

Sort Esterno

Leggere sezione 8.3.1 di Riguzzi et al.
Sistemi Informativi

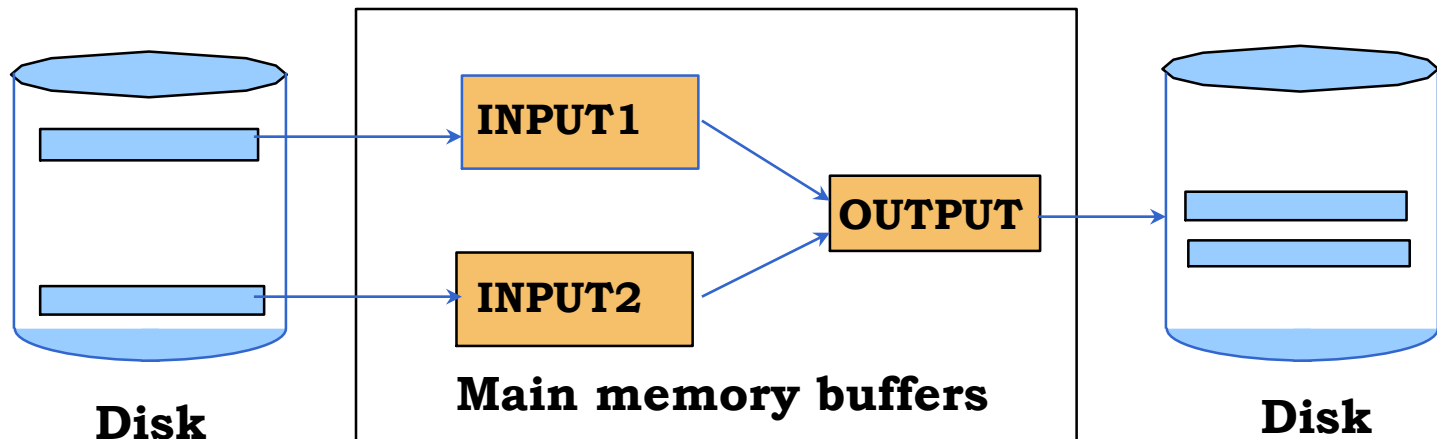
Lucidi derivati da quelli di R. Ramakrishnan e J.
Gehrke

Perche' ordinare?

- Dati richiesti in ordine
 - Ad esempio, trova gli studenti in ordine crescente di eta'
- L'ordinamento e' utile per eliminare copie duplicate in una collezione di record.
- L'algoritmo di *Sort-merge* join richiede l'ordinamento.
- Problema: come ordinare 100GB di dati con 1GB di RAM?

2-Way Sort: Richiede 3 Buffers

- Passo 1: Leggi ogni pagina, ordinala in memoria centrale, scrivila.
 - Solo una pagina di buffer e' usata
- Passo 2: leggi due pagine ordinate, fai il merge e scrivi l'output
 - Tre pagine di buffer sono usate



Merge a 2 vie

- Siano p1 e p2 due puntatori: p1 (p2) punta al primo record del blocco INPUT1 (INPUT2)
- Finchè p1 e p2 puntano a record entro INPUT1 e INPUT2
 - Sia p il puntatore tra p1 e p2 che punta al record con chiave più piccola
 - Copia *p in OUTPUT. Se OUTPUT è pieno scrivilo su disco
 - Incrementa p
- Copia in OUTPUT i record da p1 alla fine di INPUT1
- Copia in OUTPUT i record da p2 alla fine di INPUT2

2-Way Sort

- Passo 3: fai il merge di due porzioni di due pagine ciascuna
 - Leggi la prima pagina delle due porzioni, comincia a fare il merge e scrivi il risultato su una terza pagina
 - Quando una delle pagine delle due porzioni finisce, leggi la seconda pagina
 - Tre pagine di buffer sono usate
- Passo 4: etc.

Animazione

- https://en.wikipedia.org/wiki/Merge_sort

Two-Way Merge Sort esterno

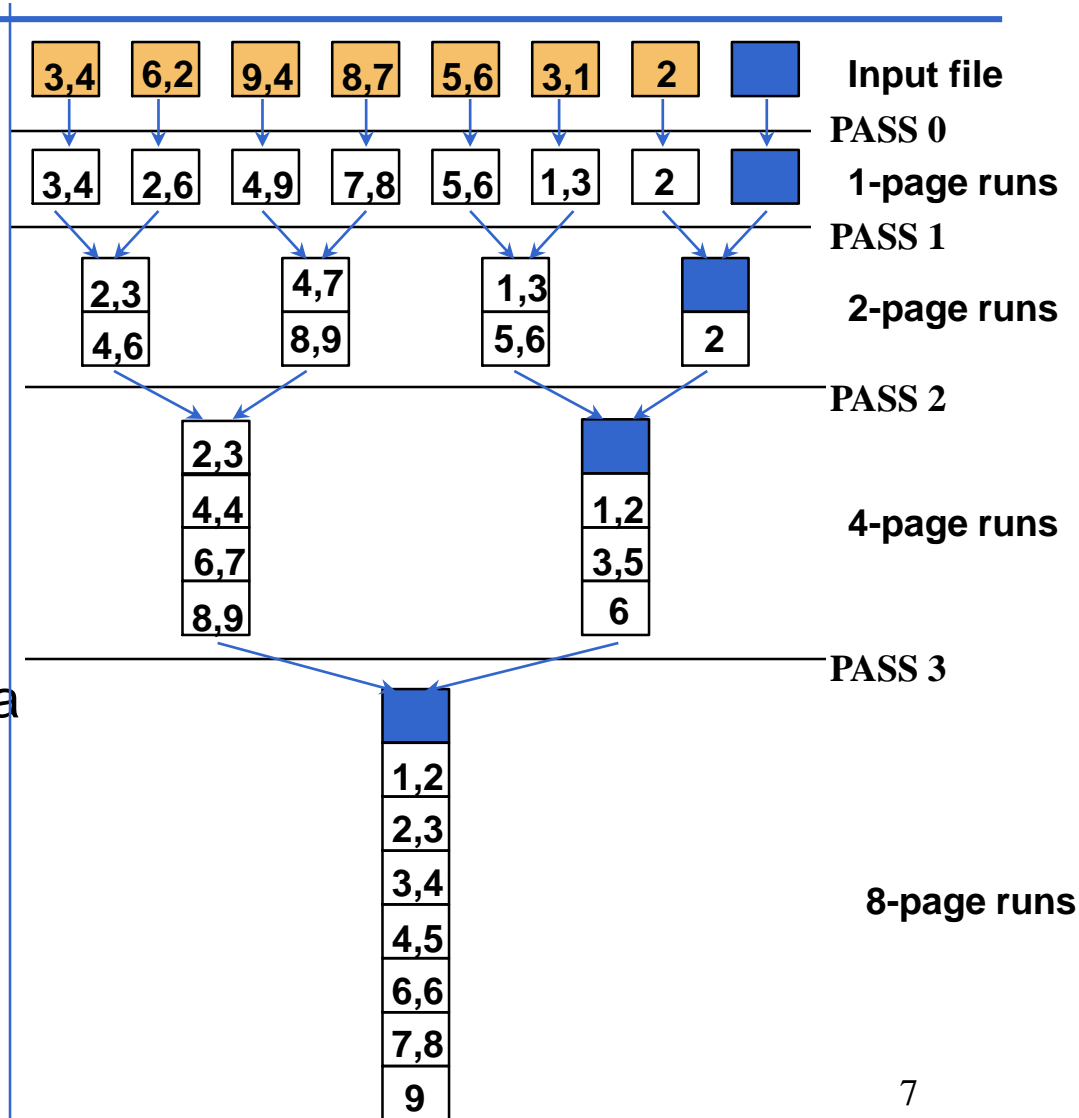
- Ad ogni passo leggiamo e scriviamo ogni pagina del file
- N pagine nel file \Rightarrow il numero di passi e'

$$= \lceil \log_2 N \rceil + 1$$

- Quindi il costo totale e':

$$2N(\lceil \log_2 N \rceil + 1)$$

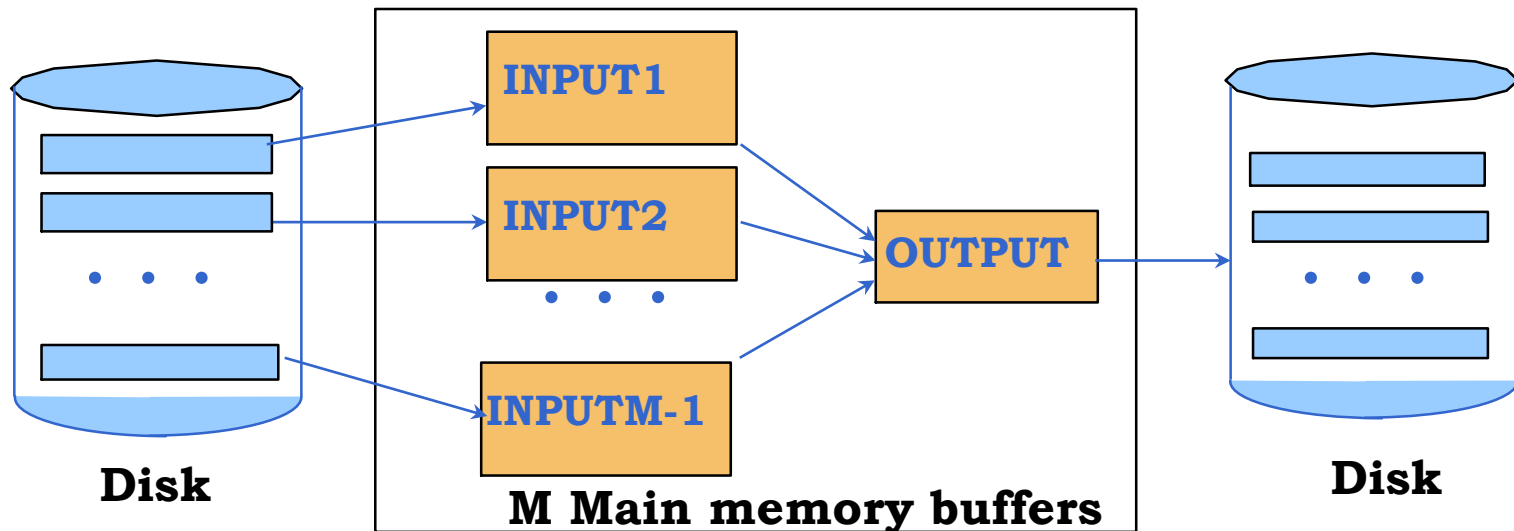
- Idea: **Dividi e conquista** ordina i sottofile e fondi



Multiway Merge Sort Esterno

✉ *Piu' di 3 pagine di buffer. Come utilizzarle?*

- Per ordinare un file di N pagine usando M pagine di buffer:
 - **Passo 1:** usa M pagine di buffer. Produci $\lceil N/M \rceil$ file di M pagine ciascuno (tranne l'ultimo che puo' averne meno).
 - **Passo 2, ..., etc.:** fondi $M-1$ file.



Merge a M-1 vie

- Come quello a 2 vie
- Unica differenza: come p si prende il puntatore al record con chiave minima tra gli M-1 record correnti di ciascun blocco di input

Costo del Merge Sort Esterno

- Numero di passi = $1 + \lceil \log_{M-1} \lceil N/M \rceil \rceil$
- Costo = $2N * (\# \text{ di passi})$
- Quanto grande puo' essere il file da ordinare?
 - Con due passi: $M*(M-1)$
 - Con tre passi: $M*(M-1)^2$
 - Se la memoria e' di 8 GiB e un blocco e' di 16KiB,
 $M = 8 * 2^{30} / (16 * 2^{10}) = 2^{19} = 524288$
 - Due passi: $2^{19} * 2^{19} = 2^{38}$ blocchi $\Rightarrow 2^{38} * 16 \text{Kib} = 8 * 2^{50} = 8 \text{ PiB}$
 - Con due passi si riescono a ordinare file molto grandi
 - Tempo di sort: $4N$ I/O di disco

Algoritmo di sort interno

- Quicksort e' un modo veloce per ordinare in memoria centrale.
- Il tempo di sort interno si puo' trascurare

Tempo di sort

- File di 1.000.000 blocchi (N)
- Memoria di 8 GiB
- Blocchi di 16.384 bytes
- $\Rightarrow M = 524.288$, $\lceil 1.000.000 / 524.288 \rceil = \lceil 1,907 \rceil = 2 \Rightarrow$ riempiamo la memoria 2 volte, ordiniamo i record e scriviamo le liste ordinate su disco. La seconda sottolista e' piu' corta, occupa solo 475.712 blocchi.
- Secondo passo: merge delle 2 sottoliste

Tempo di sort

- Tempo di sort: $4N$ I/O di disco
- Se i blocchi sono disposti a caso sul disco, allora il tempo medio di accesso ad un blocco e' di 11ms
- Quindi tempo= $1000000 * 4 * 11 * 10^{-3} = 44000$ secondi=12.2 ore