

Tentamen Computer Architectuur

14 januari 2010, 10.00 – 13.00u.

Dit tentamen bestaat uit 4 opgaven, waarmee in totaal 100 punten te behalen zijn. Iedere opgave valt uiteen in verschillende onderdelen. Het maximaal aantal te behalen punten per onderdeel staat vermeld tussen [..].

Het is niet toegestaan andere informatie te raadplegen dan eigen kennis en hetgeen eventueel tijdens het tentamen door de surveillanten verteld of toegelicht wordt.

Tenslotte: vergeet niet je naam te vermelden, beargumenteer ALLE antwoorden (losse getallen, ja/nee, en dergelijke worden NIET gehonoreerd!!!), en schrijf duidelijk. Succes!

Opgave 1 Power consumptie

Gegeven de volgende power consumptie van een aantal computer componenten

Component	Product	Performance	Power
Processor	Sun Niagara 8-core	1.2 GHz	72–79W peak
	Intel Pentium 4	2 GHz	48.9–66W
DRAM	Kingston X64C3AD2 1 GB	184-pin	3.7W
	Kingston D2N3 1 GB	240-pin	2.3W
Hard drive	DiamondMax 16	5400 rpm	7.0W read/seek, 2.9W idle
	DiamondMax Plus 9	7200 rpm	7.9W read/seek, 4.0W idle

- Veronderstel een maximale load voor elke component, en een power supply efficiëntie van 80%, welk wattage moet de server power supply dan leveren aan een systeem met een Intel Pentium 4 chip, 2 GB 240-pin Kingston DRAM, en een 7200 rpm hard drive? [5]
- Hoeveel power zal de 7200 rpm disk consumeren als deze ongeveer 60% van de tijd idle is? [3]
- Gegeven dat de tijd om data van een 7200 rpm disk te lezen ongeveer 75% is van die van een 5400 rpm disk. Bij welke idle time van de 7200 rpm disk is de power consumptie gemiddeld gelijk voor beide disks? [5]

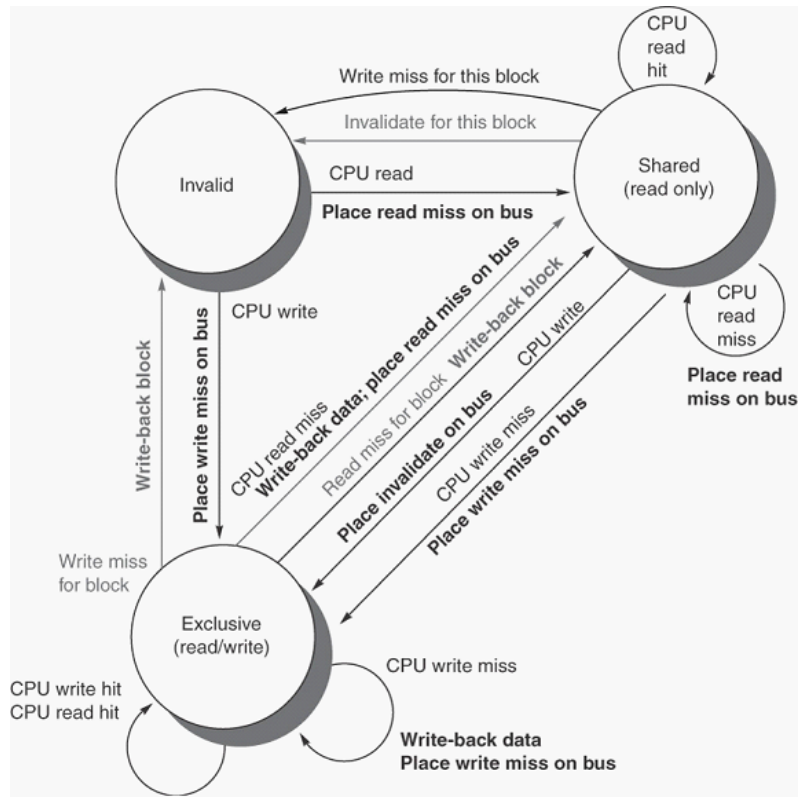
Een kritische factor in het runnen van een server farm is koeling. Als de warmte niet efficiënt genoeg wegvloeit van de computer, zullen de ventilatoren hete lucht in plaats van koele lucht de computer inblazen. Laten we eens kijken naar een aantal ontwerpkeuzes om de noodzakelijke koeling te realiseren, waarbij we gebruik maken van bovenstaande tabel.

- Een koel deur voor een rack kost \$4000 en dissipeert 14 KW (in de computerruimte; extra kosten zijn nodig om de warmte uit die ruimte te krijgen). Hoeveel servers met een Intel Pentium 4 processor, 1 GB 240-pin DRAM, en een enkele 7200 rpm hard drive kun je koelen met een dergelijke deur? [4]
- Je overweegt de fault tolerance voor je hard drive te vergroten. RAID 1 verdubbelt het aantal disks. Hoeveel systemen kun je dan kwijt in een rack met de gegeven koel deur? [3]

- f. Typische server farms kunnen maximaal 2000W per vierkante meter dissiperen. Gegeven dat een server rack een oppervlakte van 1 m² beslaat, hoeveel servers van **d** kunnen dan in zo'n rack gezet worden, en hoeveel koeldeuren zijn noodzakelijk? [5]

Opgave 2 Memory coherence

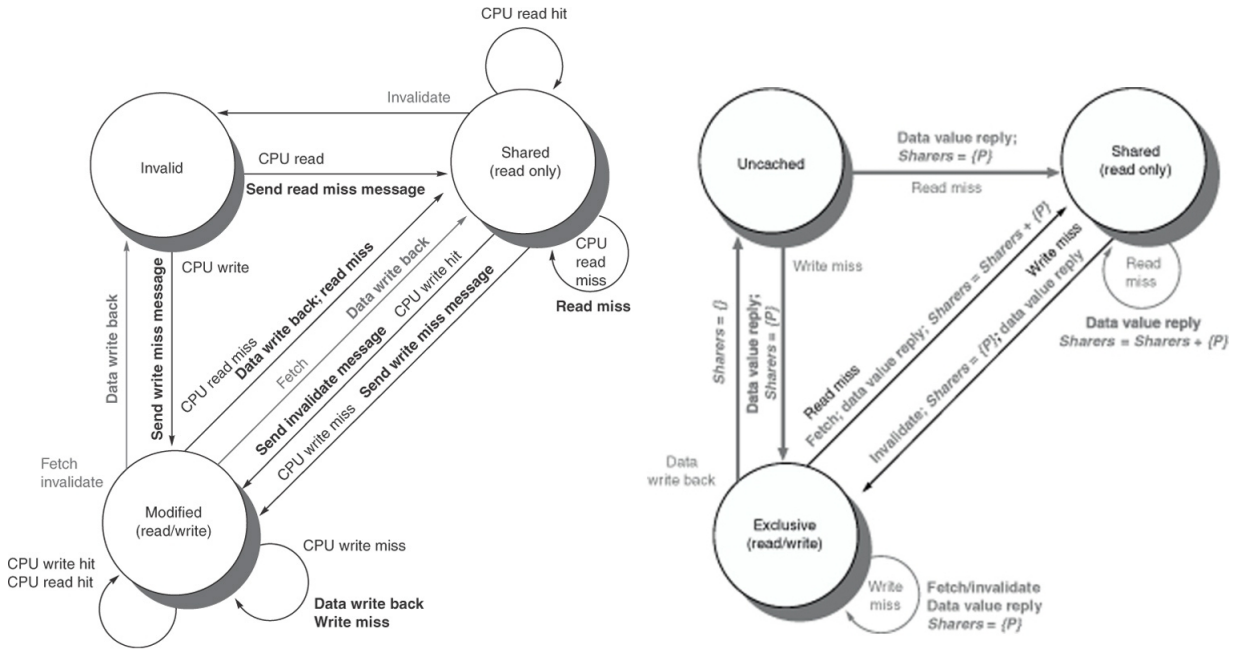
Beschouw een systeem met 2 processoren, ieder met een eigen cache, verbonden door een bus, en een gedeeld geheugen. Verder wordt het snooping coherence protocol gegeven door



- a. Maak een tabel, zoals hieronder als voorbeeld is aangegeven, en vul de verschillende stappen in die achtereenvolgens volgens het snooping protocol uitgevoerd moeten worden, bij de gegeven acties. Neem aan dat adressen A1 en A2 niet hetzelfde zijn, maar wel naar dezelfde cache line mappen. [10]

actie	processor P1			processor P2			bus				geheugen	
	toestand	adres	waarde	toestand	adres	waarde	actie	proc	adres	waarde	adres	waarde
P1: schrijf 10 naar A1												
P1: lees A1												
P2: lees A1												
P2: schrijf 20 naar A1												
P1: schrijf 40 naar A2												

Vervolgens gaan we uit van twee processoren verbonden door een interconnect met ieder een eigen cache en geheugen. In dat geval wordt het simple directory coherence protocol van kracht



b. Maak een tabel, zoals hieronder als voorbeeld is aangegeven, en vul de verschillende stappen in die achtereenvolgens volgens het simple directory protocol uitgevoerd moeten worden, bij de gegeven acties. Neem wederom aan dat adressen A1 en A2 niet hetzelfde zijn, maar wel naar dezelfde cache line mappen. [10]

actie	processor P1			processor P2			interconnect				directory			geheugen
	toestand	adres	waarde	toestand	adres	waarde	actie	proc	adres	waarde	adres	toestand	{procs}	waarde
P1: schrijf 10 naar A1														
P1: lees A1														
P2: lees A1														
P2: schrijf 20 naar A1														
P1: schrijf 40 naar A2														

c. Vergelijk aan de hand van de uitkomsten in a en b beide protocollen. [5]

Opgave 3 Memory hierarchy

In deze opgave bekijken we een aantal componenten van een memory hierarchy zoals die in vele architecturen te vinden is.

- a. Wat is de belangrijkste reden dat er een memory hierarchy in computer architecturen is ontstaan? [5]
- b. Naast 6 basis cache optimalizaties zijn er in het college 11 advanced cache optimalizaties aan bod gekomen. Geef er vijf en beschrijf kort tot welke optimalizatie ieder leidt? [5]
- c. Wat zijn de verschillen tussen SRAM en DRAM? [5]
- d. De ontwikkeling van memory chips is o.a. gegaan van Synchronous DRAM (SDRAM) naar Double Data Rate (DDR SDRAM). Leg uit hoe deze beide ontwikkelingen gerealiseerd zijn en wat zij verbeteren. [5]
- e. Waarom is Error Correction in memories noodzakelijk geworden? [5]

Opgave 4 RAID systemen

Een RAID 10 systeem wordt ook wel "striped mirrors" genoemd, en bestaat uit paren disks, waarbij ieder paar een RAID 1 organisatie heeft, en de data over de paren gestriped wordt. Na een failure kan de reconstructie van een RAID systeem op twee manieren uitgevoerd worden: offline of online. Bij een offline reconstructie worden alle resources van het RAID systeem aangewend om de reconstructie uit te voeren, en wordt geen enkel ander verzoek gehonoreerd. Dit in tegenstelling tot een online reconstructie waarbij dergelijke verzoeken wel afgehandeld worden. Vaak heeft het reconstructie proces in dat geval slechts een deel van de totale bandbreedte van het RAID system tot zijn beschikking.

Veronderstel een RAID systeem met zes 37 GB SCSI disks, ieder met een MTTF van 1,2M uur. Elke disk kan data sequentieel lezen met een pieksnelheid van 142 MB/s en sequentieel schrijven met een piek van 85 MB/s. Neem verder aan dat de disks aangesloten zijn op een Ultra320 SCSI bus met een transferbandbreedte van 320 MB/s. Verder mag verondersteld worden dat elke disk failure onafhankelijk is en mogen andere failures van het systeem buiten beschouwing gelaten worden. In het reconstructie proces is de overhead voor een XOR berekening of een memory copy verwaarloosbaar. Tijdens een online reconstructie veronderstellen we dat het reconstructie proces beperkt is tot het gebruik van een maximale bandbreedte van 10 MB/s.

- a. Stel dat het systeem een RAID 10 systeem is. Teken een eenvoudig diagram dat de layout van de blocks over de 6 disks weergeeft voor dit RAID system. [5]
- b. Als één van de disks faalt zal het RAID 10 systeem een reconstructie uitvoeren. Wat is de verwachte tijd totdat zo'n failure zal optreden? [5]
- c. Welke read en write operaties zijn noodzakelijk om de reconstructie uit te voeren? [5]
- d. Hoelang duurt de reconstructie bij een offline reconstructie? [5]
- e. En hoelang bij een online reconstructie? [5]

#