

Computernetwerken

 tuyaux.winak.be/index.php/Computernetwerken

Computernetwerken

Richting Informatica

Jaar 2BINF

Bespreking

Theorie

Vanaf 2022 wordt dit vak gegeven door Jeroen Famaey, de structuur is ook wat anders. Onderstaande uitleg is nog van daarvoor. Het theoriegedeelte voor dit vak wordt gegeven door professor Blondia, wiens lessen best aangenaam zijn om te volgen. De cursus behandelt de theoretische kant van computernetwerken en dit is er ook aan te merken door de soms vage verwoordingen en abstracte uitwerkingen van efficiëntiebewijzen. Zo moet je werken met fourier-analyses terwijl je deze eigenlijk pas echt ziet bij Calculus. Op ieder examen wordt er op een manier een efficiëntiebewijs gevraagd. Zorg ervoor dat je bij deze efficiëntiebewijzen elk gebruikte symbool verklaart en ook elke stap uitlegt om te laten zien dat je het bewijs ook begrijpt. Doe je dit niet dan worden hier best wel wat punten voor afgetrokken. Ook bij de andere vragen kun je best niet te beknopt zijn met je antwoorden.

Praktijk

De praktijk van dit vak is vrij zware kost, vooral in het begin. Naar het einde van het semester toe worden de oefeningenreeksen wel eenvoudiger zodat je niet te snel moet panikeren. Wat belangrijk is voor het praktijkexamen is dat de vragen die daar gesteld worden altijd lichte varianten zijn op vragen uit de oefeningensessies. Zie dus dat je tijdens deze oefeningensessies alle antwoorden zo volledig mogelijk van het bord overschrijft. Als je dan de oplossingen echt niet begrijpt kun je ze wat proberen te memoriseren zodat niet alles uit rede moet gebeuren. De uitwerking van alle oefeningen is ook terug te vinden onder "Samenvattingen + oplossingen oefeningen" op de startpagina van de Tuyaux. Vanaf Reeks 4 zitten er ook oplossingen van de assistent bij (Jeremy), met dank aan corona.

Puntenverdeling

Theorie en praktijk elks op 10/20.

Examenvragen

Academiejaar 2020-2021 - 2de zitting

Theorie

1. Go-Back-N ARQ (6 ptn)
 1. Hoe werkt Go-Back-N ARQ protocol?
 2. Bereken de efficiëntie van Go-Back-N ARQ.
 1. Definieer alle parameters en variabelen die je gebruikt.
 2. Bereken de efficiëntie met toevoeging van alle stappen om tot het resultaat te komen.
 3. Wat gebeurt er met de efficiëntie indien er geen fouten optreden?
 4. Wat gebeurt er met de efficiëntie indien de link rate groter wordt? Verklaar je antwoord.

1. Network Address Translation (4 ptn)

Onderstel een gebruiker die van zijn ISP het publieke IP adres 147.133.15.3 heeft gekregen. Deze gebruiker creëert een privé netwerk. Zijn PC krijgt hierbij het adres 192.168.130.2. Hij wenst vanop deze PC een webpage te consulteren op de server 140.39.127.5. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van NAT. Beschrijf hoe deze PC de gevraagde webpage ontvangt.

Oefeningen

1. Error detection (5 ptn)

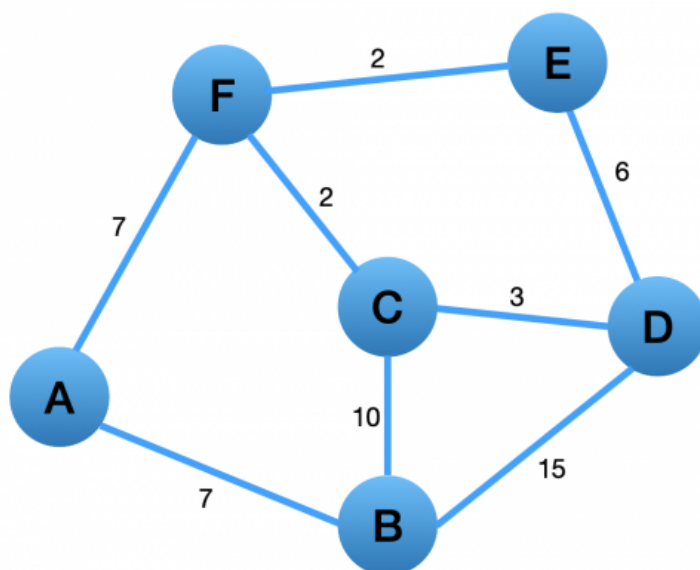
Beschouw de generator polynoom $P = X^4 + X + 1$.

1.

1. Geef het hardware circuit dat deze polynoom implementeert.
2. Als we het bericht 1101 1011 willen sturen, wat is dan het volledige, na codering ontstane bericht T dat naar de ontvanger zal verstuurd worden? Je mag hier een van de twee methodes gebruiken.
3. Stel dat de ontvanger bericht T' krijgt, waarbij de 4e bit van links foutief aankomt. Toon hoe de ontvanger te weten komt dat het bericht fouten bevat.
4. Is het mogelijk dat er fouten in T niet ontdekt worden? Indien ja, leg uit hoe, en geef een voorbeeld door, vertrekkende van T', extra fouten te introduceren zodat de ontvanger het bericht als correct beschouwt. Indien nee, leg uit waarom dit niet mogelijk is.

1. Routing (5 ptn)

Beschrijf kort het algoritme van Dijkstra. Pas dit algoritme toe op onderstaand netwerk, vertrekkende vanuit node A. Toon alle tussenstappen, en geef voor elke bestemming vanuit A de kost en het kortste pad.



Academiejaar 2020-2021 - 1ste zitting

[Bestand:INF-Computernetwerken-20-21.1.pdf](#)

Academiejaar 2019-2020 - 2de zitting

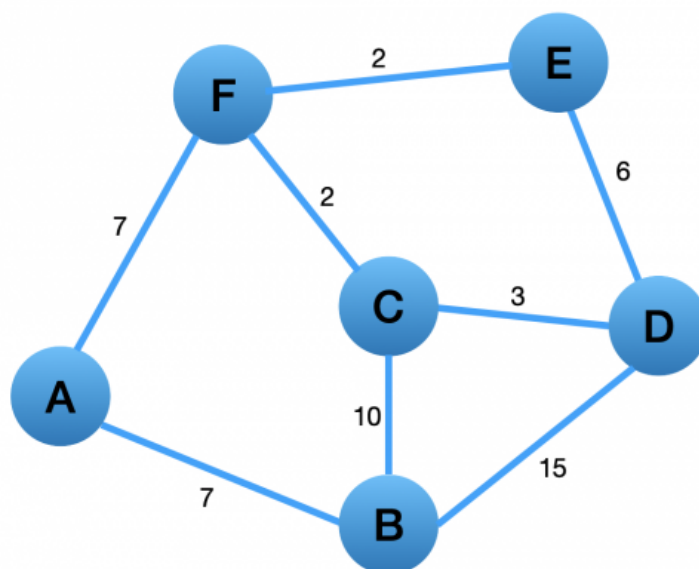
Theorie

1. Go-Back-N ARQ (6 ptn)
 1. Hoe werkt Go-Back-N ARQ protocol?
 2. Bereken de efficiëntie van Go-Back-N ARQ.
 1. Definieer alle parameters en variabelen die je gebruikt.
 2. Bereken de efficiëntie met toevoeging van alle stappen om tot het resultaat te komen.
 3. Wat gebeurt er met de efficiëntie indien er geen fouten optreden?
 4. Wat gebeurt er met de efficiëntie indien de afstand tussen twee nodes groter wordt? Verklaar je antwoord.
2. TCP (4 ptn)
 1. Hoe werkt slow start en congestion avoidance?
 2. Onderstel dat TCP slow start en congestion avoidance gebruikt. Hoe weet TCP dat er een pakket verloren gaat in een tussenliggende node en wat is de reactie hierop?
 3. Waarom werd Fast Retransmit/Recovery toegevoegd? Hoe wordt in dit geval omgegaan met pakket verlies?

Oefeningen

1. Routing

Beschrijf kort het algoritme van Dijkstra. Pas dit algoritme toe op onderstaand netwerk, vertrekkende vanuit node A. Toon alle tussenstappen, en geef voor elke bestemming vanuit A de kost en het kortste pad.



1. MAC

Een groot aantal grondstations communiceert over een satellietkanaal gebruik makend van het zuiver ALOHA ("pure ALOHA") protocol. De transmissienelheid op het kanaal bedraagt 20Mbit/s. De framelengte is vast en gelijk aan 2500 bytes. Alle stations samen versturen gemiddeld X frames per seconde (retransmissies inbegrepen). De frames worden gegenereerd volgens een Poisson verdeling.

1. Wat is de load G en de throughput S van het satellietkanaal, uitgedrukt in frames per frametijd?
2. Indien $X = 600$, is het kanaal dan onderbelast of overbelast? Verklaar je antwoord.
3. Geef een uitdrukking voor het gemiddeld aantal transmissies dat een station nodig heeft om 1 frame correct te versturen. Indien $X = 600$, is dit aantal dan groter of kleiner dan het getal e (de constante met benaderende waarde $e=2.718$)?

Hint: voor $x < 1$: $\sum_{k=1}^{\infty} kx^k = x(1-x)^{-2}$ en $\sum_{k=1}^{\infty} kx^k = x(1-x)^{-2}$.

Academiejahr 2019-2020 - 1ste zittijd

Theorie

1. Ethernet (6 ptn)

1. Hoe werkt het MAC protocol IEEE 802.3 (Ethernet): leg uit wat 1-persistent CSMA/CD betekend en geef het truncated binary exponential back-off algoritme.
2. Bereken de efficiëntie van IEEE 802.3.
 1. Definieer alle parameters en variabelen die je gebruikt.
 2. Bereken de efficiëntie met toevoeging van alle stappen om tot het resultaat te komen.
3. Wat gebeurt er met de efficiëntie indien de data rate van het medium stijgt? Verklaar je antwoord (Waarom + formule).

2. Network Address Translation

1. Wat is het doel van NAT?
2. Toon aan hoe NAT werkt aan de hand van volgend voorbeeld:
Host A met IP adres 10.0.0.19 maakt deel uit van een privé-netwerk dat verbonden is met het internet via een NAT-router met publiek IP adres 139.67.18.6. Host A wenst een web page te consulteren op een web server met IP adres 147.205.83.19 en genereert daarvoor een request naar de web server met poort nummer 80. Leg uit hoe NAT ervoor zorgt dat de gevraagde page terecht komt bij Host A.

Oefeningen

1. Switching

Stel dat we een bestand van X bit will en versturen over $2 \cdot K$ links in een packet-switched netwerk. De eerste host segmenteert het bestand in delen van P bit, en voegt een header van H bit toe. De eerste K links hebben een rate R_1 bit/s, de resterende K links hebben een rate $R_2 \geq R_1$. De propagatie delay is verwaarloosbaar voor alle links. Je mag er vanuit gaan dat X deelbaar is door P .

1. Leid de formule af voor de delay van het bestand, i.e. de tijd tussen transmissie van de eerste bit in de eerste host en aankomst van de laatste bit in de laatste host.
2. Voor welke P is de delay minimaal?

2. Flow control

1. Pas de vergelijking voor de efficiëntie van het stop-and-wait flow control aan zodat ook de tijd nodig voor het versturen van een acknowledgement in rekening wordt gebracht. Verklaar al de variabelen die je gebruikt.
2. Voor welke frame lengtes L zal de formule uit 2.a. resulteren in een efficiëntie van minstens 50%?
3. Stel dat we volgend systeem hebben:
 - lengte van de link $d=10$ km,
 - propagatie snelheid $c=2 \cdot 10^8$ m/s,
 - bit rate $R=100$ Mbps,
 - lengte van een acknowledgement $A=10$ bit.Wat zijn dan de waardes voor L uit 2.2 (Puntje 2 van Flow control)?

Academiejahr 2018-2019 - 2de zittijd

Theorie

1. Slotted ALOHA (6 ptn)
 1. Beschrijf de werking van slotted ALOHA
 2. Bereken de efficiëntie van slotted ALOHA
 1. Definieer alle variabelen
 2. Vermeld alle veronderstellingen
 3. Geef alle stappen van de berekening
 4. Bespreek het resultaat
 3. Bereken het gemiddeld aantal transmissie die nodig zijn om een pakket succesvol te versturen
2. Network Address Translation (4 ptn)

Onderstel een gebruiker die van zijn ISP het publieke IP adres 145.123.12.1 heeft gekregen. Deze gebruiker creëert een prive netwerk. Zijn PC krijgt hierbij het adres 192.168.125.1. Hij wenst vanop deze PC een webpage te consulteren op de server 139.35.126.1. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van NAT. Beschrijf hoe NAT dit gebeurt.

Oefeningen

1. Fourier

Beschouw de functie $x(t)=t, 0 \leq t \leq 1$ en $x(t)=0, 0 \leq t \leq 1$. Geef de Fourier coëfficiënten a_n, b_n en c_n .
2. Switching

Stel we hebben een file van F bits, die we willen versturen over K links. Elke link heeft een capaciteit van R bit/s. Het netwerk is licht beladen, dus je mag de queuing delays verwaarlozen. De propagatie delay is d seconden. Voor een circuit-switched (CS) netwerk is de set-up tijd s seconden. Als we een packet-switched (PS) netwerk hebben, is de packet size p bits.

 1. Hoe lang duurt het voor de laatste bit van de file uit de eerste node is vertrokken? Vergelijk voor een CS en PS netwerk.
 2. Hoe lang duurt het voor de volledige file is aangekomen in de laatste node? Vergelijk voor een CS en PS netwerk.
 3. wanneer zal een PS netwerk een lagere delay hebben?
3. Error detection

Stel dat we de generator polynoom x^3+1 gebruiken voor CRC. We willen een bericht $M = 1001\ 1101$ versturen.

 1. Welke bits worden dan aan M toegevoegd als we CRC toepassen?
 2. Stel dat er een fout optreedt in de onderlijnde bit in M (derde van links) tijdens het versturen. Toon aan dat de ontvanger deze fout kan detecteren.

Academiejahr 2018-2019 - 1ste zittijd

Theorie

1. Go-Back-N ARQ (6p)
 1. Hoe werkt het Go-Back-N ARQ protocol?
 2. Bereken de efficiëntie van Go-Back-N ARQ.
 1. Definieer alle parameters en variabelen die je gebruikt.
 2. Bereken de efficiëntie met toevoeging van alle stappen om tot het resultaat te komen.
 3. Wat gebeurt er met de efficiëntie indien de afstand tussen de twee nodes groter wordt? Verklaar je antwoord.
2. ARP (4p)
 1. Wat is het doel van ARP?
 2. Toon hoe ARP werkt aan de hand van volgend voorbeeld:

Host A met IP adres 143.129.76.73 wenst een packet te versturen naar host B met IP adres 134.201.83.17. De netwerken waartoe A en B behoren zijn met mekaar verbonden via een router die interfaces 143.129.76.254 en 134.201.83.254 heeft.

1.
 1. Het gebruik van ARP kan in IPv6 vermeden worden. Hoe?

Oefeningen

1. Multiplexing

Stel dat we 16 lijnen van 20 kbit/s willen multiplexen op een uitgaande link van 40 kbit/s. De pakketten komen aan volgens een Poisson proces en hebben een gemiddelde lengte van 5 kbit. Veronderstel dat elk van de lijnen een fractie α van de tijd actief is (met $\alpha > 0$) en dat de tijd om een pakket te versturen exponentieel verdeeld is.

1.
 1. Voor welke α is de kans dat er 4 pakketten in het systeem zijn maximaal?
 2. Wat is de load van het systeem in dat geval?
 3. Wat is de multiplexing gain van dit systeem?
 4. Veronderstel hetzelfde systeem als in de opgave, alleen hebben de pakketten nu een lengte van 5 kbit met kans $1/2$ en 3 kbit met kans $1/2$. Veronderstel $\alpha = 0.2$. Wat is in dit geval de totale arrival rate (in pakketten/s) en de load van het systeem?

2. MAC

Een oneindige populatie terminals maakt gebruik van een slottend ALOHA systeem. Een frametijd is gelijk aan k slots. Een frame mag enkel verstuurd worden bij de start van een slot. We definiëren G als de totale load van het systeem (in frames per frametijd). Interpreteer de resultaten voor $k=1$ en $k \rightarrow \infty$.

1. Adressering

Veronderstel onderstaande routingstabel.

Bestemming	Gateway	Interface
29.18.0.0/17	29.20.1.254	0
0.0.0.0/0	143.129.76.254	1

1.
 1. Geef de IP range van de hosts die kunnen bereikt worden via Interface 0. Hoeveel hosts zijn dit?
 2. We willen nu echter de IP adressen in het bereik 29.18.60.0 tot 29.18.63.355 (wat dus in de range van Interface 0 ligt) routeren via 135.146.63.254, gebruik makend van een nieuwe interface. Beschrijf en verklaar wat er veranderd moet worden aan de routingstabel om deze wijziging met zo min mogelijk updates door te voeren.

$E[N]$ gemiddeld aantal in het systeem
 $E[Q]$ gemiddeld aantal wachtenden in het systeem
 $E[W]$ gemiddelde wachttijd in de queue
 $E[S]$ gemiddelde tijd in het systeem (= responstijd)

$M/D/1$ constante (deterministische) service tijden
 $M/M/1$ exponentiële service tijden
 $M/G/1$ algemene (general) service tijden

	$M/D/1$	$M/M/1$	$M/G/1$
$E[N]$	$\frac{\rho^2}{2(1-\rho)} + \rho$	$\frac{\rho}{1-\rho}$	$\rho + \frac{\rho^2(1+C_B^2)}{2(1-\rho)}$
$E[Q]$	$\frac{\rho^2}{2(1-\rho)}$	$\frac{\rho^2}{1-\rho}$	$\frac{\lambda^2 E[B]^2}{2(1-\rho)}$
$E[W]$	$\frac{\rho E[B]}{2(1-\rho)}$	$\frac{\rho E[B]}{1-\rho}$	$\frac{\lambda E[B]^2}{2(1-\rho)}$
$E[S]$	$\frac{(2-\rho)E[B]}{2(1-\rho)}$	$\frac{E[B]}{1-\rho}$	$E[B] + \frac{\lambda E[B]^2}{2(1-\rho)}$

$$M/M/1: P[N = k] = (1 - \rho)\rho^k$$

Little:

$$E[Q] = \lambda E[W]$$

$$E[N] = \lambda E[S]$$

$$C_B: \text{coefficient of variation, } C_B^2 = \frac{E[B^2] - (E[B])^2}{(E[B])^2}$$

Examen Juni 2019: Adressering:
Routingstabel

Theorie

1. Vraag 1: Medium Access Control

1. Ethernet is een 1-persistent CSMA protocol. Wat betekent 1-persistent? Geef een voordeel en een nadeel van een 1-persistent MAC protocol
2. Hoe werkt het truncated binary exponential backoff algoritme?
3. Bereken de efficiëntie an Ethernet in functie van de lengte van het medium, de bit rate en de lengte van de frames. Geef alle stappen bij het opstellen van de formule.

2. Vraag 2: Transport protocol

1. Waarom is een accurate waarde van de retransmission timer zo belangrijk?
2. Hoe werkt slow start? Op welke wijze stijgt het contention window?
3. Hoe werkt congestion avoidance? Op welke wijze stijgt het contention window?
4. Waarom werden Fast retransmit / recovery ingevoerd en hoe werken ze?

Oefeningen

1. Vraag 1: Error detection

Beschouw de generator polynoom $P=X^4+X+1$

1.

1. Geef het hardware circuit dat deze polynoom implementeert
2. Als we het bericht 1101 1011 willen sturen, wat is dan het volledige, na codering ontstane bericht T dat naar de ontvanger zal verstuurd worden?
3. Stel dat de ontvanger bericht T' krijgt, waarbij de 4e bit van links foutief aankomt. Toon hoe de ontvanger te weten komt dat het bericht fouten bevat.
4. Is het mogelijk dat er fouten in T niet ontdekt worden? Indein ja, leg uit hoe, en geef een voorbeeld door, vertrekkende van T', extra fouten te introduceren zodat de ontvanger het bericht als correct beschouwt. Indien nee, leg uit waarom.

2. Vraag 2: Multiplexing

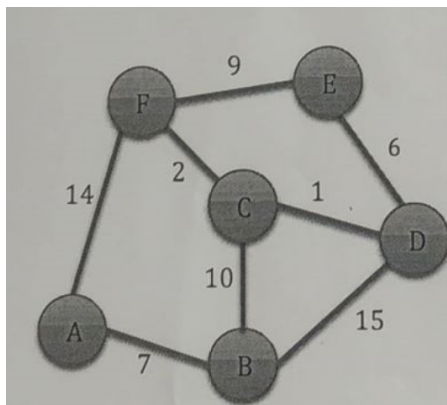
Beschouw een systeem waarbij we N inputlijnen van 10 Mbps statistisch multiplexen. Op elke lijn komen gedurende $a=20\%$ van de tijd pakketten aan volgens een Poisson proces, met een gemiddelde lengte van 1250 bytes. Een deterministische multiplexer voor dit systeem zou 5 inputlijnen kunnen ondersteunen.

1.

1. Wat is de gemiddelde tijd dat een pakket in de queue doorbrengt, als we gemiddeld $k=4$ pakketten in het systeem willen hebben.
2. Wat is de multiplexing gain G en load p van dit systeem?
3. Hoe veranderen G en p als we k groter/kleiner maken, verklaar.

2. Vraag 3: Routing

Geef voor onderstaand netwerk het kortste pad en bijhorende kost vanuit node A naar alle andere nodes met behulp van het algoritme van Dijkstra.



$E[N]$ gemiddeld aantal in het systeem
 $E[Q]$ gemiddeld aantal wachtenden in het systeem
 $E[W]$ gemiddelde wachttijd in de queue
 $E[S]$ gemiddelde tijd in het systeem (= responstijd)

M/D/1 constante (deterministische) service tijden
 M/M/1 exponentiële service tijden
 M/G/1 algemene (general) service tijden

	M/D/1	M/M/1	M/G/1
$E[N]$	$\frac{\rho^2}{2(1-\rho)} + \rho$	$\frac{\rho}{1-\rho}$	$\rho + \frac{\rho^2(1+C_B^2)}{2(1-\rho)}$
$E[Q]$	$\frac{\rho^2}{2(1-\rho)}$	$\frac{\rho^2}{1-\rho}$	$\frac{\lambda^2 E[B^2]}{2(1-\rho)}$
$E[W]$	$\frac{\rho E[B]}{2(1-\rho)}$	$\frac{\rho E[B]}{1-\rho}$	$\frac{\lambda E[B^2]}{2(1-\rho)}$
$E[S]$	$\frac{(2-\rho)E[B]}{2(1-\rho)}$	$\frac{E[B]}{1-\rho}$	$E[B] + \frac{\lambda E[B^2]}{2(1-\rho)}$

M/M/1: $P[N = k] = (1 - \rho)\rho^k$

Little:

$$E[Q] = \lambda E[W]$$

$$E[N] = \lambda E[S]$$

C_B : coefficient of variation, $C_B^2 = \frac{E[B^2] - (E[B])^2}{(E[B])^2}$

Academiejaar 2016-2017 - 1ste zittijd

Theorie

1. Stop-and-wait, Sliding Window (6p)

1. Bij het stop-and-wait protocol geldt: hoe korter de frames, hoe minder efficiënt het protocol. Bij het langetr maken van de frames stellen zich echter andere problemen. Welke?
2. Welke andere kenmerken van het netwerk zorgen ervoor dat het stop-and-wait protocol niet efficiënt werkt?
3. Hoe werkt sliding window? Illustreer eventueel met een voorbeeld.
4. Bereken de efficiëntie van sliding window.
 - Definieer de parameters en variabelen die je gebruikt
 - Bereken de efficiëntie met toevoeging van alle stappen om tot het resultaat te komen.

2. ARP (4p)

1. Wat is het doel van ARP?
2. Toon hoe ARP werkt aan de hand van volgend voorbeeld (alle ARP tabellen zijn leeg):

Host A met IP adres 143.129.76.73 wenst een pakket te versturen naar host B met IP adres 134.201.83.17. De netwerken waartoe A en B behoren zijn met mekaar verbonden via een router die interfaces 143.129.76.254 en 134.201.83.254 heeft.

Oefeningen

1. We wensen een file van 9500 bytes te versturen doorheen een netwerk, van knooppunt A naar knooppunt D.

Hiervoor wordt de file opgesplitst in pakketten van 950 bytes, waarbij aan elk pakket ook nog een header van 50 bytes wordt toegevoegd. Het pad van knooppunt A naar knooppunt D passeert door 3 links en door 2 tussenliggende knooppunten. Elk van de links is een optische fiber van 10km lang met een bitrate van 10Mbit/s en propagatiesnelheid van 2×10^8 m/s. De 2 tussenliggende knooppunten zijn 'store-and-forward' knooppunten (dit wil zeggen dat ze ene pakket helemaal moeten ontvangen vooraleer ze kunnen starten met het doorsturen van het pakket naar een volgend knooppunt), en voor elk pakket dat ze ontvangen moeten ze vooraleer het pakket verder kan gestuurd worden een 50 μ s durende look-up in hun routingstabel doen. Queueing delays in dit netwerk mag je verwaarlozen.

Hoelang duurt het om de hele file van A naar D te sturen? Leg uit hoe je aan je antwoord komt en vergeet ook niet de eenheid waarin je je antwoord uitdrukt te vermelden.

- Om berichten die we wensen te versturen te beschermen wordt er CRC met generator polynoom $P = X^3 + 1$ op toegepast.
 - Indien het te versturen bericht 11101011 is, geef dan het na codering ontstane bericht dat effectief verstuurd zal worden. Leg uit hoe je aan dit bericht komt.
 - Veronderstel dat tijdens het versturen de meest linkse bit van het effectief verstuurd bericht geïnverteerd wordt. Hoe besluit de ontvanger dat er een fout opgetreden is?
 - Is het mogelijk dat er tijdens het versturen fouten in het bericht komen die niet ontdekt worden door de ontvanger? Zo ja, geef een voorbeeld van zo'n fout toegepast op het onder (2.1) gevonden bericht. Zo neen, leg uit waarom dit niet mogelijk is.
- Een router heeft onderstaande entries in zijn routingstabel en gebruikt 'longest prefix match'.
Langs welke output poort stuurt de router een pakket dat onderstaand IP adres als bestemmingsadres heeft? Verklaar je antwoorden.
 - 196.94.3.26
 - 196.94.94.26

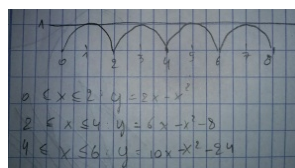
Tabel:

Address/mask	Output port
196.94.2.0/23	A
196.94.0.0/18	B
128.0.0.0/1	C

Academiejaar 2012 - 2013 - 1ste zittijd

Theorie

- Ethernet
 - Hoe werkt het truncated binary exponential back-off algoritme?
 - Geef een intuïtieve verklaring waarom dit zo werkt.
 - Bereken de efficiëntie van IEEE802.3
 - Geef de veronderstellingen die je maakt.
 - Definieer parameters en variabelen die je gebruikt.
 - Bereken de efficiëntie met toevoeging van alle stappen om tot het resultaat te komen.
 - Interpreteer het resultaat in functie van de parameters die in de formule voor efficiëntie voorkomen.
 - Indien de stations over een extra parameter zouden mogen beschikken om ethernet optimaler te laten verlopen, welke zou je dan kiezen en waarom?
- Fourier



- Periode?
- bnbn (cosinus)
- Toon aan $\lim_{n \rightarrow \infty} b_n = 0$ $\lim_{n \rightarrow \infty} b_n = 0$. Waarom moet die zo zijn?

Academiejaar 2011 - 2012 - 1ste zittijd

Theorie

- Slotted ALOHA (6p)
 - Hoe werkt slotted ALOHA?
 - Leg uit waarom slotted ALOHA dubbel zo efficiënt werkt als ALOHA.
 - Bereken de efficiëntie van slotted ALOHA
 - Geef de veronderstellingen die je maakt om de efficiëntie te kunnen berekenen.
 - Definieer de parameters en variabelen die je gebruikt.
 - Bereken de efficiëntie met toevoeging van alle stappen om tot het resultaat te komen.
 - Bespreek het resultaat.
 - Bereken het gemiddeld aantal transmissie nodig om een frame succesvol te versturen.

2. TCP (4p)

1. Hoe werkt slow start en congestion avoidance?
2. Onderstel dat TCP slow start en congestion avoidance gebruikt. Hoe reageert TCP wanneer een pakket verloren gaat in een tussenliggende node?
3. Waarom werd Fast Retransmit toegevoegd?

Praktijk

1. Een node A stuurt 9x9 bits naar node B, gebruik makend van longitudinale checks. Aan die 81 bits worden de bits voor longitudinale checks toegevoegd. Toon aan dat, ongeacht de oorspronkelijke boodschap en ongeacht hoeveel bit errors er optreden, node B nooit een rooster kan ontvangen waarbij 3 rijssommen oneven (en 7 even) zijn en 6 kolomsommen oneven (en 4 even) zijn.
2. Onderstel een statistische multiplexer met volgende gegeven: de capaciteit van de uitgaande link is 10 Mbps, de peak bit rate van elke inputlijn is 100 Kbps en de fractie van de tijd gedurende dewelke een inputlijn actief is bedraagt 1/4. Veronderstel dat de duur om een pakket te versturen exponentieel verdeeld is, dat een pakket gemiddeld 1000 bits bevat en dat de pakketten arriveren volgens een Poisson proces.
Gebruikmakend van het formularium voor queueing systemen (gegeven), hoe groot is de maximale multiplexing gain die kan bekomen worden indien de kans op *meer* dan drie pakketten in het *systeem* ten hoogste 0.4096 mag bedragen?
- 3.

1. Stel een vergelijking op voor de efficiëntie van het stop-and-wait ARQ protocol zodanig dat de kans P (op een error) afhankelijk is van de lengte van het frame L, volgens de functie

$$P(L)=1-10^{-L/1600} \quad P(L)=1-10^{-L/1600}$$

Geef voldoende uitleg over hoe je deze formule bekomt.

2. Bepaal vervolgens, met behulp van je formule, de optimale pakket lengte L voor volgend scenario:
R = 4 Kbps, $t_{\text{prop}} = 20$ ms.
3. Wat is in dit geval de bereikte efficiëntie?

Academiejaar 2010 - 2011 - 2de zittijd

Theorie

1. Slotted ALOHA (7p)
 1. Hoe werkt het Slotted ALOHA MAC algoritme?
 2. Bereken de efficiëntie van Slotted ALOHA.
 1.
 - Geef de veronderstellingen die je maakt om de efficiëntie te kunnen berekenen.
 - Definieer alle variabelen en parameters die je gebruikt.
 - Bereken de efficiëntie met toevoeging van alle stappen om tot het resultaat te komen.
 - Hoeveel % van de beschikbare capaciteit wordt gebruikt voor HERtransmissies?
 3. Bereken het gemiddeld aantal transmissies dat nodig is om een frame succesvol te versturen gebruikmakend van het Slotted ALOHA protocol.
 4. Bereken de gemiddelde wachttijd, uitgedrukt in slots, die een frame ondervindt alvorens succesvol verstuurd te zijn.
1. Routing (7p) Leg uit hoe Distance Vector Routing werkt.

Praktijk

1. We vergelijken volgende 2 situaties bij gebruik van het Stop&Wait ARQ :
 1. Bitrate R = 16 Kbps, framelengte L = 1280 bits, $t_{\text{prop}} = 20$ ms en (1-P) kans dat transmissie (inclusief ACK) foutloos is.
 2. Identieke situatie behalve dat L = 1920 bits en dat de kans op een foutloze transmissie gelijk is aan $(1-P)^3(1-P)^3$.
Voor welke waarden van P is welk geval het beste in termen van efficiëntie? Bespreek de verkregen waarden.

2. 20 ISDN gebruikers (basic rate) die elk 1 B-kanaal (64kbits/s) gebruiken, sturen slechts 50% van de tijd Poisson verkeer op hun kanaal. Hun data wordt verstuurd in pakketten van L bytes en de 20 lijnen worden gemultiplext op een 1 Mbps link door een server met een buffer van 1000 bytes.
 1. Bepaal de load ρ van het systeem.
 2. Bereken de maximale tijd t_{\max} dat een pakket in het systeem zit (in seconden).
 3. Bereken de maximale L indien de gemiddelde tijd in het systeem T_q kleiner is dan 34/9 ms. (T_q gegeven)
 4. Wat is T_q in dat geval (d.w.z. met L zoals berekend hierboven) ?
3. Beschouw volgende polynoom

$$P = X^5 - X^3 - 1$$

$$P = X^5 - X^3 - 1$$

1. Geef het hardware device dat op basis van deze polynoom CRC checksums kan berekenen.
2. Stel dat $M = 110101101$ de boodschap die verstuurd moet worden. Bepaal voor P de Frame Check Sequence $F(X)$ en het bijhorende quotient $Q(X)$ van de gemaakte deling bij het berekenen van CRC checksums. Gebruik hiervoor de gestructureerde deling op basis van het hardware device, zoals in de les.

Academiejaar 2010 - 2011 - 1ste zittijd

Theorie

1. Ethernet
 1. Efficiëntiebewijs. **verklaar paramaters/variabelen in bewijs.**
 2. Als je aan de computers in een LAN-verbinding 1 extra parameter kon meegeven, wat zou deze dan zijn & verklaar.
2. TCP
 1. Wat doet TCP bij een segment om de reliability te vergroten bij het verzenden?
 2. Nog bijvraagjes die letterlijk uit de cursus komen.

Praktijk

1. Fourier
2. werk de initialiserende stap van Distance Vector Routing uit voor een gegeven voorbeeld.
3. Bespreek 3-dimensionale checks aan de hand van een gegeven voorbeeld.

Opmerking: Alle 3 de oefeningen waren varianten op de oefeningen die we gezien hebben bij het praktijkgedeelte. De opgaves zijn jammer genoeg verloren gegaan.

Academiejaar 2007 - 2008 - 2de zittijd

Theorie

1. Slotted ALOHA
 1. Wat is het? Uitleggen.
 2. Veronderstellingen die nodig zijn om de efficiëntie te maken.
 3. De efficiëntie geven.
 4. De uitkomst weergeven in een grafiek. Wat als de nieuwe trafiek groter wordt dan 1?
 5. Gemiddelde wachttijd om een slot te krijgen.
 6. Gemiddelde wachttijd om een pakket te versturen.
1. TCP
 1. Wat doet TCP bij een segment om de reliability te vergroten bij het verzenden?
 2. Wat doet TCP bij het ontvangen van een segment?

Praktijk

1. Go-Back-N
 1. Stel een efficiëntie formule op als je weet dat P_1P_1 de kans is dat de eerste transmissie mislukt, en P_2P_2 de kans dat een hertransmissie lukt.
 2. Met deze formule moet je aan de hand van gegevens de efficiëntie kunnen uitrekenen.

1. Je krijgt een blok van (vb.) 8 bits x 8 bits. Als je weet dat je maximaal 5 fouten kan aankrijgen, hoeveel oorspronkelijke mogelijkheden zijn er dan van dat bericht.

Opmerking: van beide oefeningen staat er een beter voorbeeld in de cursus.

Academiejaar 2004 - 2005 - 1ste zittijd

Theorie

1. Go-Back-N

Beschrijf hoe Go-Back-N ARQ werkt en bereken de efficiëntie ervan. (Geef alle stappen)

2. TCP

Wat is de bedoeling van slow start en congestion avoidance in TCP? Beschrijf hun werking.

Praktijk

1. Statistical Multiplexing

30 ISDN gebruikers (basic rate) die elk 1 B-kanaal gebruiken, sturen slechts 40% van de tijd data op hun kanaal volgens een Poisson proces. Hun data wordt verstuurd in pakketten van LL bytes en de 30 lijnen worden gemultiplext op een 1 Mbps link.

- Bepaal de load van het systeem pp.
- Bereken de maximale lengte LL indien de gemiddelde wachttijd in het systeem twtw kleiner is dan 10 ms.
- Wat is twtw in dat geval (in ms)?
- Bereken de multiplexing gain van dit systeem.

2. MAC

Een oneindige populatie terminals maakt gebruik van een slotted ALOHA systeem.

Een frame tijd is gelijk aan kk slots. Een frame mag enkel verstuurd worden bij de start van een slot.

We definiëren GG als de totale load van het systeem (in frames per frametijd).

- Geef een uitdrukking voor de throughput SS van dit systeem per frametijd. Geef voldoende uitleg bij de tussenstappen.
- Wat is de maximale kk indien $S \geq 1$ en $G = 1$?
- Met welke vorm van ALOHA komt (b) overeen en waarom?

3. CRC

Beschouw de volgende polynomen.

$$P1(X)=X^6+X^3+1 \quad P2(X)=X^5+X^4+X^2+1 \quad P3(X)=X^6+X^5+X^4+X+1$$

- Stel dat $M=110101101$ de boodschap die verstuurd moet worden. Bepaal voor $P1$ de Frame Check Sequence $F(X)$ en het bijhorende quotiënt $Q(X)$ van de gemaakte deling.
- Bepaal telkens de polynoom die het beste scoort bij single bit errors, een oneven aantal errors en bursts van errors. Leg ook uit hoe je daaraan komt en met welke kansen ze errors wel kunnen detecteren. Indien je gebruik maakt van eigenschappen of stellingen (uit de theorie en/of oefeningen), vermeld die er dan bij. Je hoeft ze niet te bewijzen.
- Beschouw nu enkel $P3$. Stel nu dat er een burst voorkomt waarbij er tussen 2 foutieve bits, 6 correcte bits zitten. Kan $P3$ dit detecteren? Waarom?

Academiejaar 2004 - 2005 - 2de zittijd

Theorie

1. Slotted ALOHA

Leg uit hoe slotted ALOHA werkt. Bereken de efficiëntie van slotted ALOHA (alle stappen neerschrijven). Bereken de gemiddelde access time in slotted ALOHA (alle stappen vermelden).

2. TCP

Bespreek het slow start en congestion avoidance algoritme. Bespreek eveneens het fast retransit/recovery algoritme.

3. Physical Layer

Hoe werkt *pulse-code modulatie*?

4. Flow Control

Hoe werkt Go-Back-N ARQ? En bereken de efficiëntie ervan. (Geef alle stappen)

Praktijk

1. Switching

Stel dat 10 hosts een link delen van 4 Mbps. Elke host stuurt aan een rate van 640 Kbps en is 80% van de tijd niet actief.

- Indien we gebruik maken van circuit switching, hoeveel hosts kan de link dan ondersteunen?
- Stel nu dat we gebruik maken van packet switching. Bereken de kans dat er n hosts tegelijkertijd sturen en leg uit hoe je hieraan komt.
- Wat is dan de kans dat de link de rate van de 10 hosts niet kan ondersteunen?

2. Longitudinal Checks

Veronderstel dat we gebruik maken van longitudinale checks met een rooster van $5 \times 55 \times 5$. Dit betekent dat we bij elke 25 databits 11 extra bits toevoegen. Stel nu dat de ontvanger volgend blok $M'M'$ van 36 bits ontvangt. Indien we weten dat er maximaal 5 foutieve bits ontvangen worden (5 van de 36), hoeveel verschillende boodschappen MM zijn er dan mogelijk (MM is het blok van 36 bits dat de zender verstuurd heeft)? Leg uit hoe je hieraan komt.

$M'=010001100111110101011110001100010001$
 $M'=011000101101000110011110010100111001$

3. Flow Control/ARQ

- Beschouw het Sliding Window Flow Control protocol. In plaats van alle transmissies back-to-back te doen laten we steeds MM frames (tijd) tussen twee opeenvolgende transmissies. Bepaal de efficiëntie. Leg duidelijk uit hoe je aan je oplossing komt.
- Veralgemeen geval (a) voor Go-Back-N ARQ en bepaal opnieuw de efficiëntie.

Geef voldoende uitleg bij alle parameters die je gebruikt.