



Introducció
als Sistemes
Operatius

Josep
Vilaplana

Memòria
Virtual

Introducció als Sistemes Operatius

Josep Vilaplana

ETSEIB/GIE

23 de març de 2021

- Memòria Virtual:

- Separa la memòria lògica de l'usuari de la memòria física.
- Permet executar un programa tenint només una part del programa a memòria, ja que no cal tenir tot el programa a memòria per executar una part.
- Permet que l'espai d'**adreces lògiques** pugui ser més gran que l'espai d'**adreces físiques**.
- Permet un **intercanvi (swapping)** de pàgines entre memòria primària i secundària.

- Conceptes clau per fer-ho:

- Una tècnica per portar les pàgines de la memòria secundària a la primària. Presentarem la **paginació per demanda**.
- Conjunt de treball o **working set**: col·lecció mínima de pàgines que han d'estar present a la memòria principal per assegurar l'execució eficient del programa.

- Memòria Virtual:
 - Separa la memòria lògica de l'usuari de la memòria física.
 - Permet executar un programa tenint només una part del programa a memòria, ja que no cal tenir tot el programa a memòria per executar una part.
 - Permet que l'espai d'**adreces lògiques** pugui ser més gran que l'espai d'**adreces físiques**.
 - Permet un **intercanvi (swapping)** de pàgines entre memòria primària i secundària.
- Conceptes clau per fer-ho:
 - Una tècnica per portar les pàgines de la memòria secundària a la primària. Presentarem la **paginació per demanda**.
 - Conjunt de treball o **working set**: col·lecció mínima de pàgines que han d'estar present a la memòria principal per assegurar l'execució eficient del programa.

- Memòria Virtual:
 - Separa la memòria lògica de l'usuari de la memòria física.
 - Permet executar un programa tenint només una part del programa a memòria, ja que no cal tenir tot el programa a memòria per executar una part.
 - Permet que l'espai d'**adreces lògiques** pugui ser més gran que l'espai d'**adreces físiques**.
 - Permet un **intercanvi (swapping)** de pàgines entre memòria primària i secundària.
- Conceptes clau per fer-ho:
 - Una tècnica per portar les pàgines de la memòria secundària a la primària. Presentarem la **paginació per demanda**.
 - Conjunt de treball o **working set**: col·lecció mínima de pàgines que han d'estar present a la memòria principal per assegurar l'execució eficient del programa.

- Memòria Virtual:
 - Separa la memòria lògica de l'usuari de la memòria física.
 - Permet executar un programa tenint només una part del programa a memòria, ja que no cal tenir tot el programa a memòria per executar una part.
 - Permet que l'espai d'**adreces lògiques** pugui ser més gran que l'espai d'**adreces físiques**.
 - Permet un **intercanvi (swapping)** de pàgines entre memòria primària i secundària.
- Conceptes clau per fer-ho:
 - Una tècnica per portar les pàgines de la memòria secundària a la primària. Presentarem la **paginació per demanda**.
 - Conjunt de treball o **working set**: col·lecció mínima de pàgines que han d'estar present a la memòria principal per assegurar l'execució eficient del programa.

- Memòria Virtual:
 - Separa la memòria lògica de l'usuari de la memòria física.
 - Permet executar un programa tenint només una part del programa a memòria, ja que no cal tenir tot el programa a memòria per executar una part.
 - Permet que l'espai d'**adreces lògiques** pugui ser més gran que l'espai d'**adreces físiques**.
 - Permet un **intercanvi (swapping)** de pàgines entre memòria primària i secundària.
- Conceptes clau per fer-ho:
 - Una tècnica per portar les pàgines de la memòria secundària a la primària. Presentarem la **paginació per demanda**.
 - Conjunt de treball o **working set**: col·lecció mínima de pàgines que han d'estar present a la memòria principal per assegurar l'execució eficient del programa.

- Memòria Virtual:
 - Separa la memòria lògica de l'usuari de la memòria física.
 - Permet executar un programa tenint només una part del programa a memòria, ja que no cal tenir tot el programa a memòria per executar una part.
 - Permet que l'espai d'**adreces lògiques** pugui ser més gran que l'espai d'**adreces físiques**.
 - Permet un **intercanvi (swapping)** de pàgines entre memòria primària i secundària.
- Conceptes clau per fer-ho:
 - Una tècnica per portar les pàgines de la memòria secundària a la primària. Presentarem la **paginació per demanda**.
 - Conjunt de treball o **working set**: col·lecció mínima de pàgines que han d'estar present a la memòria principal per assegurar l'execució eficient del programa.

- Memòria Virtual:
 - Separa la memòria lògica de l'usuari de la memòria física.
 - Permet executar un programa tenint només una part del programa a memòria, ja que no cal tenir tot el programa a memòria per executar una part.
 - Permet que l'espai d'**adreces lògiques** pugui ser més gran que l'espai d'**adreces físiques**.
 - Permet un **intercanvi (swapping)** de pàgines entre memòria primària i secundària.
- Conceptes clau per fer-ho:
 - Una tècnica per portar les pàgines de la memòria secundària a la primària. Presentarem la **paginació per demanda**.
 - Conjunt de treball o **working set**: col·lecció mínima de pàgines que han d'estar present a la memòria principal per assegurar l'execució eficient del programa.

- Memòria Virtual:
 - Separa la memòria lògica de l'usuari de la memòria física.
 - Permet executar un programa tenint només una part del programa a memòria, ja que no cal tenir tot el programa a memòria per executar una part.
 - Permet que l'espai d'**adreces lògiques** pugui ser més gran que l'espai d'**adreces físiques**.
 - Permet un **intercanvi (swapping)** de pàgines entre memòria primària i secundària.
- Conceptes clau per fer-ho:
 - Una tècnica per portar les pàgines de la memòria secundària a la primària. Presentarem la **paginació per demanda**.
 - Conjunt de treball o **working set**: col·lecció mínima de pàgines que han d'estar present a la memòria principal per assegurar l'execució eficient del programa.

Memòria virtual. Paginació per demanda

Introducció
als Sistemes
Operatius

Josep
Vilaplana

Memòria
Virtual

- Porta una pàgina a la memòria quan calgui:
 - Es necessiten menys entrades/sortides entre memòries
 - Menys memòria necessària
 - Resposta més ràpida (El programa comença sense carregar totes les pàgines)
 - Caben més processos
- Quan cal una pàgina $\Rightarrow$ la referenciem
 - referència invàlida $\Rightarrow$ atura el procés
 - fallida de pàgina: no està a memòria $\Rightarrow$ porta-la a memòria

Memòria virtual. Paginació per demanda

Introducció
als Sistemes
Operatius

Josep
Vilaplana

Memòria
Virtual

- Porta una pàgina a la memòria quan calgui:
 - Es necessiten menys entrades/sortides entre memòries
 - Menys memòria necessària
 - Resposta més ràpida (El programa comença sense carregar totes les pàgines)
 - Caben més processos
- Quan cal una pàgina $\Rightarrow$ la referenciem
 - referència invàlida $\Rightarrow$ atura el procés
 - fallida de pàgina: no està a memòria $\Rightarrow$ porta-la a memòria

Memòria virtual. Paginació per demanda

Introducció
als Sistemes
Operatius

Josep
Vilaplana

Memòria
Virtual

- Porta una pàgina a la memòria quan calgui:
 - Es necessiten menys entrades/sortides entre memòries
 - Menys memòria necessària
 - Resposta més ràpida (El programa comença sense carregar totes les pàgines)
 - Caben més processos
- Quan cal una pàgina $\Rightarrow$ la referenciem
 - referència invàlida $\Rightarrow$ atura el procés
 - fallida de pàgina: no està a memòria $\Rightarrow$ porta-la a memòria

Memòria virtual. Paginació per demanda

Introducció
als Sistemes
Operatius

Josep
Vilaplana

Memòria
Virtual

- Porta una pàgina a la memòria quan calgui:
 - Es necessiten menys entrades/sortides entre memòries
 - Menys memòria necessària
 - Resposta més ràpida (El programa comença sense carregar totes les pàgines)
 - Caben més processos
- Quan cal una pàgina $\Rightarrow$ la referenciem
 - referència invàlida $\Rightarrow$ atura el procés
 - fallida de pàgina: no està a memòria $\Rightarrow$ porta-la a memòria

Memòria virtual. Paginació per demanda

Introducció
als Sistemes
Operatius

Josep
Vilaplana

Memòria
Virtual

- Porta una pàgina a la memòria quan calgui:
 - Es necessiten menys entrades/sortides entre memòries
 - Menys memòria necessària
 - Resposta més ràpida (El programa comença sense carregar totes les pàgines)
 - Caben més processos
- Quan cal una pàgina $\Rightarrow$ la referenciem
 - referència invàlida $\Rightarrow$ atura el procés
 - fallida de pàgina: no està a memòria $\Rightarrow$ porta-la a memòria

Memòria virtual. Paginació per demanda

Introducció
als Sistemes
Operatius

Josep
Vilaplana

Memòria
Virtual

- Porta una pàgina a la memòria quan calgui:
 - Es necessiten menys entrades/sortides entre memòries
 - Menys memòria necessària
 - Resposta més ràpida (El programa comença sense carregar totes les pàgines)
 - Caben més processos
- Quan cal una pàgina $\Rightarrow$ la referenciem
 - referència invàlida $\Rightarrow$ atura el procés
 - fallida de pàgina: no està a memòria $\Rightarrow$ porta-la a memòria

Memòria virtual. Paginació per demanda

Introducció
als Sistemes
Operatius

Josep
Vilaplana

Memòria
Virtual

- Porta una pàgina a la memòria quan calgui:
 - Es necessiten menys entrades/sortides entre memòries
 - Menys memòria necessària
 - Resposta més ràpida (El programa comença sense carregar totes les pàgines)
 - Caben més processos
- Quan cal una pàgina $\Rightarrow$ la referenciem
 - referència invàlida $\Rightarrow$ atura el procés
 - fallida de pàgina: no està a memòria $\Rightarrow$ porta-la a memòria

Memòria virtual. Paginació per demanda

Introducció
als Sistemes
Operatius

Josep
Vilaplana

Memòria
Virtual

- Porta una pàgina a la memòria quan calgui:
 - Es necessiten menys entrades/sortides entre memòries
 - Menys memòria necessària
 - Resposta més ràpida (El programa comença sense carregar totes les pàgines)
 - Caben més processos
- Quan cal una pàgina $\Rightarrow$ la referenciem
 - referència invàlida $\Rightarrow$ atura el procés
 - fallida de pàgina: no està a memòria $\Rightarrow$ porta-la a memòria

Memòria virtual. Paginació per demanda

Introducció
als Sistemes
Operatius

Josep
Vilaplana

Memòria
Virtual

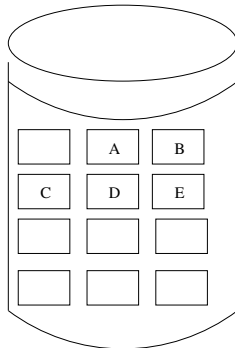
0	A
1	B
2	C
3	D
4	E
5	F
6	G
7	H

Memòria
Lògica

0	4	v
1		i
2	6	v
3		i
4		i
5	9	v
6		i
7		i

Taula
Pàgines

0	
1	
2	
3	
4	A
5	
6	C
7	
8	
9	F
10	
11	
12	
13	
14	
15	



Memòria
Secundària

Memòria virtual. Working Set

- El working set (conjunt de treball) és la col·lecció mínima d'informació que ha d'estar present a la memòria principal per assegurar l'execució eficient del programa.
- Des del punt de vista del sistema, es tradueix pel conjunt de pàgines molt recentment referenciades.
- Com que no cal tenir tot a memòria per executar un procés, l'ús mínim de memòria per treballar permetrà que altres processos puguin estar a memòria. Augmenta el grau de multiprogramació.
- Un dels paràmetres importants és la mida del working set que hauria de minimitzar la fallida de pàgines. Cal observar i aprofitar la proximitat de les referències del procés. Per exemple,

5 4 3 1 6 6 6 6 1 4 1 2 7 5 3 0 3 2 2 2 2 7 7 7 7 2 2 7

Working set: 3, 5, 1, 4, 6

Working set: 2, 7

Memòria virtual. Working Set

- El working set (conjunt de treball) és la col·lecció mínima d'informació que ha d'estar present a la memòria principal per assegurar l'execució eficient del programa.
- Des del punt de vista del sistema, es tradueix pel conjunt de pàgines molt recentment referenciades.
- Com que no cal tenir tot a memòria per executar un procés, l'ús mínim de memòria per treballar permetrà que altres processos puguin estar a memòria. Augmenta el grau de multiprogramació.
- Un dels paràmetres importants és la mida del working set que hauria de minimitzar la fallida de pàgines. Cal observar i aprofitar la proximitat de les referències del procés. Per exemple,

5 4 3 1 6 6 6 6 1 4 1 2 7 5 3 0 3 2 2 2 2 7 7 7 7 2 2 7

Working set: 3, 5, 1, 4, 6

Working set: 2, 7

Memòria virtual. Working Set

- El working set (conjunt de treball) és la col·lecció mínima d'informació que ha d'estar present a la memòria principal per assegurar l'execució eficient del programa.
- Des del punt de vista del sistema, es tradueix pel conjunt de pàgines molt recentment referenciades.
- Com que no cal tenir tot a memòria per executar un procés, l'ús mínim de memòria per treballar permetrà que altres processos puguin estar a memòria. Augmenta el grau de multiprogramació.
- Un dels paràmetres importants és la mida del working set que hauria de minimitzar la fallida de pàgines. Cal observar i aprofitar la proximitat de les referències del procés. Per exemple,

5 4 3 1 6 6 6 6 1 4 1 2 7 5 3 0 3 2 2 2 2 7 7 7 7 2 2 7

Working set: 3, 5, 1, 4, 6

Working set: 2, 7

Memòria virtual. Substitució pàgines

Introducció
als Sistemes
Operatius

Josep
Vilaplana

Memòria
Virtual

Quines pàgines del working set substituïm quan no caben més?
Per exemple, LRU (Least Recently Used)

5	7	5	3	1	5	2	1	7	5	1	5
5	5	5	5	5	5	5	5	7	7	7	7
	7	7	7	1	1	1	1	1	1	1	1
			3	3	3	2	2	2	5	5	5
F	F		F	F		F		F	F		

Memòria virtual. Substitució pàgines

- **Thrashing (Pallissa):** El procés perd més temps paginant que executant-se
- Per exemple:
 - Es tenen processos amb la mida del conjunt de treball massa petita. Això fa augmentar la fallida de pàgines.
 - La fallida de pàgines augmenta les entrades/sortides de memòria secundària. La CPU s'usa poc doncs ha d'esperar que les entrades/sortides siguin satisfetes.
 - El planificador està configurat per admetre més processos si la CPU té poca feina.
 - Entren més processos agreujant la situació si les mides del seu conjunt de treball no són adients.

Memòria virtual. Substitució pàgines

- **Thrashing (Pallissa):** El procés perd més temps paginant que executant-se
- Per exemple:
 - Es tenen processos amb la mida del conjunt de treball massa petita. Això fa augmentar la fallida de pàgines.
 - La fallida de pàgines augmenta les entrades/sortides de memòria secundària. La CPU s'usa poc doncs ha d'esperar que les entrades/sortides siguin satisfetes.
 - El planificador està configurat per admetre més processos si la CPU té poca feina.
 - Entren més processos agreujant la situació si les mides del seu conjunt de treball no són adients.

Memòria virtual. Substitució pàgines

Introducció
als Sistemes
Operatius

Josep
Vilaplana

Memòria
Virtual

- **Thrashing (Pallissa):** El procés perd més temps paginant que executant-se
- Per exemple:
 - Es tenen processos amb la mida del conjunt de treball massa petita. Això fa augmentar la fallida de pàgines.
 - La fallida de pàgines augmenta les entrades/sortides de memòria secundària. La CPU s'usa poc doncs ha d'esperar que les entrades/sortides siguin satisfetes.
 - El planificador està configurat per admetre més processos si la CPU té poca feina.
 - Entren més processos agreujant la situació si les mides del seu conjunt de treball no són adients.

Memòria virtual. Substitució pàgines

Introducció
als Sistemes
Operatius

Josep
Vilaplana

Memòria
Virtual

- **Thrashing (Pallissa):** El procés perd més temps paginant que executant-se
- Per exemple:
 - Es tenen processos amb la mida del conjunt de treball massa petita. Això fa augmentar la fallida de pàgines.
 - La fallida de pàgines augmenta les entrades/sortides de memòria secundària. La CPU s'usa poc doncs ha d'esperar que les entrades/sortides siguin satisfetes.
 - El planificador està configurat per admetre més processos si la CPU té poca feina.
 - Entren més processos agreujant la situació si les mides del seu conjunt de treball no són adients.

Memòria virtual. Substitució pàgines

Introducció
als Sistemes
Operatius

Josep
Vilaplana

Memòria
Virtual

- **Thrashing (Pallissa):** El procés perd més temps paginant que executant-se
- Per exemple:
 - Es tenen processos amb la mida del conjunt de treball massa petita. Això fa augmentar la fallida de pàgines.
 - La fallida de pàgines augmenta les entrades/sortides de memòria secundària. La CPU s'usa poc doncs ha d'esperar que les entrades/sortides siguin satisfetes.
 - El planificador està configurat per admetre més processos si la CPU té poca feina.
 - Entren més processos agreujant la situació si les mides del seu conjunt de treball no són adients.

Memòria virtual. Substitució pàgines

Introducció
als Sistemes
Operatius

Josep
Vilaplana

Memòria
Virtual

- **Thrashing (Pallissa):** El procés perd més temps paginant que executant-se
- Per exemple:
 - Es tenen processos amb la mida del conjunt de treball massa petita. Això fa augmentar la fallida de pàgines.
 - La fallida de pàgines augmenta les entrades/sortides de memòria secundària. La CPU s'usa poc doncs ha d'esperar que les entrades/sortides siguin satisfetes.
 - El planificador està configurat per admetre més processos si la CPU té poca feina.
 - Entren més processos agreujant la situació si les mides del seu conjunt de treball no són adients.