



Tentamen
Datakommunikation I (DVGB02)
10 juni 2021, kl. 08:15 – 13:00

Karl-Johan Grinnemo

-
1. Förklara skillnaden mellan OSI:s och TCP/IP:s referensmodeller för datakommunikationssystem? (4p)

Lösningsförslag:

Av svaret bör framgå att OSI:s referensmodell har 7 lager medan TCP/IP:s referensmodell har endast fyra (fem enl. lärobok), och att TCP/IP:s referensmodell ej har sessions- och presentationsskikt. I övrigt kan man nämna att OSI:s länklager egentligen är ett nätverksaccesslager som snarare definierar gränssnittet mot länklager/fysiskt lager, samt att TCP/IP:s referensmodell, till skillnad mot OSI:s, är en efterkonstruktion och inte är standardiserad.

2. Förklara sambandet mellan begreppen *protokoll* (protocol), *tjänster* (services) och *primitiver* (primitives) (3p)

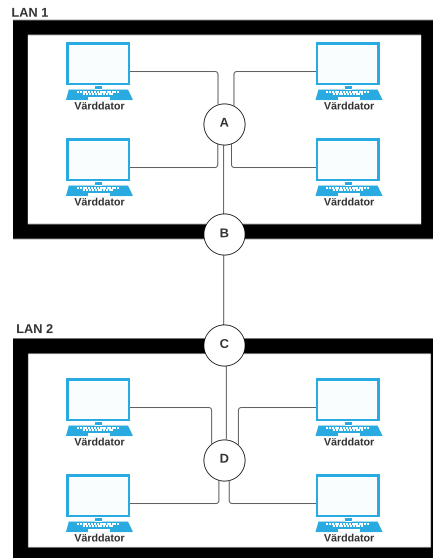
Lösningsförslag:

En tjänst är i princip ett antal primitiver (operationer) som ett underliggande lager erbjuder ett överliggande lager, men som inte säger något om hur dessa primitiver är implementerade. En tjänst kan implementeras av ett eller flera protokoll som beskriver ett eller flera regelverk (samling regler) som måste följas mellan motsvarande lager på sänd- respektive mottagarsidan, samt formaten på de paket som utväxlas.

3. Förklara skillnaden mellan ett *kretskopplat* (circuit switched) och ett *paketförmedlande* (packet switched) nät. Exemplifiera skillnaden med taltrafik och hur den överförs i ett kretskopplat respektive paketförmedlat nät. (3p)

Lösningförslag:

I ett kretskopplat nätverk skapas en fysisk förbindelse från mottagaren till sändaren. Det innebär att det finns en transmissionskanal från mottagaren till sändaren. Fast telefoni (POTS) var kretskopplat; man upprättade en förbindelse, överförde taltrafiken – utan fördröjning i nätet, och slutligen kopplade ned förbindelsen. I paketförmedlande nät så skapas ingen fysisk förbindelse mellan mottagare till sändare; nätverkets bandbredd blir endast upptagen när datapaket sänds. Om taltrafik sänds över ett paketförmedlande nät så kommer den uppleva fördröjning eftersom paketen tillfälligt lagras i alla routrar (store and forward). Vidare kan ordningsföljden mellan paket ej garanteras i ett paketförmedlande nät, så troligen kommer vissa paket i taltrafiken behöva kastas p.g.a. att de anländer mottagaren i oordning.



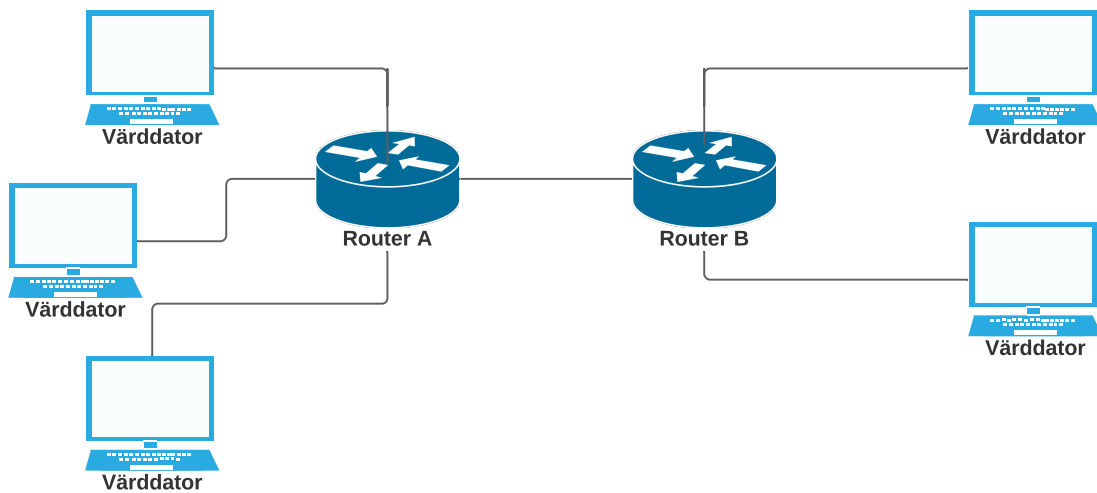
4. I figuren ovan visas ett antal värddatorer (hosts) som förbinds av ett antal länkar och noder. Ange för respektive nod vilken typ av nätelement – *router*, *switch* eller *hub* – som bör kopplas in på respektive nods plats i det visade nätet. Motivera dina val. (4p)

Lösningförslag:

Noderna A och D bör vara switchar eftersom de sammankopplar värddatorer i samma LAN, med samma nätidentitet (network ID). Däremot, noderna B och C bör vara routrar eftersom de kopplar samman två olika LAN, med olika nätidentitet. Hubar bör om möjligt undvikas eftersom de inte begränsar kollisionssdomänerna till enskilda länkar utan låter hela LAN:et vara en och samma kollisionssdomän.

Subnät A: 129.16.0.0/26

Subnät B: 129.16.0.64/26



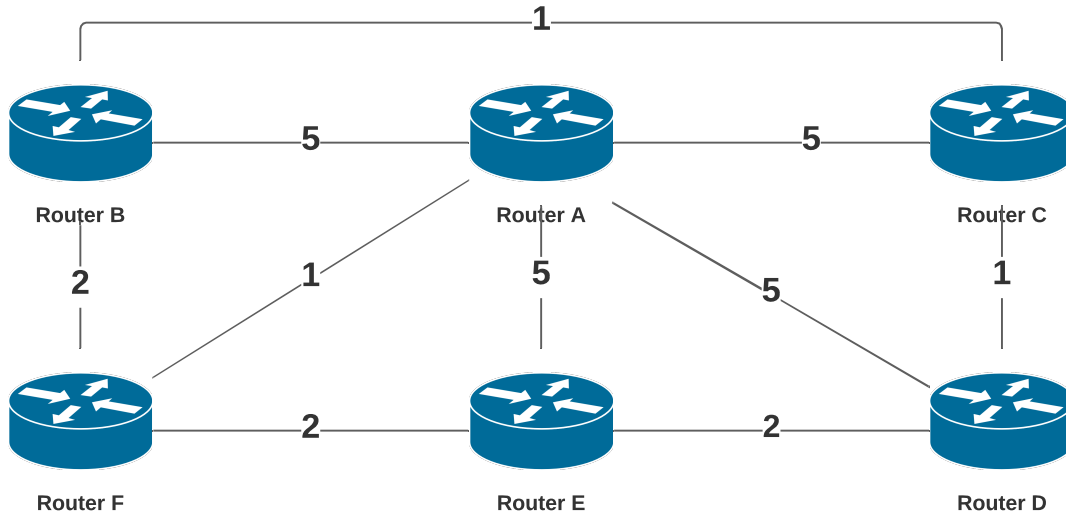
5. Betrakta nätverket i figuren ovan som består av två subnät sammankopplade via routrarna A och B.
- Som visas i figuren har enheter i subnät A tilldelats CIDR-adresserna 129.16.0.0/26 och subnät B CIDR-adresserna 129.16.0.64/26. Hur många enheter kan respektive subnät innehålla? (2p)
 - Antag att man vid ett senare tillfälle vill dela upp subnät B i två subnät. Det ena subnätet ska kunna innehålla 30 enheter och det andra subnätet 10 enheter. Hur skulle detta kunna genomföras utan att slösa med IP-adresser. (2p)
 - Ange innehållet i Router A:s och Router B:s forwarding-tabeller så att IP-paket kan skickas mellan godtyckliga värddatorer i nätverket. (6p)

Lösningsförslag:

- Ett /26-nät kan innehålla $2^{32-26} - 2 = 62$ enheter.
- Det ena subnätet kan vara 129.16.0.64/27 (30 enheter) och det andra subnätet 129.16.0.96/28 (14 enheter).
- Forwarding-tabeller i Router A och Router B.

Destination	Mask	Nästa Hopp
129.16.0.0	255.255.255.192	Direkt
129.16.0.64	255.255.255.192	Router B

Destination	Mask	Nästa Hopp
129.16.0.0	255.255.255.192	Router A
129.16.0.64	255.255.255.192	Direkt

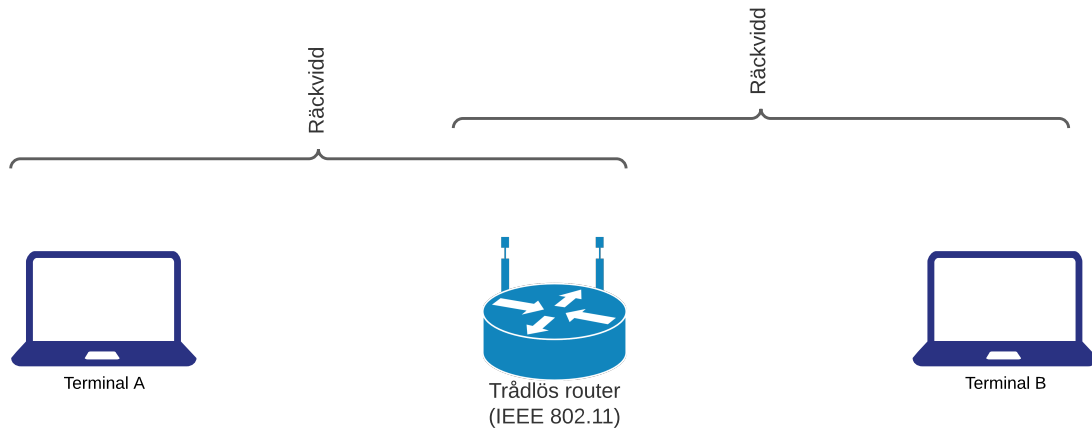


6. Visa genom att fylla i nedanstående tabell hur Dijkstras algorithm beräknar den kortaste vägen mellan router A och övriga routrar i ovan nät. Länkkostnaderna anges på respektive länk. (3p)

Iteration	List	D_{AB}	Path	D_{AC}	Path	D_{AD}	Path	D_{AE}	Path	D_{AF}	Path
1	{A}	5	A-B	5	A-C	5	A-D	5	A-E	1	A-F
2											
3											
4											
5											
6											

Lösningsförslag:

Iteration	List	D_{AB}	Path	D_{AC}	Path	D_{AD}	Path	D_{AE}	Path	D_{AF}	Path
1	{A}	5	A-B	5	A-C	5	A-D	5	A-E	1	A-F
2	{AF}	3	A-F-B	5	A-C	5	A-D	3	A-F-E		
3	{AFB}			4	A-F-B-C	5	A-D	3	A-F-E		
4	{AFBE}			4	A-F-B-C	5	A-D				
5	{AFBEC}					5	A-D				
6	{AFBECD}										



7. Betrakta ovan WLAN-nät (IEEE 802.11). Två trådlösa terminaler A och B är uppkopplade mot det trådlösa nätet i *infrastructure mode*. De befinner sig inte inom varandras räckvidd.
- När någon av terminalerna A och B vill initiera en uppkoppling så skickar den aktuella terminalen ett RTS-meddelande till den trådlösa routern som besvarar detta meddelande med ett CTS-meddelande. Vad är syftet med dessa två meddelanden? (2p)
 - Förhindrar utbytet av RTS/CTS att meddelanden som skickas mellan terminal A och B aldrig kolliderar? Motivera. (2p)
 - Antag att de trådlösa länkarna mellan terminalerna och den trådlösa routern är brusiga. Vad gör det i ett sådant läge problematiskt att sätta upp en TCP-session (connection) mellan terminal A och B? (2p)
 - Antag att den trådlösa routern har en kapacitet på 100 Mbps. Gör ett överslag på den maximalt möjliga genomströmningen mellan terminalerna A och B. Var noga med att redovisa uträkning och eventuella antaganden. (2p)

Lösningsförslag:

- Med meddelandet RTS anger terminal A eller B för den trådlösa routern, d.v.s. accesspunkten, att den behöver en kanal att sända på. Den trådlösa routern besvarar ett RTS-meddelande från en av terminalerna med ett CTS-meddelande som anger att den reserverar kanalen till den aktuella terminalen, och som därmed förhindrar andra terminaler som befinner sig inom den trådlösa routerns räckvidd från att sända.
- Nej, om CTS-meddelandet från den trådlösa routern, på grund av t.ex. brus, inte når någon eller några av de terminaler som vill sända samtidigt så kan det resultera i kollisioner.

- c Om de trådlösa länkarna är brusiga ökar det sannolikheten för paketförluster på länklagret och fördröjningar på transportlagret, något som felaktigt kan tolkas som stockning av TCP.
 - d Vi noterar att varje TCP-segment måste genomföra två hopp: ett första hopp från terminal A till den trådlösa routern och ett andra hopp från den trådlösa routern till terminal B. Även varje ACK-segment måste göra två hopp, fast i motsatt riktning. Vidare noterar vi att när något sänds över det första hoppet, kan inget sändas över det andra hoppet. Detta gör att den maximala genomströmningen mellan terminalerna är 100 Mbps dividerat med 4, d.v.s. 25 Mbps.
8. Ge en förklaring till varför meddelanden i DNS skickas med UDP? (2p)

Lösningsförslag:

Det finns flera möjliga förklaringar, t.ex.

- DNS värderar latens framför pålitlighet och fungerar snabbare om den kan undvika TCP:s *3-way handshake*.
 - UDP är paket- istället för strömororienterat och därmed gör det enklare att implementera meddelandebaserade protokoll så som DNS.
 - UDP möjliggör för DNS att anpassa överföringen och gör det möjligt för den att t.ex. undvika flödes- och stockningshantering.
9. Betrakta en 20-kbps satellitlänk med en utbredningshastighet (propagation delay) på 400 ms. En sändare använder sig av ARQ-mekanismen *go-back-N* med en fönsterstorlek på 10 ramar där varje ram är 100 bytes. Vilken är den högsta sändhastigheten som kan uppnås över satellitlänken? (3p)

Lösningsförslag:

Vi noterar att det tar $\frac{100 \times 10 \times 8}{20000} = 0,4$ sekunder att skicka ut ett fönster av paket på satellitlänken, d.v.s. mindre än vad en runda kräver (round-trip time, RTT) som är 0,8 s. Detta ger oss att det är RTT som är begränsande och att den högsta sändhastigheten är ungefär $\frac{100 \times 10 \times 8}{0,8} = 10000$ bps, d.v.s. 10 kbps.

10. Vad är syftet med HTTP:s "kakor" (cookies)? (2p)

Lösningsförslag:

HTTP använder sig av "kakor" för att lagra tillståndsinformation och därmed kunna kundanpassa webbplatser.

11. Hur skiljer sig TCP- från UDP-sockets (3p)

Lösningsförslag:

Av svaret bör framgå att en TCP-förbindelse identifieras av en fyrtuple, <sändarens IP-address, sändarens portnummer, mottagarens IP-address, mottagarens portnummer>, medans UDP är ett förbindelseöst protokoll där flera klient-applikationer kan skicka paket till samma port på serversidan. Det bör också framgå att på serversidan av en TCP-applikation så särskiljer man mellan två typer av sockets: dels en server-socket som lyssnar efter uppkopplingsbegäran från TCP-klienter, och dels en förbindelse-socket (connection socket) som skapas för varje uppsatt förbindelse.

12. Betrakta två Ethernet-terminaler, A och B, som båda använder sig av MAC-protokollet CSMA/CD. Terminalerna är sammankopplade via en 10-Mbps kabel med utbredningshastigheten (propagation delay) 12,5 ms, d.v.s. RTT och därmed lägsta backoff-tiden (bortsett från ingen backoff alls) är 25 ms. Vid tidpunkten $t = 0$ försöker båda terminalerna att samtidigt skicka iväg var sin Ethernetram på 1000 bits, och en kollision uppstår. Backoff-algoritmen (binary exponential backoff) leder till att terminal A inte behöver göra någon backoff alls, medan terminal B behöver vänta 25 ms innan nästa sändförsök. Vid vilken tidpunkt (tid efter första sändförsöken) har Ethernetramen som terminal A skickat tagits emot av terminal B. (3p)

Lösningsförslag:

Tiden det tar att skicka en Ethernetram från terminal A till terminal B om vi bortser från backoff är summan av transmissions- och utbredningshastighet: $1000 \text{ bits} / 10 \text{ Mbps} + 12,5 \text{ ms} = 12,6 \text{ ms}$. Inverkan av backoff består av: tid när kollision sker + tid när kollision upptäcks + tid orsakad av backoff = $12,5 \text{ ms} / 2 + 12,5 \text{ ms} / 2 + 12,5 \text{ ms}$ (terminal A väntar innan kanal är fri från brus efter kollision = utbredningsfördröjning) = 25 ms. Detta ger oss att Ethernetramen har tagits emot av terminal B vid tidpunkten $t = 12,6 + 25 = 37,6 \text{ ms}$.

13. Antag att en TCP-session pågår mellan två värddatorer, A och B, när en *timeout* sker. Vid tillfället är stockningsfönstret, **cwnd**, 32 segment hos värddator A, det vill säga på sändarsidan.
- Vilket värde får **ssthresh** (slow-start threshold) efter *timeout*? Motivera. (2p)
 - Hur många transmissionsrundor (transmission rounds) krävs för att **cwnd** ska nå **ssthresh** efter *timeout*. Visa beräkning. (2p)
 - Hur många transmissionsrundor krävs för att **cwnd** ska växa till 36 segment efter *timeout*. Visa beräkning. (2p)
 - Hur många paket har överförts till värddator B när **cwnd** når **ssthresh**? Visa beräkning. (2p)

Lösningsförslag:

- Vid *timeout* halveras **ssthresh** och erhåller värdet 16 segment.
 - Vi erhåller **cwnd**: 2 (1 runda), 4 (2 rundor), 8 (3 rundor), 16 (4 rundor). Det vill säga det tar 4 rundor innan **cwnd** når **ssthresh** efter *timeout*.
 - Det har överförts $1 + 2 + 4 + 8 = 15$ paket (segment) till värddator B när **cwnd** når **ssthresh**.
14. Om vi antar att en WAN-länk har en kapacitet på 2 Mbps och en RTT på 300 ms. Vilken storlek på TCP:s sändfönster krävs för att utnyttja hela länkens kapacitet? (2p)

Lösningsförslag:

Det krävs ett sändfönster som motsvarar bandbredds-fördröjningsprodukten (bandwidth-delay product): $2 \text{ Mbps} \times 300 \text{ ms} = 75000 \text{ bytes}$.

15. Förklara varför e-postklienter normalt sett kopplar upp sig till en lokal e-postserver i stället för att direkt skicka mejl till mottagarens e-postserver. (2p)

Lösningsförslag:

Det finns flera orsaker, t.ex.

- Krävs ej att mottagarens e-postserver är tillgänglig.
- E-postklienten behöver endast sända meddelanden som ska skickas till flera mottagare till en server: den lokala e-postservern.
- Oftast snabbare att skicka iväg e-post, eftersom den lokala e-postservern vanligen ligger geografiskt närmare än mottagarnas e-postservrar.

Slut på tentamen