
- vi. CSMA/CD demands that a station has to wait a random time in case of collision before trying a new transmission
- vii. Ethernet networks are used in applications where delays must be predictable and where applications require a robust network operation
- viii. The CSMA/CD protocol has many nice properties, but is not designed to provide fair access to the shared channel so that all the stations get a chance to use the network
- ix. Distance vector routing algorithms scale better than link state routing algorithms (e.g., they can handle many nodes).
- x. Without caching in the Domain Name System, every name lookup has to be sent to a root server.

2. Reference models.

Central to the study of networks is the layered model. In this class we have at least two layered models that we work with. They are the OSI model and the IP model (or Kurose/Ross model) that structures our text book. Sketch these two models. For the OSI model, describe the function of the layers with one sentence for each layer.

3. **Delay.** What are the four causes, or components, of delay in a packet switched network? More interestingly perhaps, what can be done to reduce each of these components?
4. **Sockets.** Consider the following Java Code:

```

1: public class TCPServer {
2:     public static void main(String argv[]) throws Exception {
3:         String clientSentence;
4:         String capitalizedSentence;
5:         ServerSocket welcomeSocket = new ServerSocket(6789);
6:         while(true) {
7:             Socket connectionSocket = ... ;
8:             BufferedReader inFromClient = new BufferedReader(
9:                 new InputStreamReader(connectionSocket.getInputStream()));
10:            DataOutputStream outToClient = new DataOutputStream(
11:                connectionSocket.getOutputStream());
12:            clientSentence = inFromClient.readLine();
13:            capitalizedSentence = clientSentence.toUpperCase() + '\n';
14:            outToClient.writeBytes(capitalizedSentence);
15:        }
16:    }
17: }

```

(a) Subquestion (i): Line (7) needs to be completed. Should it read:

- (a) `new Socket("hostname", portnumber)`,
- (b) `new DatagramSocket()`, or
- (c) `welcomeSocket.accept()`

Subquestion (ii): can this server handle multiple connections at the same time? Explain.

(b) Assume that 3 different machines connect to the server (sequentially). As a result, how many Socket objects will be created by the server, and how many TCP ports will be assigned to the server (not including the already assigned port 6789)?

5. TCP.

The year is 2038 and we have finally established a permanent base on Mars. It is a remote place (it takes 20 minutes to send a signal from Earth to Mars and back) with little to do, so the colonists spend a lot of time downloading movies to fill their days. For this purpose, they use a fast Terabit/s¹ radio link to VideoLand on earth. On this link they use good old TCP (which is so good, it will never die).

- (a) How large should the TCP receiver window be to achieve a Terabit per second (assuming ideal conditions)?
- (b) Unfortunately, cosmic rays, asteroids and E.T. interference create high error rates. One in every 32 segments is badly corrupted. Assume that the initial threshold is 64 MSS. → Will the TCP connection ever get out of slowstart? Explain.
- (c) Assume that *exactly* every 32th segment is zapped by aliens. Also assume that the TCP header, the IP header, and the link layer header are all 20 bytes long. All segments that carry data have a length of 10060 bytes (10K + 60 bytes headers). (i) How much *data* will be transmitted and received before the first error occurs (assuming the connection is not yet set up initially)? (ii) How long will this take?
- (d) **Back on earth...** Consider Figure 1, which shows the plot of TCP window size as a function of time for two TCP connections A and B. In this problem we will suppose that both TCP senders are sending large files. We also assume that the packet loss events are independent in connection A and B.

Considering the above values of the congestion window (CongWin) for these connections, can we identify for A and B whether they use fast recovery or not? Explain.

- (e) What are the values of the Threshold parameter between the 1st and the 14th transmission rounds for each connection? (If you cannot determine the threshold, explain why not.)
- (f) At the 12th transmission round for connection A, is segment loss detected by a triple duplicate ACK or by timeout? Justify your answer.
- (g) Draw (on the Figure) the CongWin values of both connections up to the 20th transmission round, considering that there is neither timeout nor duplicate ACK for any of the connections.

6. Mobile IP.

¹1000 gigabit/s

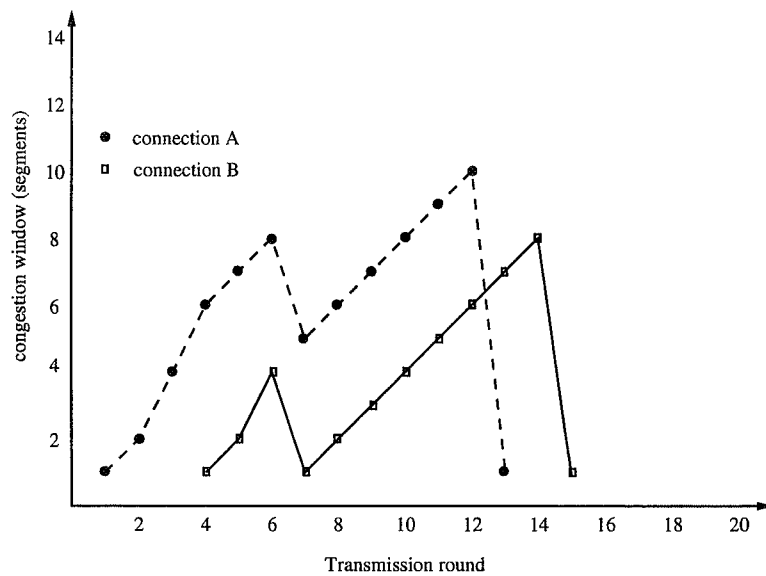


Figure 1: Evolution of TCP's congestion windows for two connections A and B

- (a) In mobile IP with indirect routing, will the end-to-end delays of datagrams increase? Justify your answer. What if direct routing is used?
- (b) What are the advantages and disadvantages of direct routing over indirect routing?

7. The question.

Give an interesting question of your own about the course material (*and* include the answer). 'Knowledge' questions (questions that aim at reproducing some material from the course material directly) may give you 5 points (max), while 'insight' questions may give you a maximum of 10 points (max). In both cases, the answers have to be correct,

Nederlands

1. Ja of nee.

Antwoord ja of nee op de volgende vragen. Je kunt 10 punten krijgen voor de hele vraag. Elke goed beantwoorde subvraag is 1 punt. Elke fout beantwoorde subvraag leidt tot 1 punt aftrek.

- i. Stop-and-wait flow control laat toe dat meerdere data blokken tegelijk onderweg zijn.
- ii. Go-back-n is een implementatie van sliding window flow control.
- iii. Wat betreft 'link utilization' (het benutten van de capaciteit van een link), is packet switching een heel efficiënte manier om data te versturen.
- iv. Wifi (802.11) gebruikt geen CSMA/CD maar CSMA/CA. Toch wordt er in het protocol wel aan collision detection gedaan.
- v. CDMA werkt enkel als de chipping sequences van alle partijen orthogonaal zijn, d.w.z. dat de exclusive OR van elk paar chipping sequences gelijk moet zijn aan 0.
- vi. CSMA/CD vereist dat een computer in geval van een collision een random tijd wacht voordat hij opnieuw probeert te zenden.
- vii. Ethernet networks worden o.a. gebruikt voor applicaties waar delays voorspelbaar moeten zijn en waar applicaties een robuust netwerk nodig hebben.
- viii. Het CSMA/CD protocol heeft vele mooie eigenschappen, maar het is niet ontworpen om eerlijk (fair) toegang te geven tot het medium, zodat alle partijen de kans krijgen om het netwerk te gebruiken.
- ix. Distance vector routing algorithmes schalen beter dan link state routing algorithmes (zij kunnen bijv. heel veel nodes aan).
- x. Zonder caching in het Domain Name System zou elke name lookup naar een root server gestuurd moeten worden.

2. Reference models.

Het gelaagde model is centraal voor het bestuderen van computer netwerken. We hebben 2 modellen gezien: het OSI model en het IP (of Kurose/Ross) model. Voor het OSI model, beschrijf in max. 1 zin wat elke laag doet.

3. Delay.

Wat zijn de 4 componenten van delay? Belangrijker misschien: wat kan voor elk van deze componenten gedaan worden om hem te reduceren?

4. Sockets. Zie de Java Code hieronder:

```
1: public class TCPServer {
2:     public static void main(String argv[]) throws Exception {
3:         String clientSentence;
4:         String capitalizedSentence;
5:         ServerSocket welcomeSocket = new ServerSocket(6789);
6:         while(true) {
7:             Socket connectionSocket = ...
8:             BufferedReader inFromClient = new BufferedReader(
9:                 new InputStreamReader(connectionSocket.getInputStream()));
10:            DataOutputStream outToClient = new DataOutputStream(
11:                connectionSocket.getOutputStream());
12:            clientSentence = inFromClient.readLine();
13:            capitalizedSentence = clientSentence.toUpperCase() + '\n';
14:            outToClient.writeBytes(capitalizedSentence);
15:        }
16:    }
17: }
```

- (a) Subvraag (i): Line (7) moet worden aangevuld. Wat moet op de plaats van de ... staan?
(a) new Socket("hostname", portnumber),

- (b) `new DatagramSocket()`,
- (c) `welcomeSocket.accept()`

Subvraag (ii): kan deze server meerdere connecties tegelijkertijd aan? Leg uit.

- (b) Ga er vanuit dat 3 machines een connectie opzetten naar de server (sequentieel). Als gevolg daarvan, hoeveel nieuwe Socket objecten worden er aangemaakt door de server? Hoeveel nieuwe TCP ports worden toegewezen (de al toegewezen port 6789 niet meetellend)?

5. TCP.

Het is het jaar 2038 en er wonen eindelijk mensen op Mars. Ze vervelen zich en downloaden de hele dag video's van moeder aarde. De tijd die die een signaal van Mars naar de aarde en terug onderweg is, bedraagt 20 minuten. Voor de download wordt gebruik gemaakt van TCP op een snel netwerk van 1 Terabit/s.

- (a) Hoe groot moet de TCP receiver window zijn om een Tbps te halen (ga uit van ideale omstandigheden)?
- (b) Helaas zorgen kosmische stralen, asteroiden en aliens voor interference. Een op de 32 segmenten is zwaar beschadigd. De originele threshold is 64 MSS. →Komt de TCP verbinding ooit uit de slowstart fase? Leg uit.
- (c) Stel dat precies elk 32ste segment wordt beschadigd door aliens. Neem aan dat de TCP, IP en Link Layer headers allemaal 20B lang zijn. Alle segmenten die data bevatten zijn 10060 bytes lang (10000 bytes + de headers). (i) Hoeveel data zal zijn verzonden op het moment dat de eerste error plaatsvindt (er vanuitgaande dat de verbinding initieel nog niet was opgezet). (ii) hoe lang duurt dit?
- (d) **Terug op de aarde...** Zie de evolutie van congestion windows over tijd in Figure 1 voor 2 TCP connecties A and B. We nemen aan de beide TCP zenders grote files versturen en dat de packet losses van de beide verbindingen onafhankelijk zijn.
Gezien de waarden van de congestion windows (CongWin), kunnen we bepalen of A en B fast recovery gebruiken? Leg uit.
- (e) Wat zijn de waarden van de threshold parameter tussen de 1e en 14e transmission ronde? (Als je die niet kunt bepalen, leg dan uit waarom niet.)
- (f) Een segment loss wordt gedetecteerd voor verbinding A bij ronde 12. Is deze het gevolg van een timeout of een triple duplicate ACK? Waarom?
- (g) Teken (op de Figure) de CongWin waarden van beide verbindingen t/m de 20ste ronde (er is in deze periode geen timeout of triple duplicate ack voor deze verbindingen).

6. Mobile IP.

- (a) In mobile IP met indirect routing, zullen de end-to-end delays van datagrams toenemen? Waarom? En als direct routing wordt gebruikt?
- (b) Wat zijn de voordelen en nadelen van direct routing t.o.v. indirect routing?

7. Eigen vraag.

Bedenk zelf een interessante en originele vraag over het cursusmateriaal (en geef ook het antwoord). Kennisvragen leveren maximaal 5 punten op. Inzichtvragen 10. In beide gevallen moet het antwoord correct zijn.