Operativsystem ID2200/06

omtentamen

2017-12-18 14:00-18:00

Instruktioner

- Du får, förutom skrivmateriel, endast ha med dig en egenhändigt handskriven A4 med anteckningar.
- Svaren skall lämnas på dessa sidor, använd det utrymme som finns under varje uppgift för att skriva ner ditt svar.
- Svar skall skrivas på svenska eller engelska.
- Du skall lämna in hela denna tentamen.
- Inga ytterligare sidor skall lämnas in.

Versioner

Denna tentamen gäller för flera olika omgångar av kurserna ID2200/06. Beroende på vilken kursomgång du följer så skall olika delar av tentamensfrågorna besvaras.

För omtentander i ID2200 gäller följande:

- Registrerade för tentamen på 6hp, VT16 och HT16: besvara frågorna 1-9, inte fråga 10.
- Registrerade för tentamen på 3.8 hp, dvs före VT16: besvara frågorna 1-8, inte 9-10.
- För de som är registrearde för tentamen på 3.8hp men som ännu inte har lab-momentet avklarat kan man besvara även fråga 9 och då få det momentet tillgodoräknat. Fråga 9 hanteras separat, så få poäng på fråga 9 kompensears inte av flera poäng i övriga delar.

För omtentander i ID2206 gäller följande:

- Registrerade för tentamen på 6hp, HT16: besvara frågorna 1-9, inte 10.
- Registrerade för tentamen på 4.5hp, före HT16: besvara frågorna 1-8 och fråga 10
- För de som är registrearde för tentamen på 4.5hp men som ännu inte har lab-momentet avklarat kan man besvara även fråga 9 och då få det momentet delvis tillgodoräknat. Fråga 9 hanteras separat, så få poäng på fråga 9 kompenseras inte av flera poäng i övriga delar.

Betyg för 6hp

Tentamen har ett antal uppgifter där några är lite svårare än andra. De svårare uppgifterna är markerade med en stjärna, *poäng**, och ger poäng för de högre betygen. Vi delar alltså upp tentamen i grundpoäng och högre poäng. Se först och främst till att klara grundpoängen innan du ger dig i kast med de högre poängen.

Notera att det av de 40 grundpoängen räknas bara som högst 36 och, att högre poäng inte kompenserar för avsaknad av grundpoäng. Gränserna för betyg är som följer:

- Fx: 21 grundpoäng
- E: 23 grundpoäng
- D: 28 grundpoäng
- C: 32 grundpoäng
- B: 36 grundpoäng och 12 högre poäng
- A: 36 grundpoäng och 18 högre poäng

Gränserna kan komma att justeras nedåt men inte uppåt.

Gränsen för E är för tentamen på 4.5hp 18 poäng och för 3.8hp tentamen 16 poäng. Gränsen för tillgodoräkning av lab-moment är 12 poäng på fråga 9.

Namn:_____ Persnr:_____

1 Operativsystem

1.1 vad händer här? [2 poäng]

Vad är `foo` och `bar`?

```
$ ls -l
totalt 8
drwxrwxr-x 2    kalle admin  4096 dec  1 11:53 bar
-rw-rw-r-- 1    jonny angels   58 dec  1 11:53 foo
```

Svar: `foo` är en fil och `bar` är en mapp (directory).

1.2 kommandon i ett shell [2 poäng]

Ge en kort beskrivning av vad kommandona nedan gör.

- `ln`
- `chown`
- `less`
- `pwd`

Svar: Slå upp deras betydelse med hjälp av `man`.

Namn:_____ Persnr:_____

2 Processer

2.1 vad är problemet? [2 poäng]

Koden nedan kanske fungerar att kompilera men vi gör ett allvarligt misstag. Vilket fel gör vi och vad skulle kunna hända?

```
#include <stdlib.h>

#define SOME 100  // should be > 2

int *some_fibs() {

  int buffer[SOME];

  buffer[0] = 0;
  buffer[1] = 1;

  for(int i = 2; i < SOME; i++) {
     buffer[i] = buffer[i-1] + buffer[i-2];
  }
  // buffer contains SOME Fibonacci numbers
  return buffer;
}
```

Svar: Arrayen `buffer` är allokerad på stacken och kommer troligtvis att blir överskriven redan vid nästa proceduranrop.

2.2 Intel 80286 [2 poäng*]

I processorn 80286 som lanserades 1982, hade Intel lagt till en privilegierad instruktion `LIDT` (Load Interrupt Descriptor Table). Vad menas det med att instruktionen är privilegierad och varför behöver denna instruktion vara privilegierad?

Svar: En priveligierad instruktion kan bara exekveras i *kernel mode*. Instruktionen kommer sätta en pekare till en tabell (IDT) som anger vad som skall göras vid olika avbrott, detta är ingenting som en användarprocess skall få göra.

Namn:_____ Persnr:_____

3 Schemaläggning

3.1 interaktiva processer [2 poäng]

Antag att vi vill implementera en schemaläggare med bra responstid för interaktiva processer men att vi inte har kunskap om processerna är interaktiva eller inte. Vad är en bra heuristik för att avgöra vilka processer som är interaktiva och hur skulle vi kunna ge dem bättre responstid?

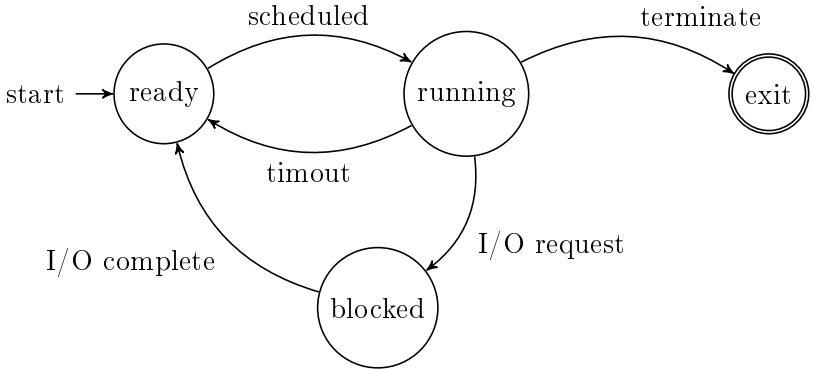
Svar: En bra heuristik är att kategorisera processer som gör mycket I/O som interaktiva. Vi skulle kunna implementera flera prioritetsnivåer där processer som gör I/O får behålla eller förbättra sin prioritet medan processer som konsumerar sin tidslucka utan att göra I/O sakta förlorar i prioritet. Ett exempel på en sådan schemaläggare är MLFQ.

Namn:_____ Persnr:_____

3.2 tillståndsdiagram [2 poäng]

Här följer ett tillståndsdiagram för processer vid schemaläggning. Fyll i de markerad delarna så att man förstår vad tillstånden betyder och när en process förs mellan olika tillstånd.

Svar:



3.3 stride scheduling [2 poäng*]

Man skulle kunna implementera en *stride scheduler* genom att ha alla processerna i en lista ordnad efter ett s.k. *pass value*. Den process som är först i listan väljs som den process som skall exekverar. När processesn har exekverats så skall den läggas in i listan igen, på vilken position skall den läggas in?

Svar: Varje process har ett *stride value* som adderas till dess *pass value*. När processens läggs in i listan så kommer den sorteras i på rätt position givet det nya värdet.

Namn:_____ Persnr:_____

4 Virtuellt minne

4.1 segmentering [2 poäng]

När man använder segmentering för att hantera fysiskt minne så kan man få problem med extern fragmentering. Detta undviks om man istället använder s.k. paging. Varför kan vi undvika extern fragmentering med hjälp av paging?

Svar: Eftersom alla ramar är lika stora och en process kan tilldelas vilken ram som helst så kan en ram alltid användas. Det finns med andra ord inga luckor som är för små för att användas.

4.2 ett träd [2 poäng]

Vid representation av en *sidtabell* (page table) så används en trädstruktur. Varför har man en trädstruktur, det skulle gå betydligt snabbare att slå upp ett värde om man representerade tabellen som en *array* med direkt åtkomst till elementen. Ett träd ger oss bara en eller flera indirektionssteg så varför använda ett träd?

Svar: Vi behöver inte representera hela tabellen utan bara den bråkdel av den virtuella adressrymden som används. Detta ger oss en betydligt mindre datastruktur att hantera - viktigt för en 32-bitars adressrymd och helt avgörande för en rymd på 64-bitar.

Namn:_____ Persnr:_____

4.3 x86_64 adressering [2 poäng*]

I en x86-processor i 64-bitarsmode så innehåller ett PTE en ramadress på 40 bitar. Denna kombineras med den virtuella adressens offset på 12 bitar till en fysisk adress. Detta blir 52 bitar men en process har endast 48-bitars virtuellt minne. Vilken fördel får vi genom att ha en 52-bitars fysisk adress?

Svar: En enskild process kan visserligen inte adressera mer än 48-bitars adressrymd men vi kan ha flera processer i minnet samtidigt. Om vi var begränsade till 48-bitars fysiskt minne skulle vi inte kunna ha mer än 64 Gibyte i RAM.

5 Minneshantering

5.1 malloc() [2 poäng]

I Linux (och alla Unix dialekter) så är malloc en biblioteksrutin och inte ett systemanrop. Varför är det en biblioteksrutin? Vore det inte snabbare om vi anropade systemanropet direkt, det är ju operativsystemet som hanterar allt minne i alla fall?

Svar: Ett systemanrop är dyrt. Vi kan göra en betydligt effektivare minneshanterare om vi gör några få systemanrop där vi begär mer minne än vi behöver för stunden och hanterar allokering av detta internt i processen.

5.2 vem är din buddy [2 poäng]

Antag att vi använder buddy-allokering och har minsta block på 16 bytes. Om vi frigör ett block på 32 bytes som har nummer 0b001010, vilket block är då vår buddy?

Svar: Blockets buddy är på 32 bytes och ligger på 0b001000.

5.3 adressorterad [2 poäng*]

Antag att vi implementerar en minneshanterare och länkar de fria blocken i en enkellänkad lista. Om vi håller denna lista sorterad på adressordning så kanske vi kan hitta block som skall slås ihop när ett block frigörs. Hur skulle implementationen se ut, hur hittar vi block som kan slås ihop?

Svar: Om vi har information om de fria blockens storlek (som vi kommer att behöva i vilket fall som helst), så kan vi traversera listan och hitta mellan

vilka två block som det frigjorda blocket skall läggas in. Om den föregående blockets adress pluss dess storlek är lika med det frigjorda blockets adress så kan dess två slås ihop. Om det frigjorda blockets adress pluss dess storlek är lika med nästkommande block så kan dessa slås ihop. I bästa fall kan alla tre blocken slås ihop.

Namn:_____ Persnr:_____

6 Flertrådad programmering

6.1 count [2 poäng]

Om vi exekverar proceduren `hello()` nedan samtidigt i två trådar så blir resultatat - ja vad blir resultatet? Hur kan det komma sig?

```
int loop = 10;

void *hello() {
  int count = 0;

  for(int i = 0; i < loop; i++) {
      count++;
  }
  printf("count is: %d", count);
}
```

Svar: Variabeln `count` är lokal på stacken i vardera tråd. Båda trådarna kommer räkna upp sin variabel till 10 och sen skriva ut resultatet.

6.2 saker på högen [2 poäng]

Om vi har ett flertrådat program så kan naturligtvis trådarna läsa och skriva till globala variabler och därmed arbeta med gemensamma datastrukturer. Hur är det med datastrukturer som en tråd allokerar på heapen, kan dessa läsas och skrivas från andra trådar?

Svar: Ja, det enda som krävs är att tråden som allokerat strukturerna på något sätt ger en pekare till dessa. Det kan med lätthet göras via en global variabel.

Namn:_____ Persnr:_____

6.3 thread local storage [2 poäng*]

Antag att vi implementerar en minnes hanterare (alloc/free) där vi använder nedanstående konstruktion för att hantera frilistan. Vilka fördelar och eventuell nackdelar skulle detta medföra?

```
__thread  chunk *free = NULL;

void free(void *memory) {
  if(memory != NULL) {
    struct chunk *cnk = (struct chunk*)((struct chunk*)memory - 1);
    cnk->next = free;
    free = cnk;
  }
  return;
}
```

Svar: Varje tråd kommer ha sin egen fr ilista vilket gör att de kan frigöra block utan synkornisering. Trådarna kan även återfå sina egna block vilka då har en större chans att finnas i cachen. En nackdel kan vara att vi får en obalans, att en tråd har slut på fria block medan andra trådar har flera som skulle kunna användas.

Namn:_____ Persnr:_____

7 Filsystem och lagring

7.1 rpm [2 poäng]

De finns hårdiskar med olika prestanda, en sak som skiljer dem är hur snabbt de roterar. Vad har rotationshastigheten för betydelse, vad förbättras och vad kan komma att försämras?

Svar: Den s.k. accesstiden, tiden det tar för disken att snurra fram rätt sektor, minskar med rotationshastigheten. Läshastigheten ökar också eftersom vi kan röra oss över flera sektorer på samma tid. När rotationshastigheten ökar så kan det vara så att begränsningar i läshuvudet gör att vi inte kan lagra information lika tätt på hårddisken. Det skulle betyda att vi har färre sektorer på en disk och totalt sett en mindre mängd data. Disken blir troligtvis även dyrare eftersom det krävs bättre precision i mekaniken.

7.2 vad var [2 poäng]

Antag att vi har ett enkelt filsystem utan journal där vi skriver direkt till inoder, bitmappar och datablock. Antag att vi skall skriva till en fil och behöver ytterligare ett datablock. Vilka strukturer kommer att ändras och vilken förändring skall genomföras.

Svar: Bitmapen för datablock skall uppdateras så att det nya datablocket beskrivs som upptaget. Inoden för filen skall uppateras med: en referens till det nya datblocket, filens längd och när uppdateringen skedde. Datablocket skall uppdateras med det vi skriver till filen.

Namn:_____ Persnr:_____

7.3 loggbaserade fs [2 poäng*]

I ett loggbaserar filsystem skriver vi alla förändringar i en kontinuerlig logg utan att göra förandringar i de redan existerande block som en fil har. Vad är poängen med att hela tiden skriva nya modifierade kopior av datablock istället för att gå in och göra de små förändringar som vi vill göra? Om det är bättre, är det något som blir sämre?

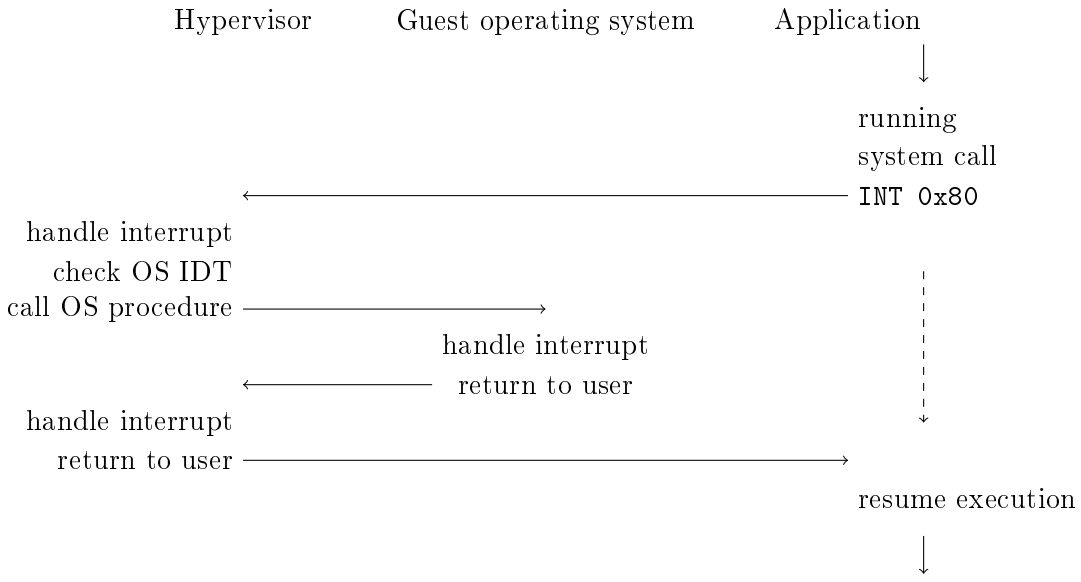
Svar: Genom att hela tiden skriva i slutet på loggen behöver vi inte röra skrivhuvudet. Om vi skall skriva på alla enskilda block så måste vi föra skrivhuvudet fram och tillbaks vilket kommer vara en stor nackdel. Vi betalar priset när vi skall läsa en fil som i värsta fall nu är utspridd över hela disken.

Namn:_____ Persnr:_____

8 Virtualisering

8.1 ett system anrop [2 poäng]

När vi gör ett systemanrop i en användarprocess i ett virtualiserat operativsystem så kommer kontroll föras mellan: användrarprocessen, det virtualiserade operativsystemet och hypervisorn. Visa i ett sekvensdiagram vad som händer från det att användarprocessen exekverar `INT 0x80` tills det att den får tillbaks kontrollen.



Svar:

8.2 sätta IDT [2 poäng*]

När en hypervisor startar ett virtualiserat operativsystem så kommer det virtualiserade systemet med all säkerhet vilja sätta det register som pekar ut den IDT som den vill använda. Vad är problemet och hur man kan lösa det?.

Svar: Om det virtualiserade operativsystemet kör i user mode så kommer hypervisorn få ett avbrott när IDT skall sättas eftersom det är en privilegierad instruktion. Hypervisorn sparar en pekare till den IDT som systemet vill använda så att den vet vilka rutiner som det virtualiserade systemet vill kör. När vi sedan får avbrott så kan vi låta det virtualiserade operativsystem köra sina rutiner i user mode.

Namn:_____ Persnr:_____

9 Implementering

9.1 minnesmappning [2 poäng]

Nedan följer en, något förkortad, utskrift av en minnesmappning av en körande process. Beskriv kortfattat vad varje segment markerat med `???` fyller för roll.

```
> cat /proc/13896/maps

00400000-00401000 r-xp 00000000 08:01 1723260            .../gurka ???
00600000-00601000 r--p 00000000 08:01 1723260            .../gurka ???
00601000-00602000 rw-p 00001000 08:01 1723260            .../gurka ???
022fa000-0231b000 rw-p 00000000 00:00 0                  [???]
7f6683423000-7f66835e2000 r-xp 00000000 08:01 3149003    .../libc-2.23.so ???
    :
7ffd60600000-7ffd60621000 rw-p 00000000 00:00 0          [???]
7ffd60648000-7ffd6064a000 r--p 00000000 00:00 0          [vvar]
7ffd6064a000-7ffd6064c000 r-xp 00000000 00:00 0          [vdso]
ffffffffff600000-ffffffffff601000 r-xp 00000000 00:00 0  [vsyscall]
```

Svar: De första tre segmenten är: kod, read-only data och global data för processen `gurka`. Efter det har vi ett segment för processens *heap*. Segmentet markerat med `libc-2.23.so` är ett delat bibliotek. I den övre regionen hittar vi processens stack.

Namn:_____ Persnr:_____

9.2 fork [2 poäng]

Om vi kör programmet nedan, vad kommer att skrivas ut på skärmen? Varför?

```
int x = 0;

int main() {

  int pid;

  pid = fork();

  if(pid == 0) {
    printf("child: x is at %p\n", &x);
  } else {
    printf("mother: x is at %p\n", &x);
    wait(NULL);
  }

  return 0;
}
```

Svar: Vi kommer få två utskrifter med samma adresser. De två processerna har egna kopior av det virtuella adressutrymmet.

Namn:_____ Persnr:_____

9.3 pipes [2 poäng]

Vi kan enkelt (typ enkelt) göra en `fork()` och sen sätt upp `stdin` och `stdout` för de båda processerna kommunicerar via en s.k. *pipe*. Hur kan vi få två processer att göra det samma om det inte är vi som skapar den andra processen via `fork()`. Hur kan en process skapa en pipe som en annan process skall läsa från?

Svar: Den ena processen registrerar en pipe under ett filnamn med hjälp am `mkfifo()`. Om filnamnet är känt kan den andra processen öppna den som om det vore en fil.

Namn:_____ Persnr:_____

9.4 en mapp [2 poäng]

En mapp i Linux representeras på samma sätt som en fil dvs med en inode som pekar ut ett datablock där datablocket innehåller namn och referenser till filer som ligger i mappen. Det betyder att vi använder samma systemanrop när vi vill läsa en mapp som när vi läser en fil - sant eller falskt? Motivera.

Svar: Falskt - även om mappar representeras med hjälp av samma structurer som en fil så är det konceptuellt en anna sak. Vi använder anrop som `opendir()` och `readdir()` för att läsa innehållet i en map.

9.5 sbrk() och sen då [2 poäng]

Man kan använda systemanropet `sbrk()` för att allokera mer utrymmer för heapen men hur kan en process lämna tillbaks minne?

Svar: Genom att sätta toppen av heapen explicit genom att använd systemanropet `brk()` eller `sbrk()` med ett negativt värde.

Namn:_____ Persnr:_____

9.6 en billig operation [2 poäng]

Nedan är ett utsnitt från ett program som implementerar *klock-algoritmen*. Koden visar på varför klock-algoritmen är billigare än implementationen av LRU. Vad skulle vi gjort i motsvarande fall om vi implementerat LRU?

```
    :
if(entry->present == 1) {
  entry->referenced = 1
} else {
  :
}
```

Svar: I motsvarande kod skulle vi länka ut ett entry och lägger det sist i en dubbellänkad lista. Detta skulle kräva flera minnes operationer, något som vi nu slipper.

Namn:_____ Persnr:_____

9.7 execlp() [2 poäng*]

I programmet nedan anropar vi biblioteksproceduren `execlp()` som ersätter den körande processens programkod. Här använder vi det för att anropa `/bin/ls` och skriva ut dels aktuell mapp (*current directory*), dels användarens hemma-mapp. Varför kommer detta inte att fungera?

```
int main() {

  int pid = fork();

  if(pid == 0) {

    char cwd[1024];
    getcwd(cwd, sizeof(cwd));
    printf(" This is the current directory: \n");
    execlp("/bin/ls", "/bin/ls", &cwd, NULL);

    printf(" This is your home directory: \n");
    execlp("/bin/ls", "/bin/ls", getenv("HOME"), NULL);

  } else {
    wait(NULL);
  }
  return 0;
}
```

Svar: Proceduren `execlp()` kommer att ersätta processens minnessegment med kod och data från programmet `/bin/ls`. Koden efter det första anropet till `execlp()` kommer därför aldrig att köras. Endast den aktuella mappen kommer att listas.

Namn:_____ Persnr:_____

9.8 sockets [2 poäng*]

När vi vill kommunicera mellan två processer kan vi använda så kallade *sockets*. Dessa finns i flera versioner bland annat `SOCK_STREAM` och `SOCK_DGRAM`. Beskriv skillnaden mellan dessa olika varianter.

Svar:

9.9 delat minne [2 poäng*]

Processer i ett Unix-system kan kommunicera med varandra via flera olika kanaler. De kan även dela minnesareor på liknande sätt som två trådar i en process can dela *heap* och global data. Hur kan vi få två processer att dela minne?

Svar: Vi kan använda systemanropet `mmap()` som mappar en fil i det virtuella minnet. Om två processer mappar samma fil och anger att den är delad mellan processer är det den ene skriver direkt synligt för den andre. Vi kan även ange att en process skall dela minnesutrymme med din moderprocess om vi använder `clone()` istället för `fork()`.

Namn:_____ Persnr:_____

9.10 context [2 poäng*]

Med hjälp av bibliotektsanropet `getcontext()` kan en process spara undan sitt eget så kallade *context*. Vi skulle kunna bygga upp ett bibliotek som lät oss skapa nya exekverande trådar och växla mellan dessa manuellt genom att en exekverande tråd anropade en schemaläggare.

Varför skulle vi vilja bygga upp ett liknande bibliotek, finns det några fördelar? Vad skulle nackdelarna vara?

Svar: Vi skulle får ett trådbibliotek där trådarna hanterades av processen själv. Ett byte mellan två trådar skulle ta betydligt mindre tid än det skulle ta om vi lät operativsystemet växla mellan trådarna (som sker i pthread-bibioteket). Vi skulle kunna undvika många synkroniseringsproblem eftersom vi skulle veta att bara en tråd exekverade åt gången.

En nackdel skulle vara att vi inte skulle kunna utnyttja en processor med flera kärnor. Vi skulle också bli helt blockerade om en av våra trådar gjorden en I/O-operation.

Namn:_____ Persnr:_____

10 Bara för omtentamen i ID2206 reggade före HT16 (4.5hp tentamen)

10.1 NFS och AFS [2 poäng]

NFS och AFS två exempel på distribuerade filsystem. Vad gör dessa system för att effektivisera skrivning och läsning av filer och vilka problem medför det?

Svar: Båda systemen håller lokala kopior av öppna filer på den klient som har öppnat filen. Läsningar och skrivningar kan då göras lokalt. Problem uppstår då flera klienter öppnar samma fil och skrivingar som gör av den ene inte omedlbart blir synliga för den adre eller ännu värre då skrivoperationer uppfattas som gjorda i olika ordning. Det blir ett problem att upprätthålla den sekvensiella semantik som vi är vana vid.

10.2 saltade lösenord [2 poäng]

När lösenord lagras i krypterad form på en server så används ofta ett så kallat *salt*. Vad har saltet för funktion?

Svar: Saltet är ett unikt värde som lagras tillsammans med det krypterade summan av lösenordet och saltet. Detta förhindrar att en angripare kan jämföra krypterade lösenord mot en databas med färdigkrypterade ord s.k. ordboksattack.

Namn:_____ Persnr:_____

10.3 multiprocessor [2 poäng*]

Om vi har en multiprocessor så måste en schemaläggare naturligtvis kunna låta processer köra på de olika processornerna. Vi kan dock göra bättre eller sämre schemalägging, beskriv en aspekt som vi måste ta hansyn till och hur vi anpassar schemaläggaren.

Svar: Vi måste till exempel ta hänsyn till vilken kärna en process körde på senast och i möjligaste mån låta processen köra på samma kärna får att förbättra cache-prestanda. Schemaläggaren kan ha en kö per kärna och endast flytta processer mellan kärnor om balansen blir alltför snedfördelad.

10.4 at-least-once [2 poäng*]

Om vi har en implementering av RPC som erbjuder "at-least-once" så kan vi få problem när vi implementerar en tjänst. Vad är problemet och hur löser man det?

Svar: LANGProblemet är att anrop til tjänsten kan dubbleras och utför a mer än en gång. Man löser det genom att enbart ha s.k. idepotenta operationer dvs operationer som kan processas flera gånger utan att tillståndet förändras mer än vid första anropet.