Basi di Dati
Modulo Tecnologie

Ottimizzazione di interrogazioni (2/2)

Dr. Sara Migliorini

Algoritmi per il join

- Il join è l'operazione più gravosa per un DBMS.
- Le implementazioni più diffuse si riconducono ai seguenti operatori fisici:
  - Nested Loop Join
  - Merge Scan Join
  - Hash-based Join
- Si noti che, benché logicamente il join sia commutativo, dal punto di vista fisico vi è una chiara distinzione, che influenza anche le prestazioni, tra operando **sinistro** (o "**esterno**", "**outer**") e operando **destro** (o "**interno**", "**inner**").
- Per semplicità nel seguito parliamo di relazione esterna e relazione interna per riferirci agli input del join, ma va ricordato che in generale l'input può derivare dall'applicazione di altri operatori.

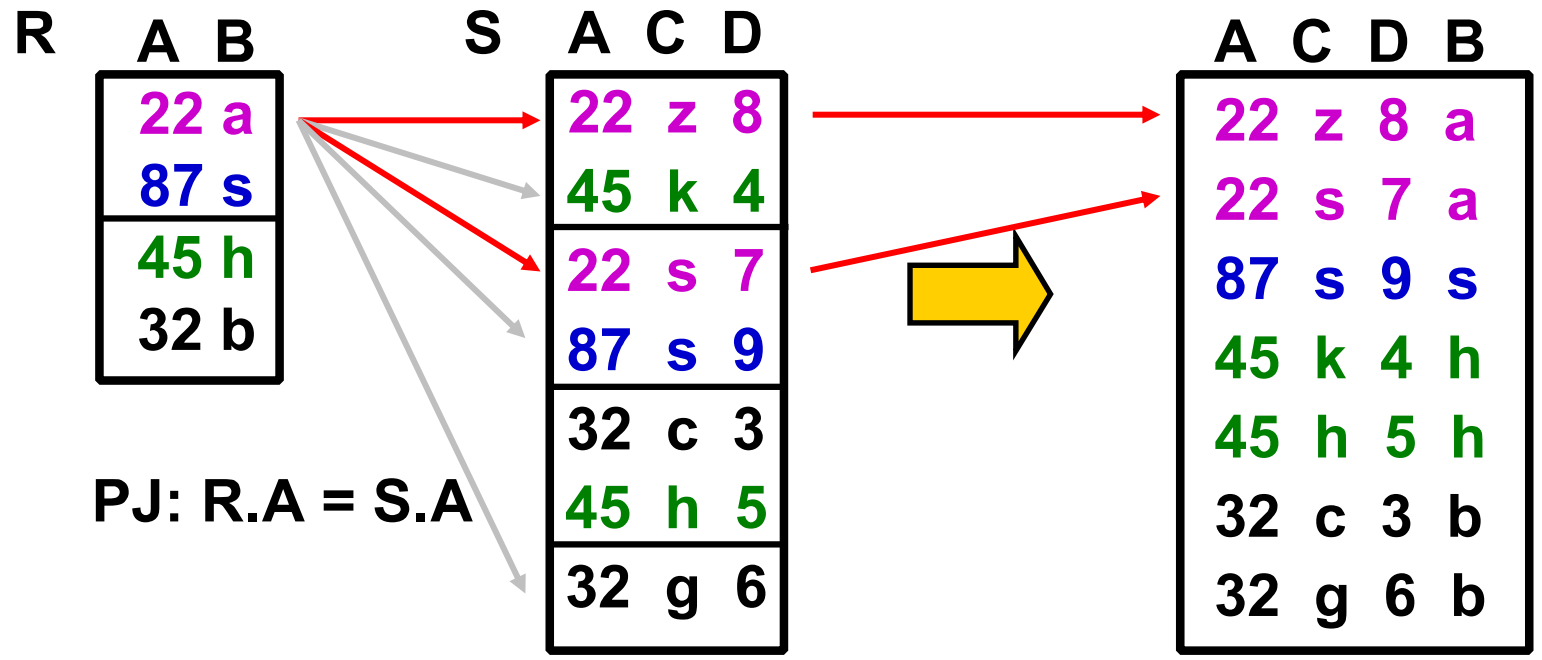
Nested-Loop JOIN

- Date 2 relazioni in input R e S tra cui sono definiti i predicati di join PJ, e supponendo che R sia la relazione esterna, l'algoritmo opera come segue:

per ogni tupla t_R in R {
    per ogni tupla t_S in S {
      se la coppia (t_R, t_S) soddisfa PJ
            allora aggiungi (t_R, t_S) al risultato
    }
}

Nested-Loop JOIN

Esempio

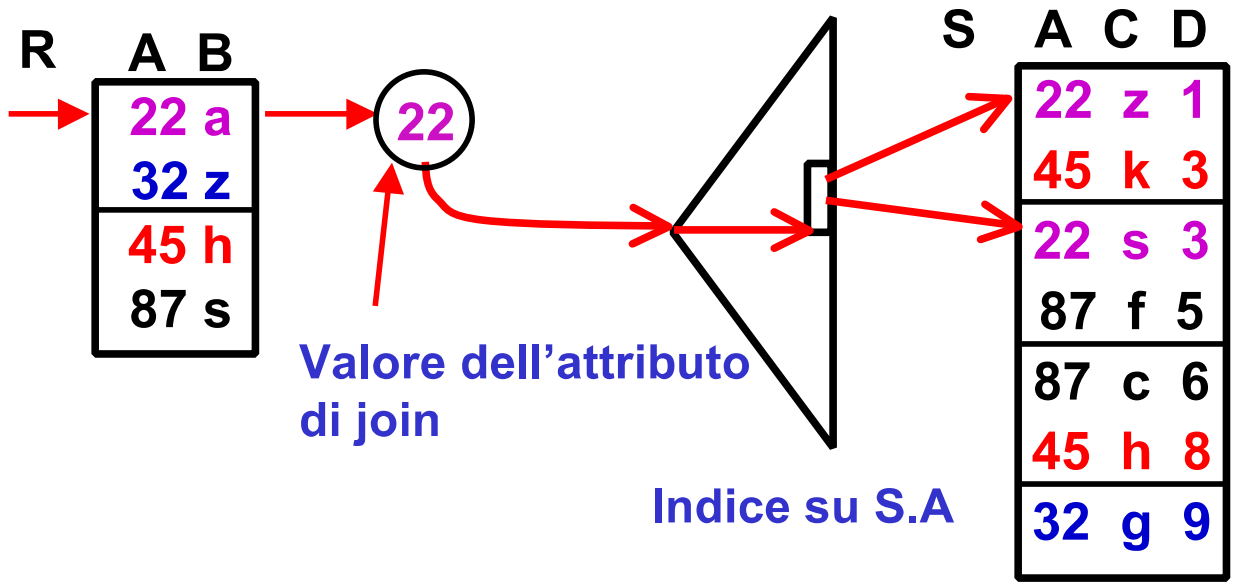


Nested-Loop JOIN: costo

- Il costo di esecuzione dipende dallo spazio a disposizione nei buffer.
- Nel caso base in cui vi sia 1 buffer per R e 1 buffer per S:
  - bisogna leggere 1 volta R e
  - NR(R) volte S, ovvero tante volte quante sono le tuple della relazione esterna,
  - per un totale di NP(R) + NR(R) * NP(S) accessi a memoria secondaria
- Se è possibile allocare NP(S) buffer per la relazione interna il costo si riduce a NP(R) + NP(S)
- Si ricordi che:
  - NR(R) = numero tuple (row) di R
  - NP(R) = numero di pagine di R

Nested-Loop JOIN con indice

- Data una tupla della relazione esterna R, la scansione completa della relazione interna S può essere sostituita da una scansione basata su un indice costruito sugli attributi di join di S (nell'esempio A), secondo il seguente schema:



Nested-Loop JOIN con indice B+-tree: costo

- Nel caso base in cui vi sia 1 buffer per R e 1 buffer per S, bisogna leggere 1 volta R e accedere NR(R) volte a S, ovvero tante volte quante sono le tuple della relazione esterna, per un totale di:

SELETTIVITÀ di A

$$NP(R) + NR(R) * (ProfIndice + NR(S)/VAL(A, S))$$

accessi a memoria secondaria

dove:

VAL(A,S) rappresenta il numero di valori distinti dell'attributo A che compaiono nella relazione S.

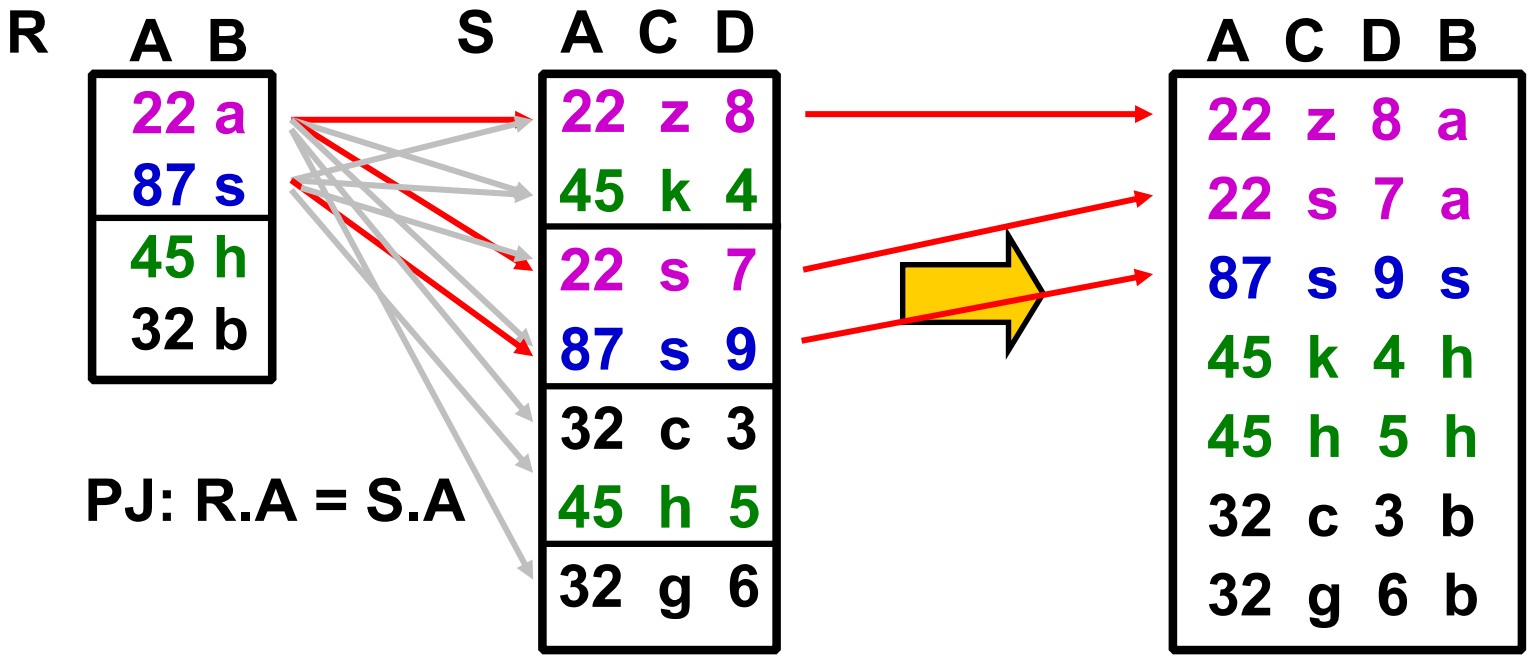
Block Nested-Loop JOIN

- Variante del Nested-Loop Join semplice in cui ciascuna pagina di S (tabella interna) viene letta per ogni pagina di R (tabella esterna), invece che per ogni riga di R.

per ogni pagina P_R in R {
    per ogni pagina P_S in S {
        per ogni tupla t_R in P_R {
            per ogni tupla t_S in P_S {
                se la coppia (t_R, t_S) soddisfa PJ
                    allora aggiungi (t_R, t_S) al risultato
            }
        }
    }
}

Block Nested-Loop JOIN

Esempio



Block Nested-Loop JOIN: costo

- Il costo di esecuzione dipende dallo spazio a disposizione nei buffer.

- Nel caso base in cui vi sia 1 buffer per R e 1 buffer per S:
  - bisogna leggere 1 volta R e
  - NP(R) volte S, ovvero tante volte quanti sono i blocchi della relazione esterna,
  - per un totale di NP(R) + NP(R) * NP(S) accessi a memoria secondaria

- Se è possibile allocare NP(S) buffer per la relazione interna il costo si riduce a NP(R) + NP(S)

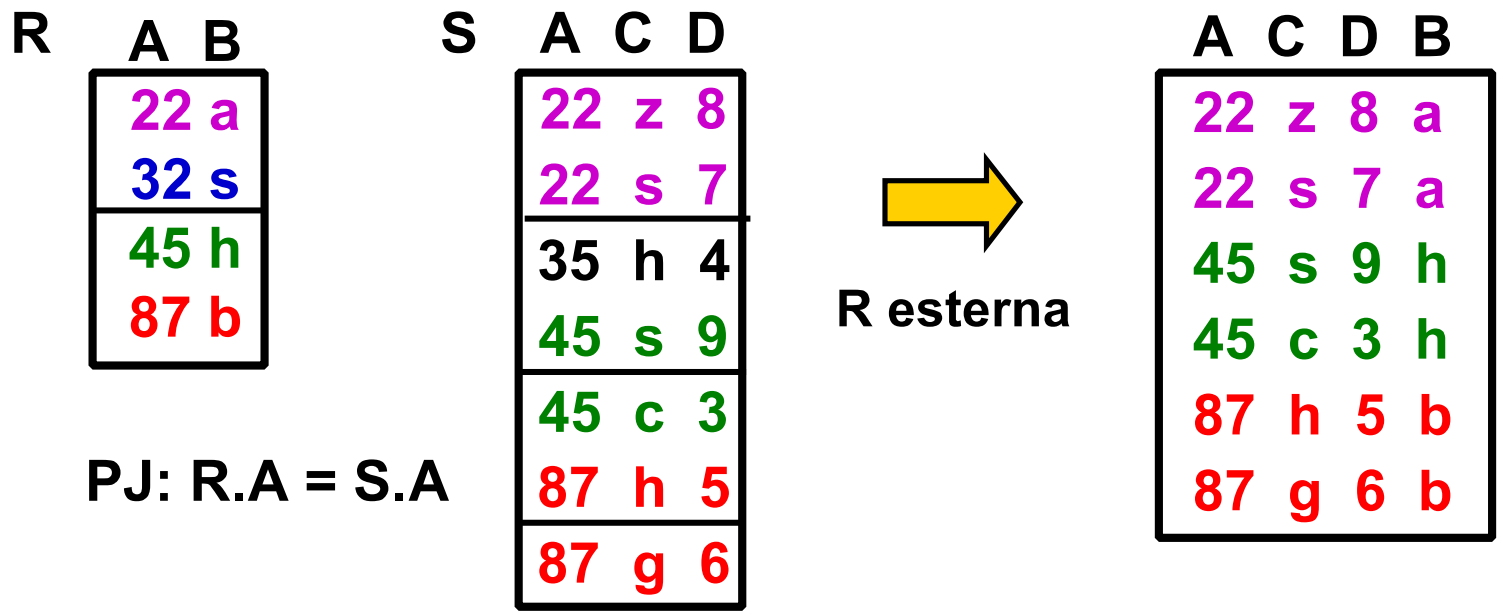
Merge-Scan JOIN

- Il Merge-Scan Join è applicabile quando entrambi gli insiemi di tuple in input sono ordinati sugli attributi di join e il join è un equi-join.

- Ciò accade se per entrambe le relazioni di input R e S vale una almeno delle seguenti condizioni:
  - La relazione è fisicamente ordinata sugli attributi di join (file sequenziale ordinato come struttura fisica).
  - Esiste un indice sugli attributi di join della tabella che consente una scansione ordinata delle tuple.

Merge-Scan JOIN

Esempio



Merge-Scan JOIN: costo

- La logica dell'algoritmo sfrutta il fatto che **entrambi gli input sono ordinati** per evitare di fare inutili confronti, il che fa sì che il numero di letture totali sia dell'ordine di:

  $$NP(R) + NP(S)$$

  se si accede sequenzialmente alle due relazioni ordinate fisicamente.

- **Con indici B+-tree** su entrambe le relazioni il costo può arrivare al massimo a (indici già nel buffer):

  $$NR(R) + NR(S)$$

- **Con una relazione ordinata e un solo indice** al massimo a:

  $$NP(R) + NR(S) \text{ (o viceversa)}$$

Hash-based JOIN

- L'algoritmo di Hash Join, applicabile solo in caso di **equi-join**, non richiede né la presenza di indici né input ordinati, e risulta particolarmente vantaggioso in caso di relazioni molto grandi. L'idea su cui si basa l'Hash Join è semplice:

- Si suppone di avere a disposizione una funzione hash h, che viene applicata agli attributi di join delle due relazioni (ad es. R.J e S.J).
  - Se t_R e t_S sono 2 tuple di R e S, allora è possibile che sia $t_R.J = t_S.J$ solo se $h(t_R.J) = h(t_S.J)$
  - Se, viceversa, $h(t_R.J) <> h(t_S.J)$, allora sicuramente è $t_R.J <> t_S.J$

Hash-based JOIN

- A partire da questa idea si hanno diverse implementazioni, che hanno in comune il fatto che R e S vengono partizionate sulla base dei valori della funzione di hash h, e che la ricerca di matching tuples avviene solo tra partizioni relative allo stesso valore di h.

Hash-based JOIN: costo

- Il costo può essere così valutato:
- A – costruzione hash map:

  NP(R) + NP(S)

- B – accesso alle «matching tuples» che nel caso pessimo può costare (block neasted loop join):

  NP(R) * NP(S)

- ma dipende anche fortemente dal numero di buffer a disposizione e dalla distribuzione dei valori degli attributi di join (il caso uniforme è quello migliore).

Scelta finale del piano di esecuzione

Data una espressione ottimizzata in algebra:

- Si generano tutti i possibili piani di esecuzione (alberi) alternativi (o un sottoinsieme di questi) ottenuti considerando le seguenti dimensioni:
  - Operatori alternativi applicabili per l'accesso ai dati: ad esempio, scan sequenziale o via indice,
  - Operatori alternativi applicabili nei nodi: ad esempio, nested-loop join or hash-based join
  - L'ordine delle operazioni da compiere (associatività)
- Si valuta con formule approssimate il costo di ogni alternativa in termini di accessi a memoria secondaria richiesti (stima).
- Si sceglie l'albero con costo approssimato minimo.

Scelta finale del piano di esecuzione

- Nella valutazione delle stime di costo si tiene conto del profilo delle relazioni, solitamente memorizzato nel Data Dictionary e contenente per ogni relazione T:
  - Stima della cardinalità (#tuple): CARD(T)
  - Stima della dimensione di una tupla: SIZE(T)
  - Stima della dimensione di ciascun attributo A: SIZE(A,T)
  - Stima del numero di valori distinti per ogni attributo A: VAL(A,T)
  - Stima del valore massimo e minimo per ogni attributo A: MAX(A,T) e MIN(A,T)