

Institutt for Datateknikk og Informasjonsvitenskap

Eksamensoppgave i TDT4258 Energieffektive Datamaskinsystemer

Faglig kontakt under eksamen: Magnus Jahre

Tlf.: 952 22 309

Eksamensdato: 19. Mai 2014

Eksamenstid (fra-til): 0900 - 1200

Hjelpemiddelkode/Tillatte hjelpemidler: D (Ingen trykte eller håndskrevne hjelpemidler tillatt. Bestemt, enkel kalkulator tillatt.)

Annen informasjon: -

Målform/språk: Bokmål

Antall sider: 5

Antall sider vedlegg: 0

Kontrollert av:

Dato

Sign

Problem 1 Flervalgsoppgave

20 poeng

Du får 2,5 poeng for hvert riktige svar og 0 poeng hvis svaret mangler. Hvis svaret er feil gis -1 poeng. Kun ett alternativ er riktig.

a) Hvilken av følgende er *ikke* en fordel ved bruk av DMA til dataoverføringer, sammenlignet med å overføre data med CPU?

1. CPU får bedre tid til å gjøre andre oppgaver
2. Strømforbruk kan gå ned
3. Det er lettere å programmere
4. Det er mulig å sette CPU i sovetilstand selv om dataoverføringen er i gang

Riktig svar: Alternativ 3

b) Hvilken av følgende påstander om I/O er *ikke* sann?

1. Interrupts tillater at CPU gjør andre oppgaver mens den venter på I/O
2. Interrupts har høyere energiforbruk enn polling fordi prosessoren ikke kan sove mens den venter på et interrupt
3. Minneavbildet (memory mapped) I/O gjør at I/O-enheter og minne deler samme adresserom
4. Det er vanlig å bruke en interruptkontroller til å samle interruptlinjer fra flere forskjellige I/O-enheter

Riktig svar: Alternativ 2

c) Hva lagres i CPU-ens exceptionvektortabell?

1. Adresser (eller hoppinstruksjoner) til de forskjellige exceptionhandlerene
2. Prioriteringsinformasjon om de forskjellige exceptiontypene
3. Statusinformasjon om en prosess som har blitt avbrutt av en exception
4. Data om hvilken I/O-enhet som var årsaken til en exception

Riktig svar: Alternativ 1

d) Hva er *ikke* riktig om exceptions?

1. En exceptionhandler kjører i privilegert modus
2. En exceptionhandler kan ikke bruke stakken

3. Et interrupt er en vanlig form for exception
4. I en datamaskin med operativsystem så er exceptionhandlerene en del av operativsystemet

Riktig svar: Alternativ 2

e) Hva er hensikten med et prosessorsamlebånd?

1. Redusere latency
2. Øke throughput
3. Forbedre programmerbarhet
4. Muliggjøre exceptionhåndtering

Riktig svar: Alternativ 2

f) Hvilket er ikke en cache miss type?

1. Avbrudd (Interrupt miss)
2. Tvungen (Compulsory miss)
3. Kapasitet (Capacity miss)
4. Konflikt (Conflict miss)

Riktig svar: Alternativ 1

g) Hva er *ikke* riktig om hurtigbuffer (cache)?

1. L1 hurtigbuffer er ofte separert i data- og instruksjonshurtigbuffer
2. Det finnes ofte flere nivåer med hurtigbuffer
3. Hurtigbuffer består av SRAM mens hovedlageret ofte består av DRAM
4. Hurtigbuffer er bare positivt for hastighet, energiforbruket vil alltid øke ved bruk av hurtigbuffer

Riktig svar: Alternativ 4

h) Hva er *ikke* en god grunn til å bruke virtuelt minne med paging?

1. Det muliggjør private adresserom for hver prosess
2. Det muliggjør allokering av sammenhengende virtuelle minneblokker selv om fysisk minne er fragmentert
3. Det muliggjør allokering av mer minne enn det som er tilgjengelig av fysisk minne
4. Det løser problemet med synkronisering av prosesser

Riktig svar: Alternativ 4

Problem 2 Buss

10 poeng

a) Hva er forskjellen på en synkron buss og en asynkron buss?

Løsning: En synkron buss krever en klokke som synkroniserer alle busstransaksjoner. En asynkron buss har ingen klokke, men benytter i stedet handshaking ved hver overføring.

b) Du skal lage en synkron buss for kommunikasjon mellom en master og en slave. Signaler som skal brukes:

- clk
- request
- write_enable
- address
- data_out
- data_in

Anta at slaven kan svare med data allerede påfølgende sykel etter at masteren har gjort en leseforespørsel. Anta også at slaven er rask nok til å akseptere data hver sykel ved en skriveoperasjon.

Vis hvordan du gjør følgende på denne bussen ved hjelp av et timingdiagram:

- Skrive verdien 0xaa til adresse 0x100
- Lese fra adresse 0x200, hvor verdien 0xbb ligger

Merk at det er flere måter å løse oppgaven på, alle fornuftige svar blir godkjent. Beskriv med tekst dersom du gjør antagelser som ikke kommer frem i timingdiagrammet.

Løsning: Figur 1 viser dette.

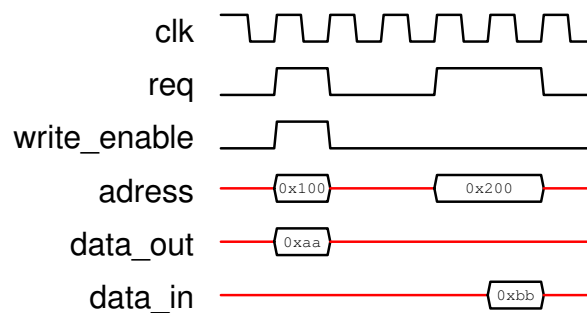


Figure 1: Asynkron buss, four cycle handshake

- c) Et mikrokontrollersystem kan bestå av flere komponenter, koblet sammen med busser. Ofte finnes flere forskjellige typer busser. Hva kan være årsaker til dette?

Løsning: Komponenter som krever høy hastighet kobles på en høyhastighetsbuss, hvor typisk både CPU og minne befinner seg. Dette fordyrer komponentene, så lavhastighetskomponenter sitter oftest på en lavhastighetsbuss som er koblet sammen med høyhastighetsbussen med en bridge. Det kan også være nødvendig med flere typer busser pga at alle komponenter ikke støtter samme busstandard.

Problem 3 OS og toolchain

10 poeng

- a) Hva representeres med en kontroll-dataflytgraf (CDFG)?

Tegn en CDFG for følgende kode:

```
bb1();
for(int i = 0; i < n; i++) {
    bb2();
}
```

Løsning: En CDFG er en grafrepresentasjon av et program, hvor kontrollflyt mellom basic blocks vises. Figur 2 viser dette grafisk.

- b) Gitt følgende C-program:

```
int x = 0;
void f(void) {
    int y = 0;
    int *z = (int*)malloc(sizeof(int));
    ...
}
```

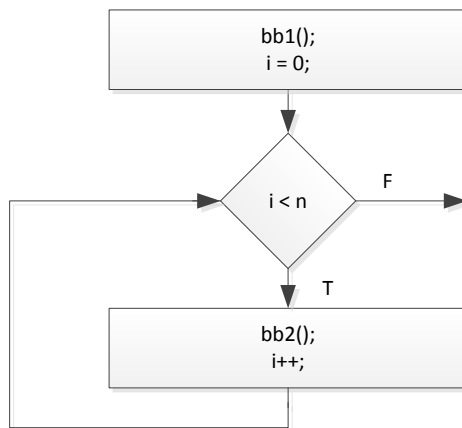


Figure 2: CDFG for Oppgave 3a)

Hva skiller variablene x, y og z med tanke på hvor i minnet de lagres? Hvorfor er det forskjell på hvor variablene lagres?

Løsning: x reserveres i datasegmentet til prosessen. y lagres på stakken. z lagres på heapen. x og y er forskjellige for å kunne støtte rekursive funksjoner.

c) Beskriv hensikten med å skille på privilegerte og upriviligerte moduser i en CPU.

Beskriv hvordan et systemkall typisk implementeres i en moderne datamaskin, og forklar hvordan dette hjelper til å holde privilegert og upriviligert programkode adskilt.

Løsning: Bør få med:

- Kernelspace
- Userspace
- Mekanisme (sammen med bl.a VM) som sørger for isolasjon mellom prosesser (og kjerne)
- Vanlige prosesser må ofte gjøre operasjoner som krever privilegert tilgang (f.eks bruk av en I/O-enhet). Siden vanlige prosesser ikke kjører privilegert så må dette alltid gjøres via OS-kjernen. Syscalls er kjernens grensesnitt mot userspace.

Syscalls implementeres med en SVC- eller SWI-instruksjon. Fører til en exception og dermed kall til en exception handler i operativsystemet som kjører i privilegert modus. Siden en prosess ikke kan installere sine egne exceptionhandlere er vi garantert at bare "godkjent" OS kode kjører privilegert.

Problem 4 Energi

10 poeng

- a) I en digital krets skilles det ofte mellom statisk og dynamisk effektforbruk. Forklar kort hva forskjellen er.

Løsning: Statisk effektforbruk kommer av lekkasjestrømmer i kretsen og er tilstede hele tiden kretsen er koblet til en spenningskilde.

Dynamisk effektforbruk er det forbruket som er resultatet av at porter og vipper switcher. Forbruket kommer av opp- og utladninger av kapasitanser i kretsen ved switching, samt av midlertidige kortslutninger i switcheøyeblikket.

- b) Hvilken rolle har klokkefrekvens og spenning for *effektforbruket* til en digital krets?

Løsning: Klokkefrekvensen påvirker bare dynamisk effekt. Spenning påvirker både dynamisk og statisk effektforbruk.

- c) Hvilken rolle spiller klokkefrekvens og spenning for *energiforbruket* til en prosessor som skal utføre en gitt funksjon?

Løsning: Hvis vi reduserer klokkefrekvensen vil energiforbruket stige. Grunnen til dette er at vi ikke endrer antall switcheoperasjoner, så dynamisk forbruk er det samme. Derimot tar det lengere tid, så statisk forbruk øker.

Hvis vi reduserer spenningen vil både statisk og dynamisk energiforbruk minske.