

Memòria Virtual

Unitat 6 - Nel Banqué Torné

Introducció: Què és la memòria virtual?

La **memòria virtual** és una tècnica que permet al sistema operatiu executar programes que no caben a la Memòria Principal (MP). Aquesta funció es basa en la transferència de dades entre Memòria Principal i Memòria Secundària (p. ex., disc dur), assegurant que la informació necessària estigui disponible en cada moment.

Objectiu principal

- Millorar l'eficiència del sistema operatiu permetent que els processos accedeixin a informació de manera dinàmica i eficient.
-

Avantatges i inconvenients de la memòria virtual

Avantatges

- Permet augmentar el grau de multiprogramació.
- Possibilita executar programes que superen la capacitat de la Memòria Principal.

Inconvenients

- Els programes s'executen més lentament.
 - Un grau de multiprogramació excessiu pot provocar **hiperpaginació**, que afecta el rendiment.
-

Tècniques de gestió de la memòria virtual

1. Paginació sota demanda

- Les pàgines són carregades a la Memòria Principal quan s'hi accedeix per primera vegada.
- Al començar un procés, cap de les seves pàgines està carregada.

2. Paginació anticipada

- Es carreguen pàgines abans que siguin necessàries, basant-se en prediccions.
 - Pot incloure pàgines consecutives per optimitzar l'accés.
-

Tractament de la fallada de pàgina

Quan un procés accedeix a una pàgina que no es troba a la Memòria Principal:

1. Si hi ha una cel·la lliure, es carrega la pàgina en aquesta cel·la.
2. Si no hi ha cel·les lliures:
 - Es selecciona una cel·la víctima amb un **algorisme de reemplaçament**.
 - La cel·la víctima és modificada posant-la invàlida.
 - La nova pàgina es carrega havent afegit el nou element i es marca com a vàlida.

“Mentre es tracta la fallada de pàgina, es pot planificar un altre procés per evitar inactivitat del sistema.”

Temps efectiu d'accés a la memòria (TEA)

El **temps efectiu d'accés** considera:

- **P**: Probabilitat de fallada de pàgina.
- **Ta**: Temps d'accés a Memòria Principal si no hi ha fallada
- **Tfp**: Temps d'accés a Memòria Principal si hi ha fallada

Components del temps d'accés als discs

- **Tc**: Temps de cerca de la pista/cilindre.
- **Tl**: Temps de latència per trobar el sector.
- **Tt**: Temps de transferència de dades.

FÓRMULES:

$$TEA = [(1 - P) \cdot (Ta)] + [P \cdot (Tfp)]$$

$$TEA = [(1 - P) \cdot (2 \cdot Ta)] + [P \cdot (TMP-MS + 3 \cdot Ta)]$$

Hem de distingir entre els que fallen i els que no.

Exemple de problema:

Disposem d'un disc que gira a 7.500 rev/min . Aquest disc té un temps de cerca de 2 ms i transfereix 100.000 paraules/s. A més a més, la probabilitat de fallada és de $P = 0,25$ i la mida d'una pàgina és 1.000 paraules. El sistema de gestió de memòria és Paginació (la taula de pàgines s'implementa en MP) i el Temps d'accés (T_a) a MP és $4 \mu\text{s}$. Calcular T_{EA} .

Solució: (Factors de conversió)

$$T_a = 4 \mu\text{s} = 4 \cdot 10^{-6} \text{s} \quad | \quad T_c = 2 \text{ms} = 2 \cdot 10^{-3} \text{s} \quad |$$

$$T_l = 7500 \text{ rev/min} \cdot 1 \text{min}/60 \text{seg} = 125 \text{ rev/seg} \rightarrow T_l = 1/2 \cdot 1/125 \text{s} = 4 \cdot 10^{-3} \text{s}$$

La relació $1/2$ és una assumptió comuna en el context dels discos durs. Fa referència al temps mitjà que tarda el disc a girar per situar-se a la pista/cilindre desitjat per fer una operació de lectura o escriptura.

$$T_t = 100.000 \text{ paraules/segon} \cdot 1 \text{pàgina}/1.000 \text{paraules} = 100 \text{ pàgines/segon} \rightarrow T_t = 10^{-2} \text{s} = 10 \cdot 10^{-3} \text{s}$$

$$T_{MP-MS} = T_c + T_l + T_t = (2 \cdot 10^{-3}) + (4 \cdot 10^{-3}) + (10 \cdot 10^{-3}) = 16 \cdot 10^{-3} \text{s}$$

$$T_{EA} = [(1 - P) \cdot (T_a)] + [P \cdot (T_{MP-MS})]$$

$$T_{EA} = [(1 - P) \cdot (2 \cdot T_a)] + [P \cdot (T_{MP-MS} + 3 \cdot T_a)]$$

$$T_{EA} = [(1 - 0,25) \cdot (2 \cdot (4 \cdot 10^{-6}))] + [0,25 \cdot ((16 \cdot 10^{-3}) + 3 \cdot (4 \cdot 10^{-6}))]$$

$$T_{EA} = 4,009 \text{ ms}$$

Exercici amb Segmentació Paginada a la pàgina 14 power point tema 6

Algorismes d'assignació de cel·les

1. Assignació Local

- Les cel·les es reemplacen dins del mateix procés que genera la fallada de pàgina.
- Requereix conèixer el nombre mínim de cel·les necessàries per a un procés.

Exemple

- Mida d'una instrucció: 2 paraules = 2 cel·les de MP.
- OP1 i OP2 amb adreçament indirecte: 2 cel·les de MP cadascun.
- RES amb adreçament directe: 1 cel·la de MP.

- Total: 7 cel·les.

2. Assignació Global

- Les cel·les es reemplacen entre processos.
 - **Assignació Igualitària:** Cada procés rep el mateix nombre de cel·les.
 - **Assignació Proporcional:** Cel·les assignades segons la mida del procés.
-

Algorismes de reemplaçament de pàgines

1. Algorisme Òptim

- Substitueix la pàgina que no es necessitarà durant més temps.
- Tot i que és ideal, no és aplicable a la pràctica, perquè no sé en temps real quina és aquesta cel·la.

2. FIFO

- Substitueix la pàgina que porta més temps en Memòria Principal.

3. Segona Oportunitat

- Variant de FIFO que comprova el **bit de referència** abans de substituir la pàgina. L'element té 1 a la primera oportunitat i 0 a la segona, però a la tercera aquest element es substitueix pel nou element.
- Si el bit està actiu, es desactiva i es continua amb la següent pàgina.

4. LRU (Least Recently Used)

- Substitueix la pàgina menys recentment utilitzada.
- Requereix mantenir un registre temporal d'accés per a cada pàgina.

5. Buffering de pàgines

- Manté una reserva de cel·les lliures per evitar fallades de pàgina.
- Allibera cel·les modificades o no modificades segons sigui necessari.

Exemple:

Suposem un sistema amb una memòria física de 6 cel·les i una reserva de 2 cel·les lliures. Utilitzarem l'algorisme FIFO per gestionar les pàgines i $\theta = 2$ pel nostre buffer.

- **Inicialització:**
 - Memòria física: [] [] [] [] [] []
 - Reserva de cel·les lliures: [] []
- **Operacions amb P1 i P2:**
 - Afegim dues pàgines a la memòria: [P1] [P2] [] [] [] []
 - Reserva de cel·les lliures: [] []
- **Operacions amb P3 i P4:**
 - Afegim dues pàgines a la memòria: [P1] [P2] [P3] [P4] [] []
 - Reserva de cel·les lliures: [] []
- **Operacions amb P5 i P6:**
 - Afegim dues pàgines addicionals (superant la capacitat): [P1] [P2] [P3] [P4] [P5] [P6]
- **Alliberem P1 i P2:**
 - Alliberem P1 i P2: [] [] [P3] [P4] [P5] [P6]
 - Reserva de cel·les lliures: [P1] [P2]
- **Operacions amb P1 i P7:**
 - Es recupera P1 de la reserva de cel·les lliures: [P1] [] [P3] [P4] [P5] [P6]
 - S'afegeix P7: [P1] [P7] [P3] [P4] [P5] [P6]
 - Es supera la capacitat: [P1] [P7] [P3] [P4] [P5] [P6]
- **Alliberem P3 i P4:**
 - P2 ja no es recuperable
 - Alliberem P3 i P4: [P1] [P7] [] [] [P5] [P6]
 - Reserva de cel·les lliures: [P3] [P4]

Anomalies de Belady

Les anomalies de Belady s'observen en certs algorismes de reemplaçament de pàgines, on un augment de cel·les assignades pot incrementar el nombre de fallades de pàgina.

Exemple:

Assumeix que tenim 3 o 4 cel·les, i utilitzem FIFO amb la següent seqüència d'accés a les pàgines:

1 » 2 » 3 » 4 » 1 » 2 » 5 » 1 » 2 » 3 » 4 » 5

- Si tenim 3 cel·les, es produeixen 9 fallades de pàgina.
- Si tenim 4 cel·les, es produeixen 10 fallades de pàgina.

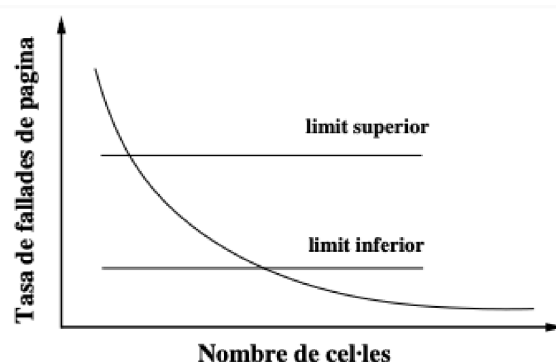
T	C1	C2	C3	Falla?
1	1			si
2	1	2		si
3	1	2	3	si
4	4	2	3	si
5	4	1	3	si
6	4	1	2	si
7	5	1	2	si
8	5	1	2	no
9	5	1	2	no
10	5	3	2	si
11	5	3	4	si
12	5	3	4	no

T	C1	C2	C3	C4	Falla?
1	1				si
2	1	2			si
3	1	2	3		si
4	1	2	3	4	si
5	1	2	3	4	no
6	1	2	3	4	no
7	5	2	3	4	si
8	5	1	3	4	si
9	5	1	2	4	si
10	5	1	2	3	si
11	4	1	2	3	si
12	4	5	2	3	si

Hiperpaginació

La hiperpaginació és un fenomen que es produeix en sistemes amb memòria virtual quan el nombre de pàgines que hi ha a la Memòria Principal és molt superior al nombre de pàgines que necessita el procés.

La freqüència de fallades de pàgina és el nombre de fallades de pàgina per unitat de temps. La freqüència de fallades de pàgina és un indicador de l'eficiència del sistema de gestió de memòria virtual.



- Si taxa < límit inferior: Augmentar grau de multiprogramació.
- Si taxa > límit superior: Suspènre o eliminar processos.

Exercici Hiperpaginació diapo 80, power point tema 6

Conclusió

Aquest document resumeix els conceptes clau de la memòria virtual, les seves tècniques de gestió, els algoritmes de reemplaçament i assignació de pàgines, així com les anomalies associades al seu funcionament. Ideal per a comprendre i aplicar els fonaments de sistemes operatius.