

ARGOMENTO 12

Piani di esecuzione di query

Esecuzione di query SQL

- Per ogni query, esistono almeno due livelli di pianificazione:
 - Pianificazione logica: decidere COSA fare per produrre il risultato
 - Es. selezione, proiezione, join, unione, ...
 - Pianificazione fisica: decidere COME eseguire i singoli passi del piano logico
 - file scan, nested loop join, hash join, ...
- Ogni piano può avere costi MOLTO differenti
- Domanda: come si fa a calcolare (stimare) il costo dell'esecuzione di un piano?

Esecuzione di query SQL

- Per *stimare* il costo dell'esecuzione di un piano, noi qui ci limiteremo a discutere due aspetti:
 - La stima della **cardinalità** di ogni passo intermedio dell'esecuzione della query
 - Il costo di ogni singolo passo in termini di I/O (come visto nelle lezioni precedenti)
- Argomenti più avanzati (che non toccheremo) sono:
 - Lo spazio di ricerca (quali diversi piani considerare)
 - Gli algoritmi di ricerca (come esplorare lo spazio di ricerca)

Cosa dobbiamo sapere per il calcolo

- Come premessa, è necessario conoscere almeno quanto segue:
 - La cardinalità delle relazioni coinvolte
 - La presenza o meno di indici (e di che tipo) e il numero di chiavi nell'indice
 - Il numero di pagine utilizzate per memorizzare ogni relazione
 - Informazione statistica sugli attributi (es. il valore minimo, il valore massimo, il numero di valori diversi, ...)

Albero di esecuzione della query

- Per rappresentare i passi di esecuzione di una query, spesso si usa una rappresentazione ad albero
 - Le foglie sono le relazioni di partenza
 - I nodi intermedi corrispondono a operazioni algebriche sulla/e relazioni coinvolte
 - A ogni nodo intermedio viene associato un costo
 - La radice corrisponde all'output della query (che a sua volta è una relazione)

La base di dati «sailors»

Sailors (sid, sname, srating, age)

Boats(bid, bname, color)

Reserves(sid, bid, date, rname)

Q1: What are the names of the sailors who have reserved boat with name "100" ?

*Q2: What are the names of the sailors who have reserved a **red** boat ?*

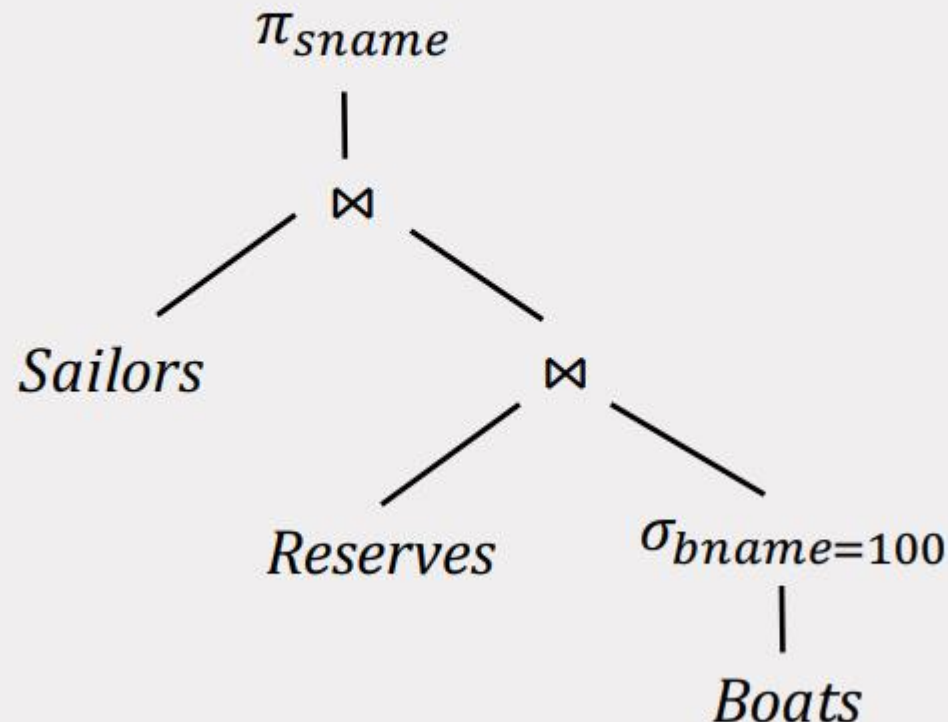
*Q3: What are the names of the sailors who have reserved a **green** or **red** boat ?*

*Q4: What are the names of the sailors who have reserved a **green** and **red** boat ?*

Piano logico

- $|S| = 90$
- $|B| = 30$
- $|R| = 3000$
- $f(\text{color}) = 1/3$
- $f(B.\text{bid} = R.\text{bid}) = 1/4$
- $f(S.\text{sid} = R.\text{sid}) = 1/12$
- $t_S = t_B = t_R = 40$ byte
- $P = 400$ byte
- $P / t_x = 10$
- $P_S = 9$
- $P_B = 3$
- $P_R = 300$

Q1: What are the names of the sailors who have reserved boat with name "100" ?

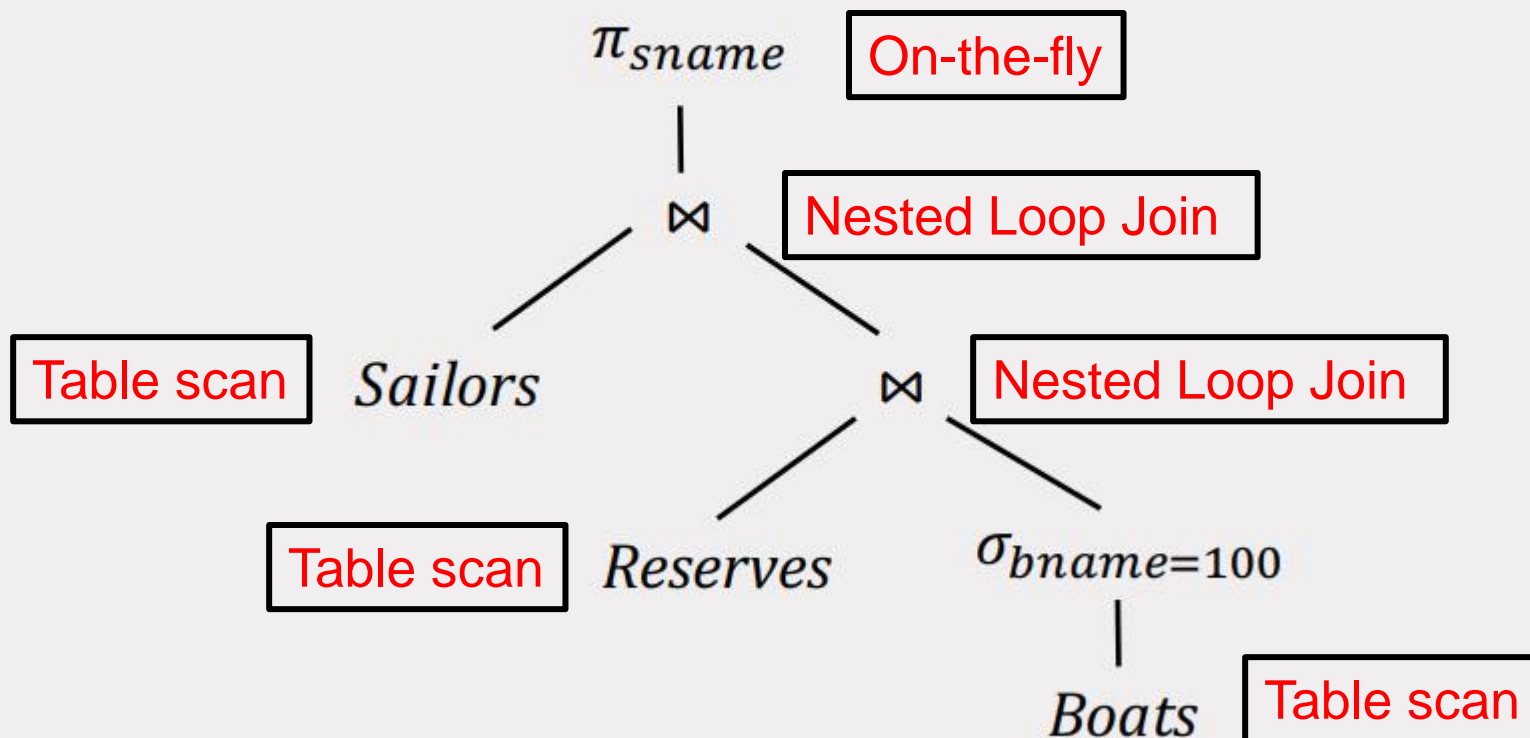


Piano fisico (esempio)

- $|S| = 90$
- $|B| = 30$
- $|R| = 3000$
- $f(\text{color}) = 1/3$
- $f(B.\text{bid} = R.\text{bid}) = 1/4$
- $f(S.\text{sid} = R.\text{sid}) = 1/12$

- $t_S = t_B = t_R = 40$ byte
- $P = 400$ byte
- $P / t_x = 10$
- $P_S = 9$
- $P_B = 3$
- $P_R = 300$

Q1: What are the names of the sailors who have reserved boat with name "100" ?

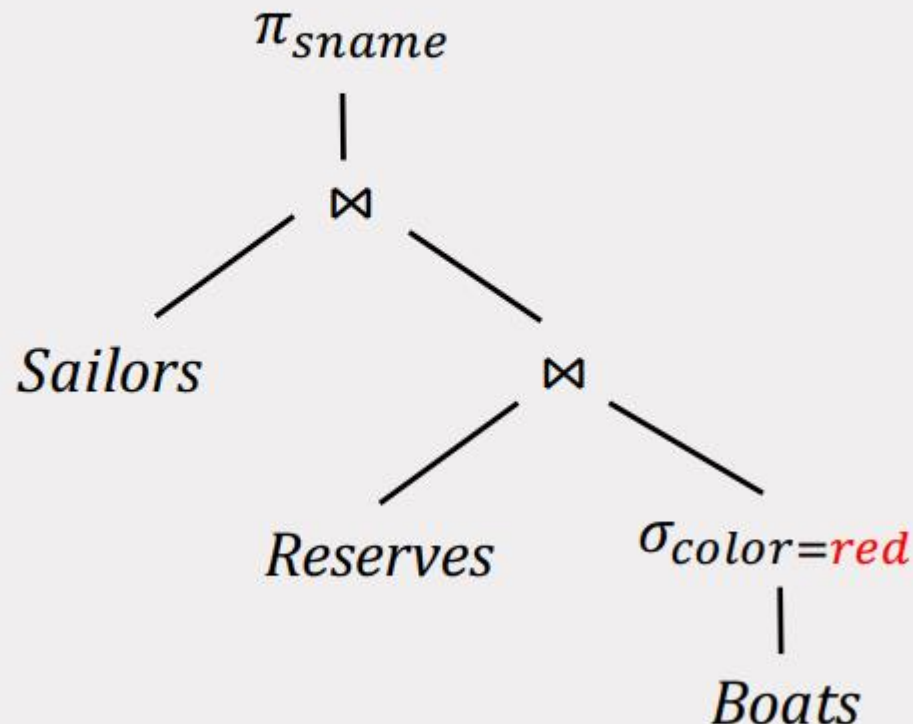


Piano logico

- $|S| = 90$
- $|B| = 30$
- $|R| = 3000$
- $f(\text{color}) = 1/3$
- $f(B.\text{bid} = R.\text{bid}) = 1/4$
- $f(S.\text{sid} = R.\text{sid}) = 1/12$

- $t_S = t_B = t_R = 40$ byte
- $P = 400$ byte
- $P / t_x = 10$
- $P_S = 9$
- $P_B = 3$
- $P_R = 300$

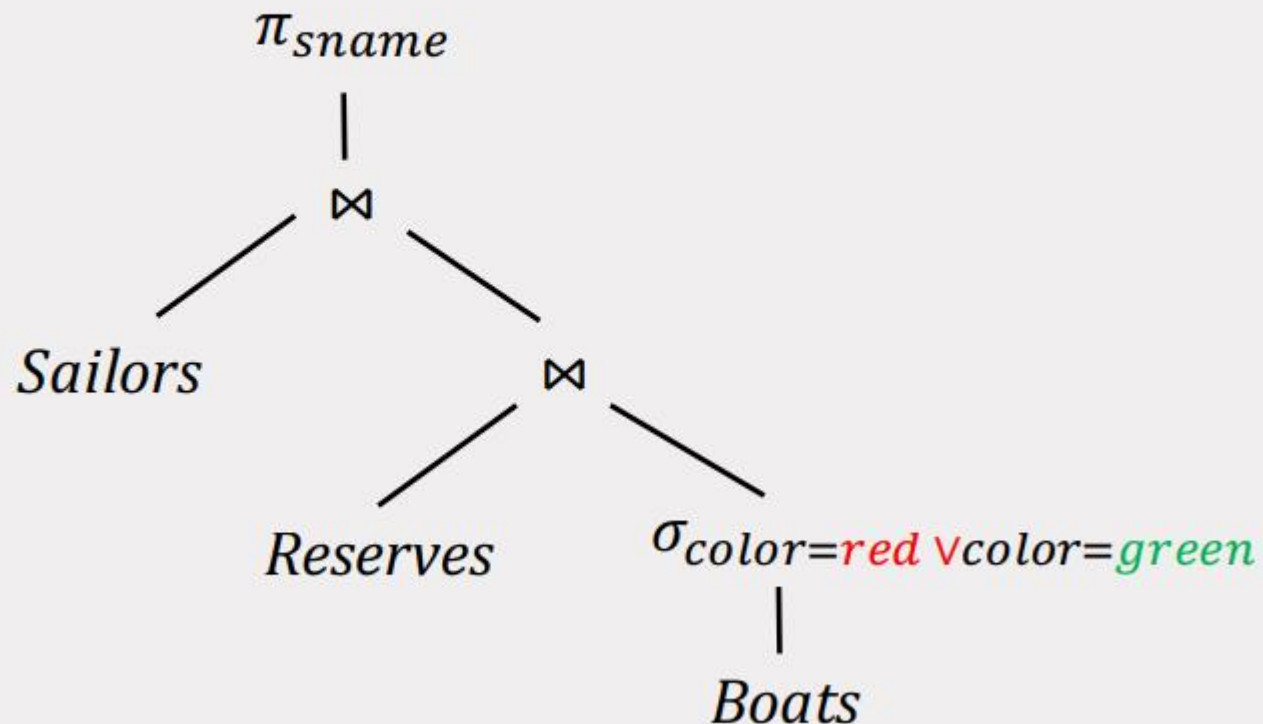
Q2: What are the names of the sailors who have reserved a *red* boat?



Piano logico

- | | |
|---|-------------------------------|
| ■ $ S = 90$ | ■ $t_S = t_B = t_R = 40$ byte |
| ■ $ B = 30$ | ■ $P = 400$ byte |
| ■ $ R = 3000$ | ■ $P / t_x = 10$ |
| ■ $f(\text{color}) = 1/3$ | ■ $P_S = 9$ |
| ■ $f(B.\text{bid} = R.\text{bid}) = 1/4$ | ■ $P_B = 3$ |
| ■ $f(S.\text{sid} = R.\text{sid}) = 1/12$ | ■ $P_R = 300$ |

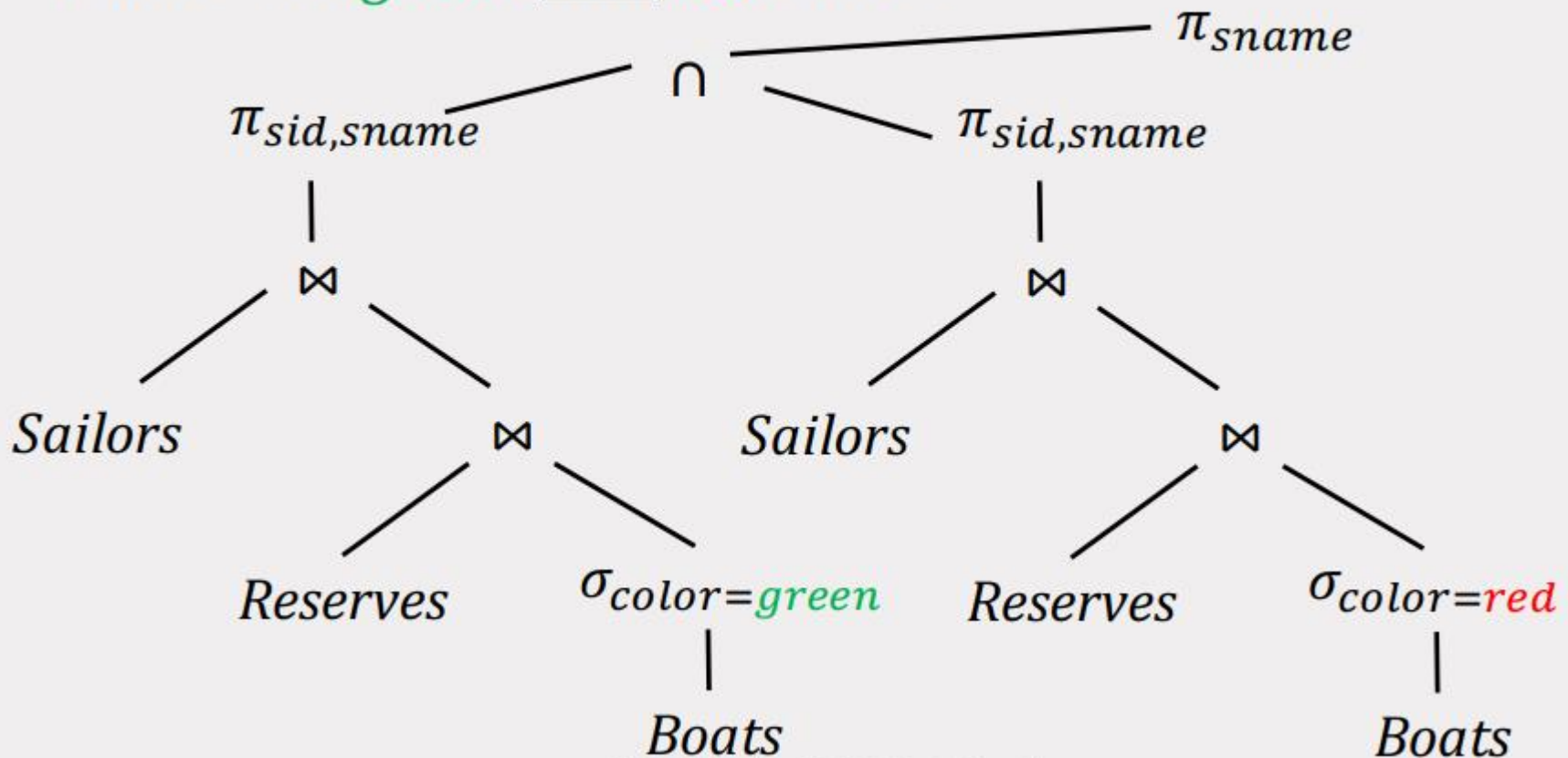
Q3: What are the names of the sailors who have reserved a *green* or *red* boat?



Piano logico

- $|S| = 90$
- $|B| = 30$
- $|R| = 3000$
- $f(\text{color}) = 1/3$
- $f(B.\text{bid} = R.\text{bid}) = 1/4$
- $f(S.\text{sid} = R.\text{sid}) = 1/12$
- $t_S = t_B = t_R = 40$ byte
- $P = 400$ byte
- $P / t_x = 10$
- $P_S = 9$
- $P_B = 3$
- $P_R = 300$

Q4: What are the names of the sailors who have reserved a **green** and **red** boat?



Esempio

Sailors (sid, sname, srating, age)

Boats(bid, bname, color)

Reserves(sid, bid, date, rname)

Query:

```
SELECT S.sid, R.rname  
FROM Sailors S, Boats B, Reserves R  
WHERE S.sid = R.sid  
AND B.bid = R.bid  
AND B.color = red
```

Assunzioni di partenza

Sailors (sid, sname, srating, age)

Boats(bid, bname, color)

Reserves(sid, bid, date, rname)

- $|S| = 12$
- $|B| = 4$
- $|R| = 10$
- $f(\text{color}) = 1/3$
- $f(B.\text{bid} = R.\text{bid}) = 1/4$
- $f(S.\text{sid} = R.\text{sid}) = 1/12$

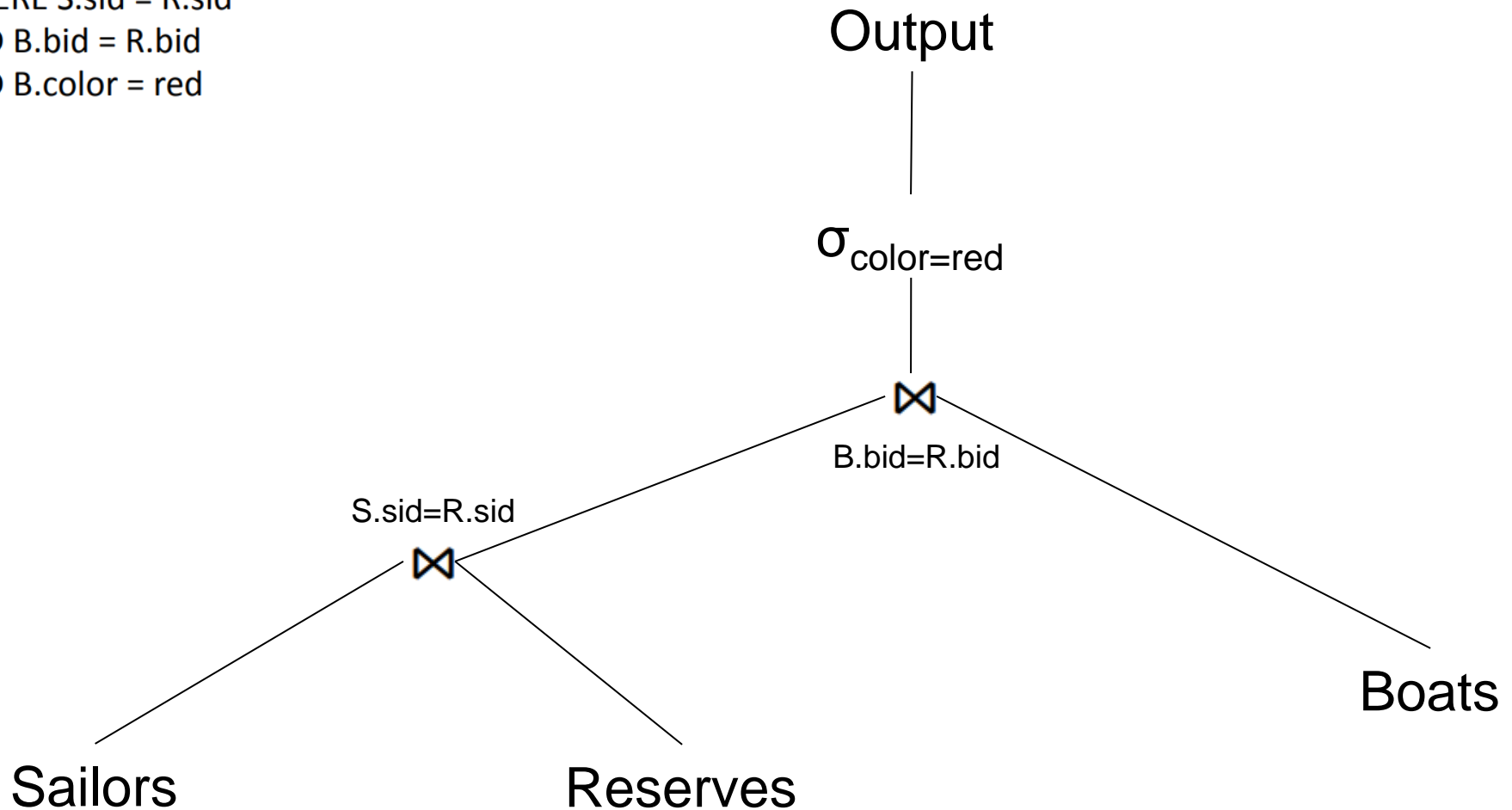
- $t_S = t_B = t_R = 25$ byte
- $P = 50$ byte
- $P / t_x = 2$
- $P_S = 6$
- $P_B = 2$
- $P_R = 5$

Esempio

- $|S| = 12$
- $|B| = 4$
- $|R| = 10$
- $f(\text{color}) = 1/3$
- $f(B.\text{bid} = R.\text{bid}) = 1/4$
- $f(S.\text{sid} = R.\text{sid}) = 1/12$

- $t_S = t_B = t_R = 25$ byte
- $P = 50$ byte
- $P / t_x = 2$
- $P_S = 6$
- $P_B = 2$
- $P_R = 5$

```
SELECT S.sid, R.rname
FROM Sailors S, Boats B, Reserves R
WHERE S.sid = R.sid
AND B.bid = R.bid
AND B.color = red
```



Calcolo della cardinalità dell'output

■ $ S = 12$	■ $t_S = t_B = t_R = 25$ byte
■ $ B = 4$	■ $P = 50$ byte
■ $ R = 10$	■ $P / t_x = 2$
■ $f(\text{color}) = 1/3$	■ $P_S = 6$
■ $f(B.\text{bid} = R.\text{bid}) = 1/4$	■ $P_B = 2$
■ $f(S.\text{sid} = R.\text{sid}) = 1/12$	■ $P_R = 5$

- La cardinalità delle varie operazioni viene approssimata bottom-up nell'albero di esecuzione
- Osservazione: la cardinalità dell'output sarà:
$$|Res| \leq |R| \times |S| \times |B| \leq 10 \times 12 \times 4 \leq 480$$
- Questo valore viene ridotto da ognuna delle condizioni usando il concetto di **selectivity factor** f (vedi lezione sui costi delle query)
- In generale, comunque, f può solo essere stimato

Esempio: cardinalità

- $|S| = 12$
- $|B| = 4$
- $|R| = 10$
- $f(\text{color}) = 1/3$
- $f(B.\text{bid} = R.\text{bid}) = 1/4$
- $f(S.\text{sid} = R.\text{sid}) = 1/12$

- $t_S = t_B = t_R = 25$ byte
- $P = 50$ byte
- $P / t_x = 2$
- $P_S = 6$
- $P_B = 2$
- $P_R = 5$

- Stima della cardinalità dell'output:

$$12 * 10 * 4 * 1/12 * 1/4 * 1/3 = 3,4$$

- $S.\text{sid}=R.\text{sid} \rightarrow 12 * 10 * 1/12 = 10$
- $B.\text{bid}=R.\text{bid} \rightarrow 4 * 10 * 1/4 = 10$
- $\text{color} = \text{'red'} \rightarrow 10 * 1/3 = 3,4$

Esempio: costo (I/O)

■ $ S = 12$	■ $t_S = t_B = t_R = 25$ byte
■ $ B = 4$	■ $P = 50$ byte
■ $ R = 10$	■ $P / t_x = 2$
■ $f(\text{color}) = 1/3$	■ $P_S = 6$
■ $f(B.\text{bid} = R.\text{bid}) = 1/4$	■ $P_B = 2$
■ $f(S.\text{sid} = R.\text{sid}) = 1/12$	■ $P_R = 5$

- Costo del primo JOIN: $P_R + P_S * P_R$
 - $5 + 6 * 5 = 35$
- Costo del secondo JOIN: P_B
 - 2
 - NB: l'output del primo JOIN è già in memoria, quindi basta caricare Boats e verificare (al volo) quali tuple soddisfano la condizione del JOIN
- Il costo della selezione *color = red* è nullo (nessuna operazione di I/O)
 - Viene eseguita in memoria sull'output delle operazioni precedenti
- Costo totale: 37

Indici

■ $ S = 12$	■ $t_S = t_B = t_R = 25$ byte
■ $ B = 4$	■ $P = 50$ byte
■ $ R = 10$	■ $P / t_x = 2$
■ $f(\text{color}) = 1/3$	■ $P_S = 6$
■ $f(B.\text{bid} = R.\text{bid}) = 1/4$	■ $P_B = 2$
■ $f(S.\text{sid} = R.\text{sid}) = 1/12$	■ $P_R = 5$

- Cosa cambierebbe se avessimo a disposizione degli indici?
- Per esempio, supponiamo di avere un *hash index* sull'attributo `Sailors.sid`
- Il costo del primo JOIN sarebbe:

$$P_R + |R| * (L_h + |S_{s.sid = r.sid}|)$$

ovvero:

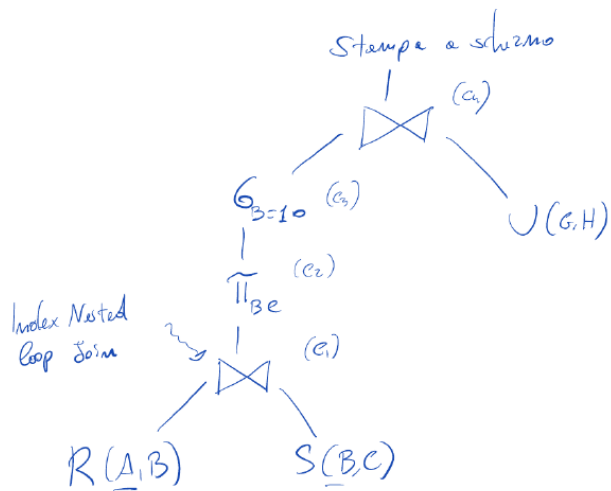
$$5 + 10 * (1 + 1) = 25$$

Esercizio 1

Soluzione:

Assumiamo di avere le relazioni $R(\underline{A}, B)$, $S(\underline{B}, C)$, $U(G, \underline{H})$, dove gli insiemi di attributi sottolineati in ciascuna relazione indicano la chiave primaria.

Supponiamo anche che sull'attributo S.B sia stato creato un B⁺-tree, con un costo di lookup pari a $L_b = 3$. Infine, si assuma di avere una query, il cui piano di esecuzione è il seguente



Calcolare il costo di eseguire la query seguendo il piano sopra descritto.