

SISTEMI OPERATIVI

Gestione della Memoria Centrale
Memoria Virtuale

Lezione 2 – Tecniche di sostituzione della pagina

Vincenzo Piuri

Università degli Studi di Milano

Sommario

- Meccanismo di caricamento delle pagine
- Meccanismo di scaricamento delle pagine
- Sostituzione delle pagine
- Politiche di selezione delle pagine da scaricare
- Politiche di selezione delle pagine da caricare

Caricamento della pagina (1)

L'esecuzione del programma richiede la presenza in memoria centrale dei frame contenenti le istruzioni e i dati su cui deve operare in quel momento

Stringa di riferimento delle pagine

sequenza delle pagine richieste dal processo

Caricamento della pagina (2)

CPV

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

memoria virtuale

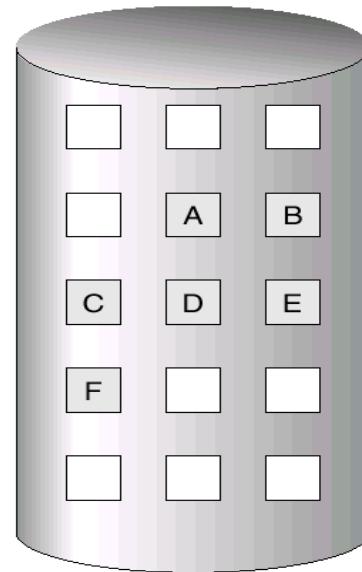
	frame	valid-invalid bit
0	4	v
1		i
2	6	v
3		i
4		i
5	9	v
6		i
7		i

tabella delle pagine

MMU

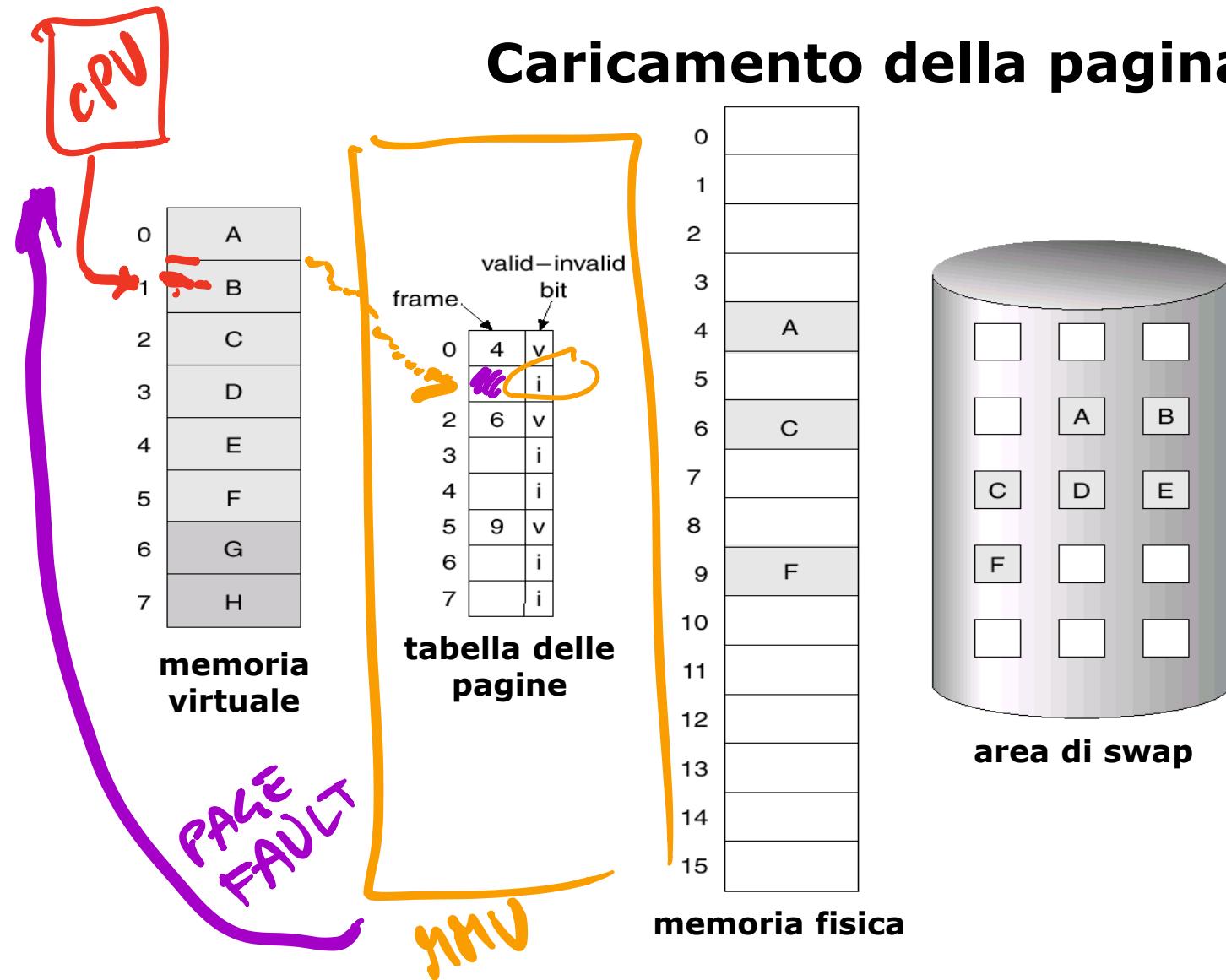
0
1
2
3
4
A
5
6
C
7
8
9
F
10
11
12
13
14
15

memoria fisica

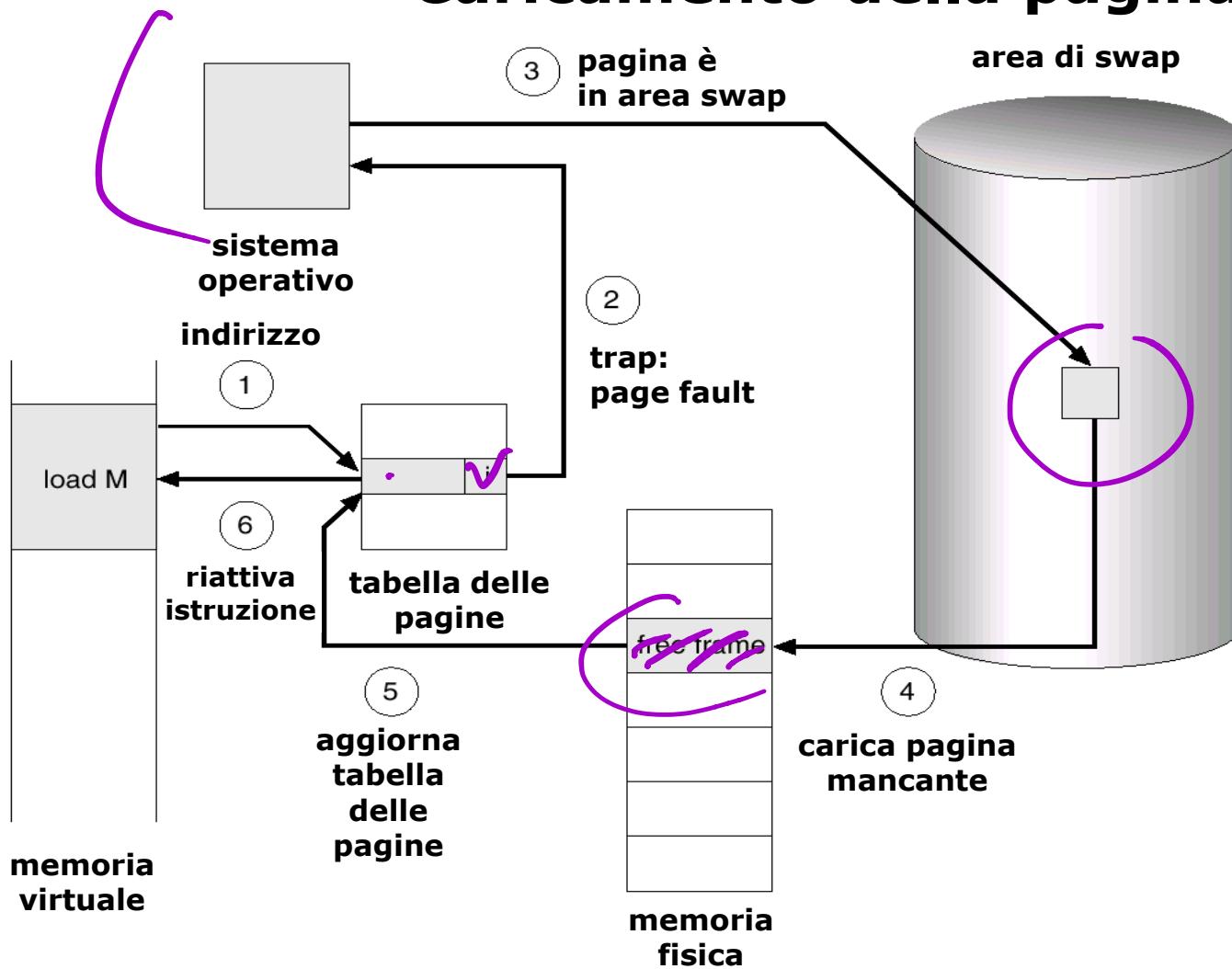


area di swap

Caricamento della pagina (3)



Caricamento della pagina (4)



Caricamento della pagina (5)

Prestazioni della richiesta di paginazione

p probabilità di mancanza di pagina

ma tempo di accesso alla memoria centrale fisica

spf tempo di servizio dell'interruzione di mancanza
di pagina

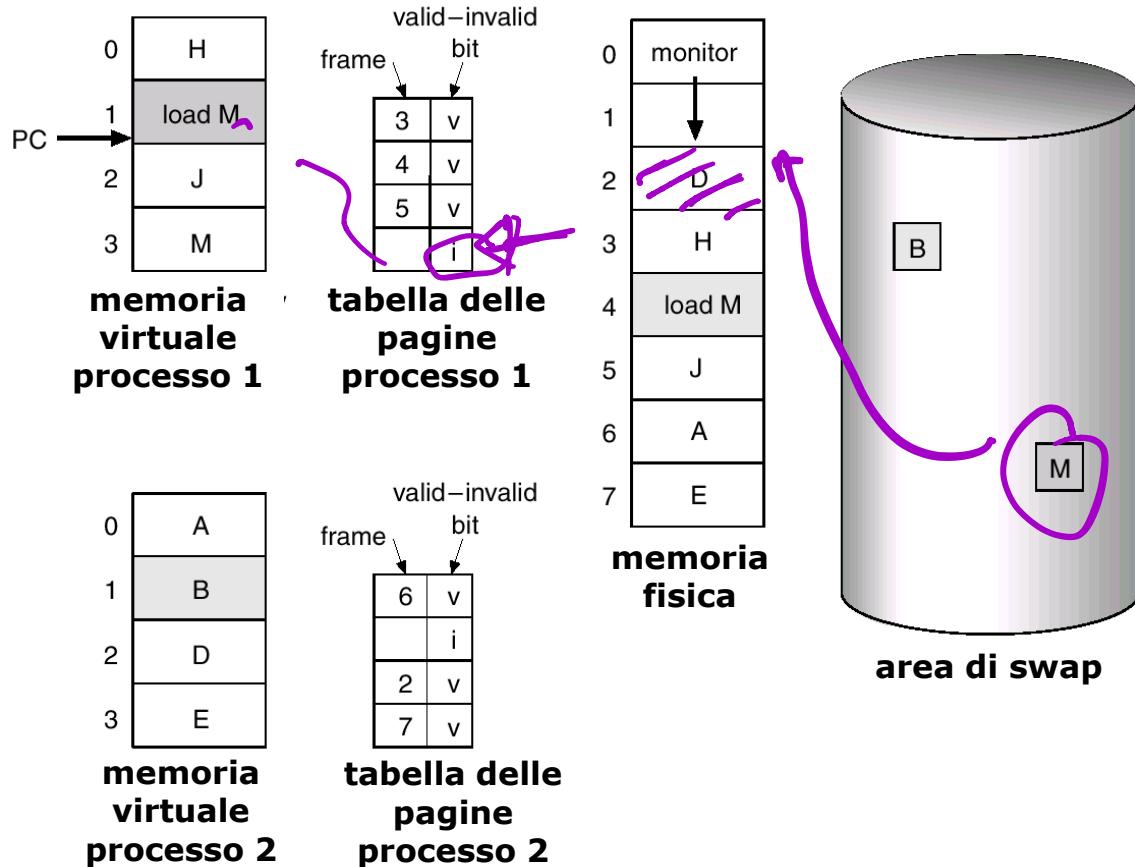
$$\text{tempo di accesso effettivo} = (1 - p) \times \text{ma} + p \times \text{spf}$$

Scaricamento della pagina

- Frame non modificata
 - rimuovere frame da memoria centrale
- Frame modificata
 - salvare frame su area di swap e rimuoverla da memoria centrale
 - salvare frame in buffer delle pagine e rimuoverlo da memoria centrale;
 - salvare poi il buffer su area di swap e liberarlo
- Frame residenti
 - non possono mai essere rimosse dalla memoria centrale

Sostituzione della pagina (1)

Scaricamento di una pagina
per caricare un'altra pagina



Sostituzione della pagina (2)

Identificazione del frame da scaricare (pagina o frame vittima)

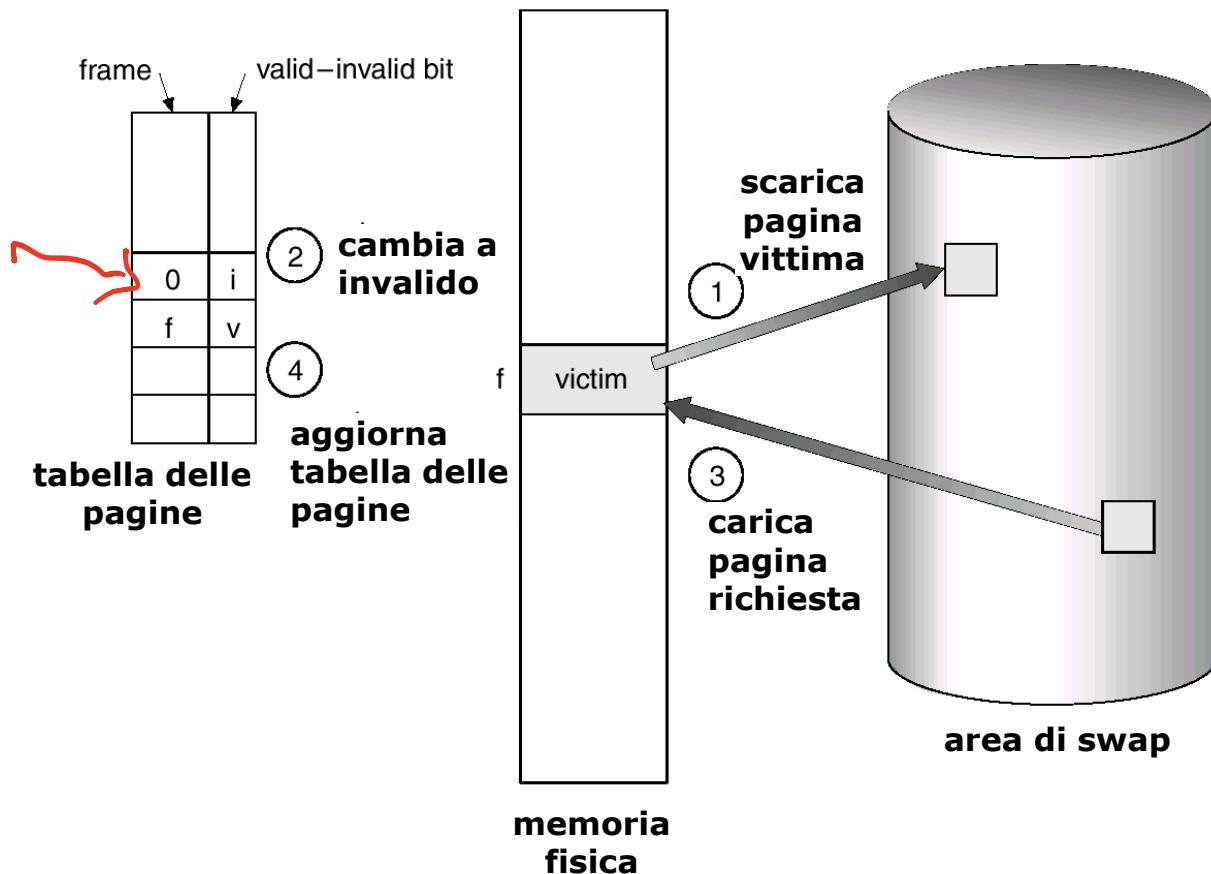
- Sostituzione locale

Il processo seleziona un frame da scaricare
solo tra i frame ad esso assegnati

- Sostituzione globale

Il processo può selezionare un frame da scaricare
tra tutti i frame, inclusi quelli di altri processi

Sostituzione della pagina (3)



- Sostituzione = trasferimento di **due** pagine
- Miglioramento tramite **bit di modifica**

Politiche di sostituzione della pagina

Politiche di selezione del frame da scaricare dalla memoria centrale

- First In / First Out
- Sostituzione ottima
- Least Recently Used (usato meno recentemente)
- Reference Bits (bit di riferimento)
- Second Chance (seconda possibilità)
- Least Frequently Used
 - (usato meno frequentemente)
- Most Frequently Used
 - (usato più frequentemente)

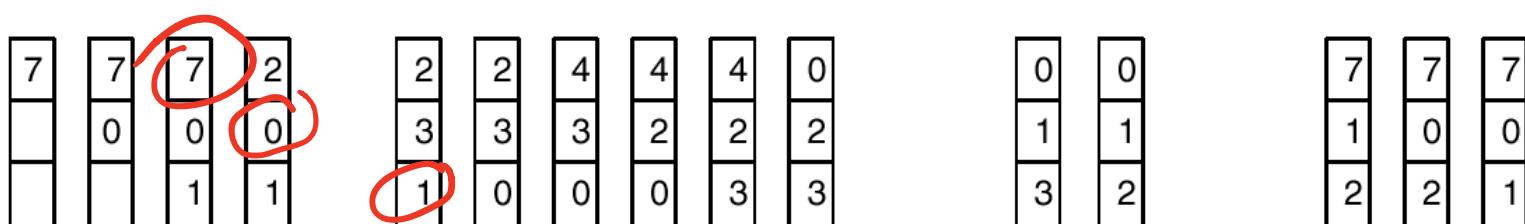
Politiche di sostituzione della pagina: FIFO

First In / First Out

Il frame da scaricare è il frame più vecchio
(quello caricato per primo)
tra i candidati allo scaricamento

stringa di riferimento

7 0 1 2 0 3 0 4 2 3 0 3 2 1 2 0 1 7 0 1

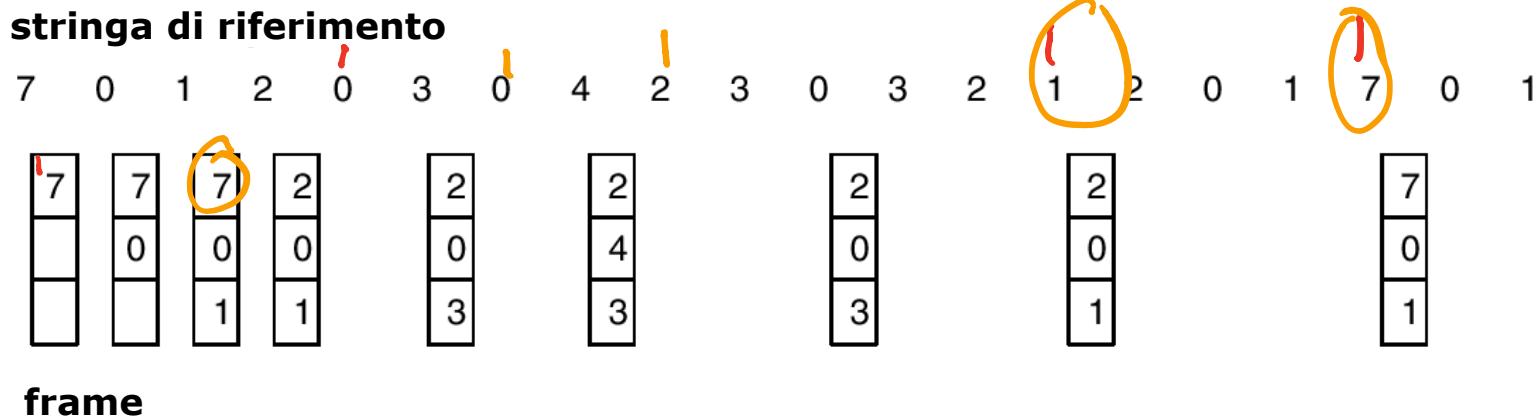


frame

Politiche di sostituzione della pagina: SO

Sostituzione Ottima

Il frame da scaricare è quello che non sarà usato per il più lungo periodo di tempo



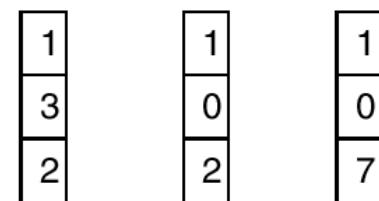
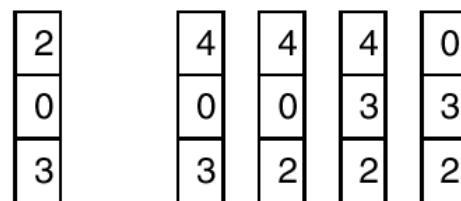
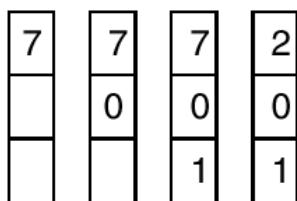
Politiche di sostituzione della pagina: LRU (1)

Least Recently Used

Il frame da scaricare è quello che è stato usato meno recentemente

stringa di riferimento

7 0 1 2 0 3 0 4 2 3 0 3 2 1 2 0 1 7 0 1

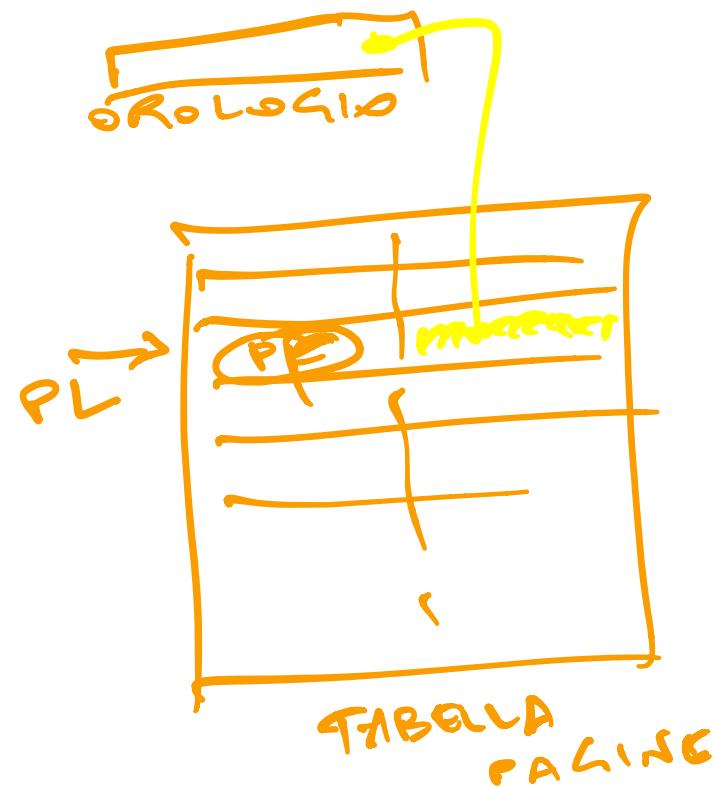


frame

Politiche di sostituzione della pagina: LRU (2)

Realizzazione

Orologio o Contatore



Stack

stringa di riferimento

4 7 0 7 1 0 1 2 1 2 7 1 2

2
1
0
7
4

stack prima di a

7
2
1
0
4

stack dopo b



Politiche di sostituzione della pagina: RB (1)

Reference Bits (bit di riferimento)

- Bit di riferimento per ogni pagina
 - 1 \Rightarrow pagina referenziata
 - 0 \Rightarrow pagina non referenziata
- Il sistema operativo azzera periodicamente i bit di riferimento
- Accesso ad una pagina \rightarrow bit di riferimento posto a 1
- Dopo un periodo di tempo T , bit di riferimento = 0 sono quelli dei frame a cui non si è acceduto nel periodo di tempo T
- Il frame da scaricare è uno con bit di riferimento = 0

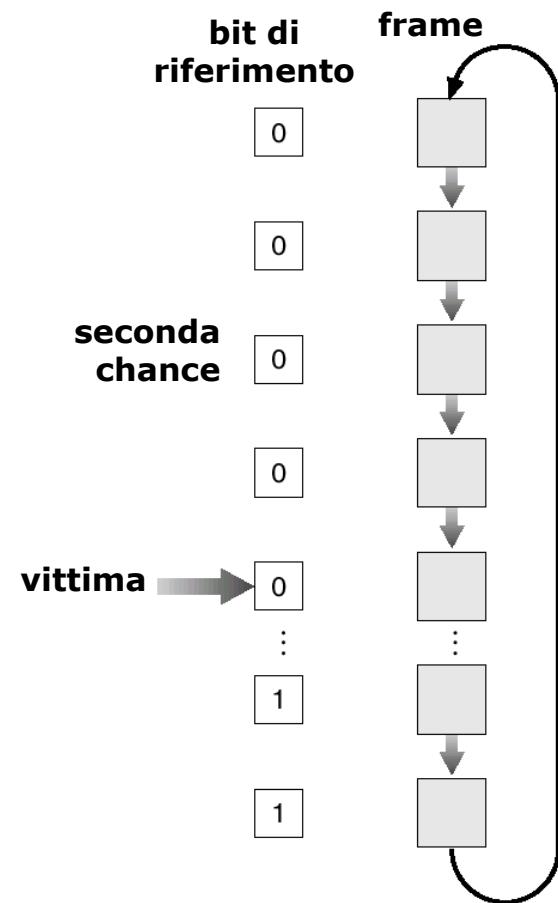
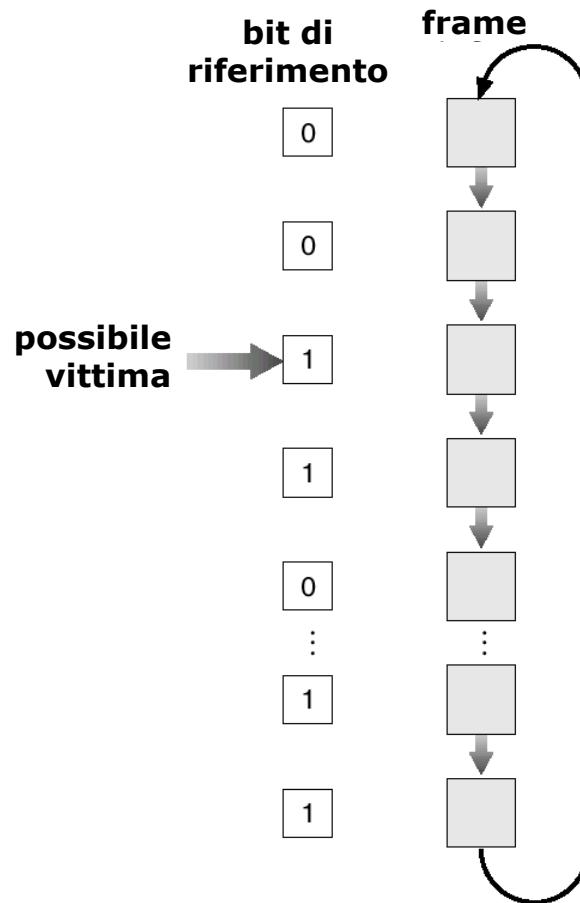
Politiche di sostituzione della pagina: RB (2)

Estensione con storia più recente

- Gruppi di N bit di riferimento per ogni pagina
- Allo scadere di ogni periodo:
 - Bit di riferimento shiftati verso bit meno significativi
 - Bit più significativo inizializzato a 0
- Gruppo di bit conserva la storia più recente (ultimi N periodi)
- Il frame da scaricare è quello con gruppo di bit di riferimento avente valore minore

Politiche di sostituzione della pagina: SC (1)

Second Chance (seconda possibilità)



Politiche di sostituzione della pagina: SC (2)

Bit di riferimento e bit di modifica

- Bit di riferimento: accesso al frame
- Bit di modifica: scrittura nel frame
- Frame con
 - $R=0, M=0$: né usato né modificato recentemente
miglior frame da sostituire
 - $R=0, M=1$: non usato recentemente, ma modificato
seconda scelta: bisogna salvare frame
 - $R=1, M=0$: recentemente usato, ma non modificato
probabilmente sarà usato presto
 - $R=1, M=1$: recentemente usato e modificato
probabilmente sarà usato presto e
deve essere salvato

Politiche di sostituzione della pagina: LFU

Least Frequently Used

(meno frequentemente usato)

- Contatore degli accessi al frame
- Contatori inizializzati a zero
- Il contatore di frame incrementato ad ogni accesso
- Il frame da scaricare è quello con il contatore **minore**
- Problema: frame usati intensamente in un passato remoto rimangono in memoria
Soluzione: decadimento dell'uso mediante divisione per 2 dei contatori a intervalli regolari

Politiche di sostituzione della pagina: MFU

Most Frequently Used

(più frequentemente usato)

- Contatore degli accessi al frame
- Contatori inizializzati a zero
- Il contatore di frame incrementato ad ogni accesso
- Il frame da scaricare è quello
con il contatore **maggiore**

Politiche di selezione delle pagine da caricare

- Pagina richiesta
- Previsione delle pagine richieste
 - Pagina richiesta + N pagine successive adiacenti
 - N pagine della stringa di riferimento predetta a partire dalla pagina richiesta

In sintesi

- Meccanismo di caricamento delle pagine
- Meccanismo di scaricamento delle pagine
- Sostituzione delle pagine
- Politiche di selezione delle pagine da scaricare
- Politiche di selezione delle pagine da caricare