

## Hertentamen Computerarchitectuur en Netwerken 14 juli 2011

De nagekeken tentamens zijn in te zien op kamer Bernoulliborg 366.

### Opmerkingen:

- Schrijf **netjes** en duidelijk, met zwarte of blauwe pen.
- Zet op het eerste blad alle gegevens als naam, studentnummer, studierichting en het totaal aantal ingeleverde bladen, en nummer de ingeleverde bladen.
- Lees de opgaven eerst goed door.
- Omdat de vragen over computerarchitectuur en netwerken door verschillende docenten worden nagekeken wordt aangeraden om de antwoorden op de vragen over het onderdeel computerarchitectuur en het onderdeel netwerken op afzonderlijk antwoordpapier uit te werken. Wie dat nalaat riskeert een belangrijke vertraging bij de correctie van het ingeleverde werk.
- Beantwoord de vragen kort en bondig, lange antwoorden kunnen een reden zijn voor een onvoldoende.

### COMPUTERARCHITECTUUR (60%)

Omdat de vragen over computerarchitectuur en netwerken door verschillende docenten worden nagekeken wordt aangeraden om de antwoorden op de vragen over het onderdeel computerarchitectuur en het onderdeel netwerken op afzonderlijk antwoordpapier uit te werken. Wie dat nalaat riskeert een belangrijke vertraging bij de correctie van het ingeleverde werk.

Succes!

Beantwoord de vragen over computerarchitectuur kort en bondig. Lange, uitgebreide antwoorden kunnen een reden zijn om een opgave als 'onvoldoende' te beoordelen.

Geef duidelijk aan bij welke vraag je antwoord hoort.

1. Een hotelschakelaar bestaat uit twee schakelaars en een lamp. Elke schakelaar heeft twee standen (a en b) en de stand van elke schakelaar kan onafhankelijk van de andere worden veranderd. Wanneer beide schakelaars in dezelfde stand staan brandt de lamp, anders niet.  
Teken een eindige automaat voor de hotelschakelaar, waarbij de toestanden aangeven wat de stand van de twee schakelaars is (bv. a-b: schakelaar 1 is in stand a, schakelaar 2 in stand b). Geef bij de verbindingen tussen de toestanden met een nummer aan welke schakelaar is omgezet en met een + of - of de lamp brandt of niet. Er mag worden aangenomen dat de schakelaars niet beide tegelijkertijd kunnen worden omgezet.
2. Een standaard pijplijnarchitectuur bestaat uit vijf eenheden (units) die bij de verwerking van een instructie een rol spelen. De eerste unit is de 'instruction fetch' unit, de laatste de 'write back' unit.

Wat zijn de overige drie units? Laat zien dat parallelisme, waarbij de vijf units parallel kunnen worden uitgevoerd, tot een praktisch 5-voudige versnelling leidt t.o.v. een niet-parallele architectuur.

3. Beschouw een ALU met 4 functies voor twee ingangskanalen A en B. De functies zijn:

- bereken  $A + B$
- bereken 'not A'
- bereken  $A \& B$
- bereken  $A | B$

Elk van deze functies wordt geactiveerd door een aparte 'lijn'. De ALU wordt aangestuurd door twee aanstuurlijnen, die beide 0 of 1 kunnen zijn en die een binaire waarde representeren (van 0 t/m 3).

Ontwerp een decoder waarbij de ingang bestaat uit de twee aanstuurlijnen en de uitgang bestaat uit de vier aanstuurlijnen voor de functies van de ALU:

- waarde 0 activeert functie 1
- waarde 1 activeert functie 2
- waarde 2 activeert functie 3
- waarde 3 activeert functie 4

Merk op: de functionaliteit van de ALU wordt NIET gevraagd. Het is voldoende om de decoder te ontwerpen.

4. In het data-pad zoals dat bij de CPU micro-architectuur wordt gebruikt speelt een aantal standaard registers een rol. Tanenbaum noemt er 10. Een van de registers is bv. het H (Holding) register waarin een operand voor een binaire operatie wordt opgeslagen. Welke zijn de overige standaard registers. Geef met enige steekwoorden aan wat de functies van de standaard registers zijn.

5. De waarde van een byte kan worden gerepresenteerd met 2 hexadecimale getallen. Bv. een byte met waarde 0x12 bevat de bits 0001 0010 (het meest significante bit staat links, het minst significante bit rechts).

De waarde van een byte kan ook worden gerepresenteerd als ASCII characters: 'h' kan als waarde worden opgeslagen in een byte, "hello" is een tekststring die bestaat uit 5 bytes: het eerste (laagste adres) byte een 'h', het laatste (hoogste adres) byte een 'e'.

De volgende waarden zijn achter elkaar opgeslagen in het geheugen van een computer:

```
De 16-bits waarde 0xde
De 32-bits waarde 0xdead
De tekst:          "hello world"
Een byte met waarde 0
```

Hoe zijn deze 18 bytes opgeslagen in het geheugen van

- een little-endian computer

en van

- een big-endian computer?

Geef het antwoord als twee series van 18 bytes, waarbij het byte met het laagste adres (dat is dus het laagste adres van de 16-bits waarde) het eerst is vermeld, en het byte met het hoogste adres (dat is dus het byte met waarde 0) het laatst wordt vermeld. De byte waarden dienen te worden weergegeven als 2 hexadecimale getallen (zoals 0x12), als een ASCII character (zoals 'a'), of als 0.

6. Voor het toekennen van een waarde aan een register of geheugenplaats wordt vaak de 'mov' instructie gebruikt. Voorbeelden van mov-instructies zijn:

```
mov R1, R2    - register 1 krijgt de waarde van register 2
mov a, 2      - geheugenplaats a krijgt de waarde 2
mov R1, 2     - register 1 krijgt de waarde 2
mov R1, a     - register 1 krijgt de waarde van geheugenplaats a
```

In het operand gedeelte van instructies worden registers vaak aangeduid met hun nummer: 1 betekent R1, 2 betekent R2, etc., terwijl namen van geheugenplaatsen worden gecodeerd als hun adres (bv. adres 2 voor variabele a). De rechter operanden in bovenstaande instructies zouden dus altijd 2 kunnen zijn.

Beschrijf hoe de CPU in staat is om instructies zoals de hierboven genoemde van elkaar te onderscheiden. Illustreer je beschrijving door de bovenstaande instructies om te zetten in instructies die als volgt zijn geformatteerd:

```
1e byte: de representatie van de mov-instructie (bedenk zelf [en leg
uit] wat je hier doet);
2e byte: de linker operand: het nummer van het register of het adres
van de geheugenplaats;
3e byte: de rechter operand: het nummer van het register, het adres
van de geheugenplaats of de waarde van het getal;
(aangenomen mag worden dat er geen getallen > 255 worden gebruikt)
```

Voor bovenstaande vier instructies heb je dus 12 bytes ruimte nodig. Neem aan dat variabele a op adres 2 staat, geef dan de 12 getallen die in de 12 bytes zijn opgeslagen.

7. De IJVM virtuele machine gebruikt een stack om tussentijdse resultaten op te slaan, en heeft eenvoudige instructies, zoals:

push a2	- plaats de waarde van variabele a2 bovenop de stack
pop a2	- ken de bovenste waarde v.d. stack toe aan variabele a2 en verwijder dan de bovenste waarde van de stack
add	- haal (verwijder) de bovenste twee waarden van de stack en plaats hun som terug op de stack.
mul	- haal (verwijder) de bovenste twee waarden van de stack en plaats hun product terug op de stack.

Beschouw de expressie

$$a1 = (a1 + a2 + a3) * a4$$

Zet deze expressie zodanig om in instructies voor de IJVM dat de omvang van de stack zo klein mogelijk blijft. Uitgaande van een initieel lege stack, geef na elke instructie aan wat de inhoud van de elementen van de stack is (elementen hebben bijvoorbeeld waarden als: a1, a2 + a1, etc.).

8. Wat is 'backpatchen'? Beschrijf een situatie waarbij backpatchen noodzakelijk is. (Aanwijzing: denk aan het omzetten van een if-statement in assembler-instructies).
9. Beschouw een computer met 16 bit adressen die gebruik maakt van paging. De computer heeft 4 geheugenpagina's van elk 1 kB. Hoe groot is het virtueel geheugen in kB?  
Hoe groot is de page-tabel in bits? (de page tabel bevat per element ook 1 bit die aangeeft of de desbetreffende virtuele pagina al dan niet in een fysieke pagina is geladen)
10. Ontwerp een omega switching network om 4 cpu's en 4 geheugens aan elkaar te koppelen.

## NETWERKEN (40%)

### 11. Fysieke laag

- a. Een manier om de capaciteit van een communicatiekanaal te verhogen is het leggen van meerdere kabels of plaatsen van meerdere antennes. Maar dit is nogal kostbaar. Beschrijf op welke andere drie manieren je de capaciteit kunt verhogen.
- b. Om informatie over een kanaal te transporteren kan modulatie een efficiënte oplossing zijn; dit is afhankelijk van de fysieke eigenschappen (zoals demping) van het kanaal. Wat is eigenlijk modulatie? Beschrijf de drie basis-modulatiemethoden.

- c. De telefonie verbinding naar de eindgebruiker is meestal analoog, maar de rest van het netwerk is wel digitaal. De sampling rate bij telefonie is traditioneel 8000 KHz, dus elke 8000 keer per seconde word het analoge signaal omgezet in een digitaal sample (code). Leg uit waarom dit een geschikte sampling rate is.

#### 12. Datalink laag

Het Ethernet protocol is gebaseerd op CSMA/CD.

- a. Waar staan deze letters CSMA/CD voor? Leg uit wat dit betekent, m.a.w. beschrijf de functionaliteit.
- b. Wanneer alle stations eerst luisteren voordat ze gaan zenden, hoe kan het dan toch gebeuren dat er "botsingen" ontstaan ?
- c. De MTU van een ethernet frame is 1500 bytes. Wat is hiervan de praktische consequentie?

#### 13. Netwerklaag

Er zijn twee typen netwerken : VC-netwerken en datagram-netwerken.

- a. Wanneer een hoge beschikbaarheid van de verbinding vereist is, welk type netwerk heeft dan de voorkeur? Motiveer je antwoord. Bij welk type hoort het IP protocol? Is dit te verklaren wanneer je de historie van het IP protocol beschouwt?
- b. Als (a) maar nu is een minimale en constante vertraging vereist. Welk type netwerk heeft dan de voorkeur en waarom?
- c. Een elementaire forwardingtabel in een VC-netwerk heeft 4 kolommen. Beschrijf deze kolommen.
- d. Veronderstel een IP netwerk dat 8-bit adressen gebruikt. Veronderstel dat een router "longest prefix matching" gebruikt en de volgende forwardingtabel heeft:

```

prefix match  interface
1              0
11             1
111            2
in alle ander gevallen 3

```

Geef voor elk van de vier interfaces het bijbehorende bereik van de ontvangende adressen en het aantal adressen in dat bereik.

- e. Noem de belangrijkste verschillen tussen link state en distance vector padbepalings-algoritmen.

#### 14. Transportlaag

- a. Stel ik woon in een studentenhuis met 4 andere studenten. We hebben allemaal een eigen PC, maar we hebben van onze ISP maar één publiek IP adres gekregen. Door gebruik te maken van NAT kan ik toch het internet op. Leg uit hoe dit werkt.
- b. Bedrijven hebben vaak het beleid om meerdere routers met het internet te verbinden zodat door redundantie de betrouwbaarheid wordt verhoogd. Is dit nog steeds mogelijk wanneer gebruik gemaakt wordt van NAT? Motiveer je antwoord.
- c. Kun je NAT (als boven beschreven) toepassen bij een peer-to-peer protocol?
- d. Wanneer je NAT beschouwt in het licht van het Internet model, welk principieel bezwaar tegen het gebruik van NAT zou je dan kunnen noemen ?