TDIU11 – Föreläsning 7

Repetition/utblickar

Filip Strömbäck

LINKÖPING UNIVERSITY

Planering

Vecka	Föreläsning	Seminarie
3	Processer och trådar	—
4	Minneshantering	Challenge 1: Schemaläggning
5	Virtuellt minne	Artikel 1: Schemaläggning
6	Filsystem och lagring	Challenge 2: Virtuellt minne
7	Säkerhet	Challenge 3: Filsystem
8	Repetition/utblickar	Artikel 2: Filsystem
9	—	Challenge 4: Säkerhet
10	Tentaförberedelse	Challenge 5: Repetition
11	(omtenta-p)	Artikel 3: Säkerhet (reserv)

Information

Första delarna av föreläsningen är upplagd i form av ett längre exempel som gås igenom på tavlan. Bilderna här agerar huvudsakligen som en sammanfattning av observationer och beräkningar. Motiveringen till dessa framgår alltså inte nödvändigtvis tydligt i bilderna. Informationen i bilderna bör dock vara tillräcklig för att kontrollera egna beräkningar.

LINKÖPING UNIVERSITY

Parametrar för vårt system

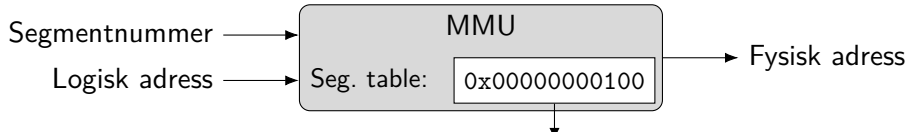
RAM:

- Virtuell adressrymd: 64 bitar, 48 bitar användbart (256 TiB)
- Fysisk adressrymd: 44 bitar (16 TiB)
- Accesstid: 10 ns

Disk (SSD):

- Fysisk blockstorlek: 1 KiB
- Storlek: 8 TiB
- Accesstid: 10 µs

Segmentering

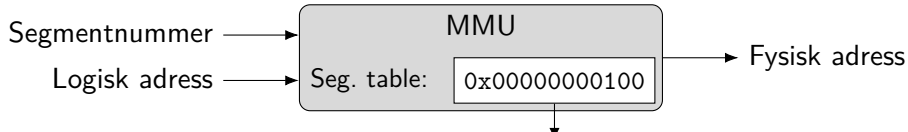


Seg	Base	Limit
0	0x00100000000	0x00180000000
1	0x00200000000	0x00280000000
2	0x00180000000	0x001A0000000

Hur många segment?

Hur stor blir segmenttabellen?

Segmentering



Seg	Base	Limit
0	0x00100000000	0x00180000000
1	0x00200000000	0x00280000000
2	0x00180000000	0x001A0000000

Hur många segment? Ex. första 8 bitar för 256 aktiva segment

Hur stor blir segmenttabellen? $256 \cdot 2 \cdot 8 = 4$ KiB

Paging

Vad är en lämplig page-storlek?

- Stora pages $\Rightarrow$ mycket intern fragmentering
- Små pages $\Rightarrow$ många nivåer av page-tabell, hög overhead

Vi testar 4 KiB till att börja med

Paging – 4 KiB

- Page-storlek: 4 KiB, 12 bitar
- Hur stor behöver varje rad vara?

- Hur många rader får plats i page-tabell?

- Hur många nivåer behöver vi?

Paging – 4 KiB

- Page-storlek: 4 KiB, 12 bitar
- Hur stor behöver varje rad vara?
  44 - 12 = 32 ⇒ vi behöver plats för minst 1–2 bitar per rad, 4 bytes/rad fungerar inte, vi väljer 8 bytes/rad (**dock mycket overhead**)
- Hur många rader får plats i page-tabell?
  4 KiB / 8 bytes = 2^9 rader
- Hur många nivåer behöver vi?
  4 nivåer:

9	9	9	9	12

Paging – 16 KiB

- Page-storlek: 16 KiB, 14 bitar
- Hur stor behöver varje rad vara?

- Hur många rader får plats i page-tabell?

- Hur många nivåer behöver vi?

Paging – 16 KiB

- Page-storlek: 16 KiB, 14 bitar
- Hur stor behöver varje rad vara?
  44 - 14 = 30 $\Rightarrow$ vi behöver plats för minst 1–2 bitar per rad, 4 bytes/rad går om vi klarar oss på 2 bitar/rad
- Hur många rader får plats i page-tabell?
  4 KiB / 4 bytes = 2^{10} rader
- Hur många nivåer behöver vi?
  3 nivåer:

10	12	12	14

Accesstid — Bara paging

Kom ihåg:

- Vi använder TLB som cache för uppslagning i page-tabell
- Accesstid, TLB: ε (försumbar)
- Accesstid, RAM: $t = 10$ ns
- Nivåer i page-tabell: $n = 3$
- Hit-ratio: $\alpha = 90\%$

Tänk: Vi gör detta många (100) gånger, räknar medelvärde.

Ekvivalent med:

$$\begin{aligned}\text{EAT} &= \alpha \cdot t_{good} + (1 - \alpha) \cdot t_{bad} \\ \text{EAT} &= \alpha \cdot (\varepsilon + t) \\ &\quad + (1 - \alpha) \cdot (\varepsilon + n \cdot t)\end{aligned}$$

Accesstid — Bara paging

Kom ihåg:

- Vi använder TLB som cache för uppslagning i page-tabell
- Accesstid, TLB: ε (försumbar)
- Accesstid, RAM: $t = 10$ ns
- Nivåer i page-tabell: $n = 3$
- Hit-ratio: $\alpha = 90\%$

Tänk: Vi gör detta många (100) gånger, räknar medelvärde.

Ekvivalent med:

$$\begin{aligned}\text{EAT} &= \alpha \cdot t_{good} + (1 - \alpha) \cdot t_{bad} \\ \text{EAT} &= 0.9 \cdot (\varepsilon + 10 \text{ ns}) \\ &\quad + 0.1 \cdot (\varepsilon + 4 \cdot 10 \text{ ns}) \\ &= 13 \text{ ns}\end{aligned}$$

Accesstid — Virtuellt minne

- Accesstid, TLB: ε (försumbar)
- Accesstid, RAM: $t_1 = 10$ ns
- Accesstid, Disk: $t_2 = 10$ µs
- Nivåer i page-tabell: $n = 3$
- Hit-ratio, TLB: $\alpha_t = 90\%$
- Hit-ratio, RAM: $\alpha_r = 99\%$

Tänk: Räkna först EAT för *en* RAM-access ($\hat{t}_1$), sedan tar vi hänsyn till TLB:

$$\begin{aligned}\hat{t}_1 &= \alpha_r \cdot t_1 \\ &\quad + (1 - \alpha_r) \cdot (t_1 + t_2) \\ \text{EAT} &= \alpha_t \cdot (\varepsilon + \hat{t}_1) \\ &\quad + (1 - \alpha_t) \cdot (\varepsilon + n \cdot \hat{t}_1)\end{aligned}$$

Accesstid — Virtuellt minne

- Accesstid, TLB: ε (försumbar)
- Accesstid, RAM: $t_1 = 10$ ns
- Accesstid, Disk: $t_2 = 10$ µs
- Nivåer i page-tabell: $n = 3$
- Hit-ratio, TLB: $\alpha_t = 90\%$
- Hit-ratio, RAM: $\alpha_r = 99\%$

Tänk: Räkna först EAT för *en* RAM-access ($\hat{t}_1$), sedan tar vi hänsyn till TLB:

$$\begin{aligned}\hat{t}_1 &= 0.99 \cdot 10 \text{ ns} \\ &\quad + 0.01 \cdot (10 \text{ ns} + 10 \text{ µs}) \\ &\quad \approx 110 \text{ ns} \\ \text{EAT} &= \alpha_t \cdot (\varepsilon + \hat{t}_1) \\ &\quad + (1 - \alpha_t) \cdot (\varepsilon + n \cdot \hat{t}_1)\end{aligned}$$

Accesstid — Virtuellt minne

- Accesstid, TLB: ε (försumbar)
- Accesstid, RAM: $t_1 = 10$ ns
- Accesstid, Disk: $t_2 = 10$ µs
- Nivåer i page-tabell: $n = 3$
- Hit-ratio, TLB: $\alpha_t = 90\%$
- Hit-ratio, RAM: $\alpha_r = 99\%$

Tänk: Räkna först EAT för *en* RAM-access ($\hat{t}_1$), sedan tar vi hänsyn till TLB:

$$\begin{aligned} \hat{t}_1 &\approx 110 \text{ ns} \\ \text{EAT} &= 0.9 \cdot (\varepsilon + 110 \text{ ns}) \\ &\quad + 0.1 \cdot (\varepsilon + 4 \cdot 110 \text{ ns}) \\ &\approx 143 \text{ ns} \end{aligned}$$

LINKÖPING UNIVERSITY

Parametrar för vårt system

Disk (SSD):

- Fysisk blockstorlek: 1 KiB
- Storlek: 8 TiB
- Accesstid: 10 µs

Blockstorlek och storlek på filsystemet

1 KiB block ger:

- För 32-bitar blocknummer: $2^{32} \cdot 2^{10} = 2^{42} = 4$ TiB
- Vi har $2^{43}/2^{10} = 2^{33}$ block
- För stor disk för 1 KiB block och 32-bitars index

4 KiB block ger:

- För 32-bitar blocknummer: $2^{32} \cdot 2^{12} = 2^{44} = 16$ TiB
- Vi har $2^{43}/2^{12} = 2^{31}$ block
- Fungerar bra upp till 16 TiB.

Vi använder 4 KiB logiska block fortsättningsvis

FAT

Kom ihåg:

- Fungerar som länkad allokering
- Men, länkar samlade på ett ställe, i FAT
- Vill ha FAT i RAM för bra prestanda

Hur stor blir FAT för 8 TiB disk med 4 KiB logiska block, 32-bitars pekare?

FAT

Kom ihåg:

- Fungerar som länkad allokering
- Men, länkar samlade på ett ställe, i FAT
- Vill ha FAT i RAM för bra prestanda

Hur stor blir FAT för 8 TiB disk med 4 KiB logiska block, 32-bitars pekare?

- Antal block: $2^{43}/2^{12} = 2^{31}$
- Totalt: $2^{31} \cdot 2^2 = 2^{33}$ bytes $= 8$ GiB

Hur minskar vi storleken av FAT?
Vad är maximal filstorlek?

Indexerad, 1 nivå

Kom ihåg:

- Fungerar som 1 nivå paging
- Indexblock innehåller pekare till block med data

Vad är maximal filstorlek?
8 TiB disk, 4 KiB logiska block, 32-bitars pekare.

Indexerad, 1 nivå

Kom ihåg:

- Fungerar som 1 nivå paging
- Indexblock innehåller pekare till block med data

Vad är maximal filstorlek?
8 TiB disk, 4 KiB logiska block, 32-bitars pekare.

- Antal pekare i indexblock: $2^{12}/2^2 = 2^{10}$
- Maximal filstorlek: $2^{10} \cdot 2^{12} = 2^{22}$ bytes $= 4$ MiB

Hur ökar vi maximal filstorlek?

Indexerad, 2 nivåer

Vad är maximal filstorlek?

8 TiB disk, 4 KiB logiska block, 32-bitars pekare.

Indexerad, 2 nivåer

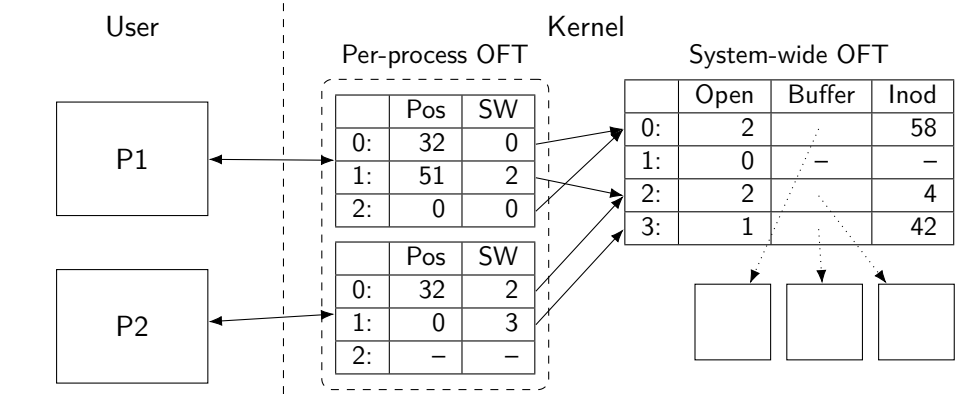
Vad är maximal filstorlek?

8 TiB disk, 4 KiB logiska block, 32-bitars pekare.

- Antal pekare i indexblock på 1:a nivå: $2^{12}/2^2 = 2^{10}$
- Antal pekare i indexblock på 2:a nivå: $2^{10} \cdot 2^{10} = 2^{20}$
- Maximal filstorlek: $2^{20} \cdot 2^{12} = 2^{32}$ bytes $= 4$ GiB

Hur stor plats tar indexblock för att lagra en fil som innehåller 10 bytes? För 5 MiB?

Fildeskriptorer



LINKÖPING UNIVERSITY

Virtualisering

Finns olika paradigmer:

- Virtualisering av hela systemet:
  - Icke-modifierat OS kan köras
  - Dyrt utan hårdvarustöd
- Virtualisering av user-mode:
  - Paravirtualisering
  - Olika maskiner delar samma kernel
  - Liknande idé som *containers*

Program som hanterar maskiner kallas *hypervisor*

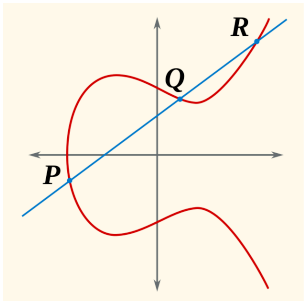
Finns olika typer:

- Typ-1
  - Körs som lager utanför OS
  - T.ex. KVM, Hyper-V
- Typ-2
  - Kör som vanligt program inuti OS
  - VMWare, VirtualBox, ...

LINKÖPING UNIVERSITY

Kryptografi — Elliptiska kurvor

- Kurva, *generatorpunkt* G
- Enligt bilden: $P + Q = R$
- Heltal $\Rightarrow$ punkt: $kP = P + P + \cdots + P$
- Nyckelpar: k privat, heltal, $K = kG$
- Generera delad hemlighet (avsändare):
  $r =$ slumptal, hemlig, $R = rG$, $s = rK$
- Hitta hemlighet (mottagare):
  $s = kR$, vilket är
  $s = kR = krG = rkG = rK$



example elliptic curves, CC-SA, `https://commons.wikimedia.org/wiki/File:ECClines.svg`

Filip Strömbäck

www.liu.se

LINKÖPING UNIVERSITY