

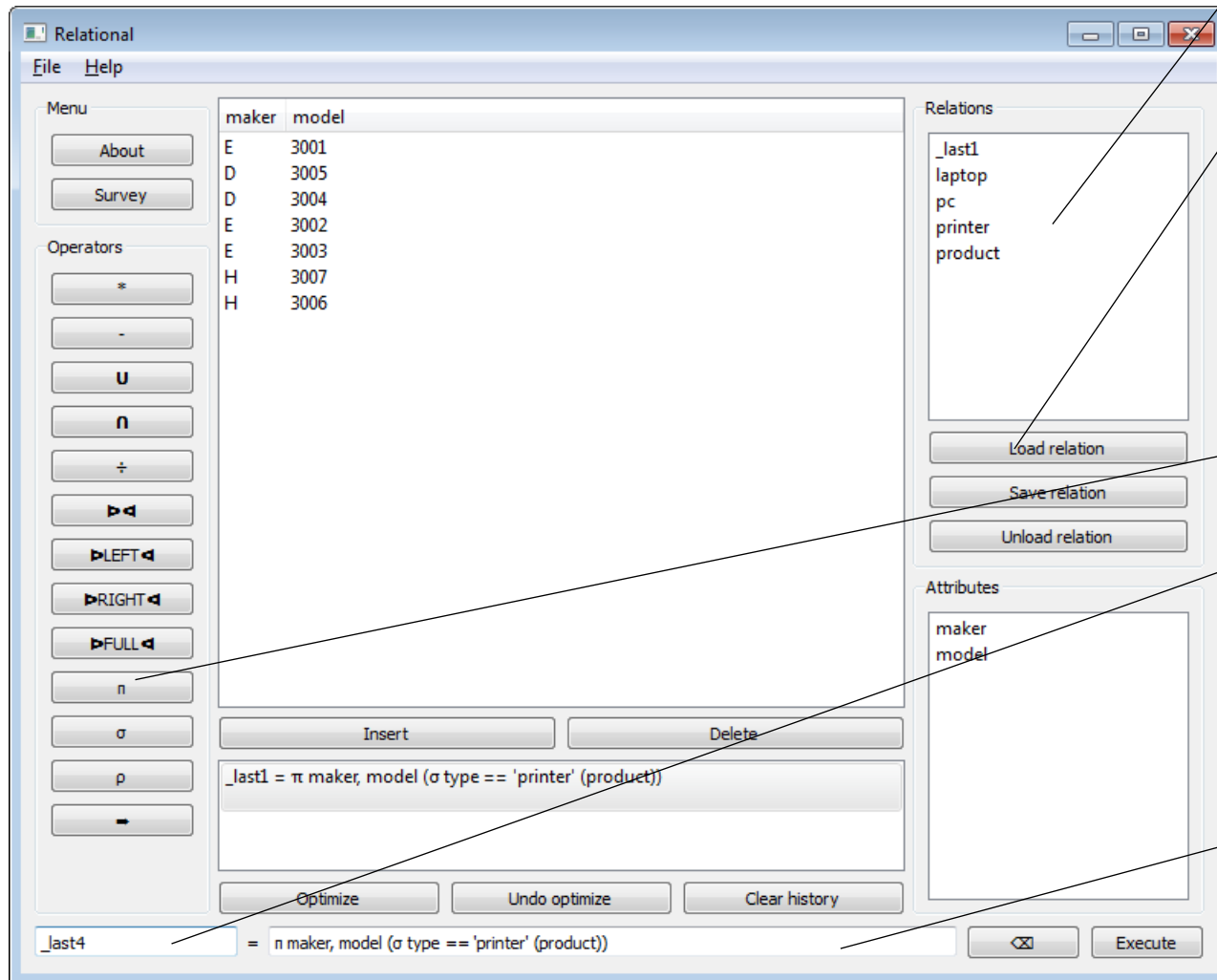
Operatori Algebra Relazionale

- Operatori insiemistici
 - $\mathbf{R \cup S}$ – unione
 - $\mathbf{R \cap S}$ – intersezione
 - $\mathbf{R - S}$ – differenza
- Operatori che filtrano una singola relazione
 - $\sigma_C(\mathbf{R})$ – selezione (C condizione su attributi di R)
 - $\pi_{A_1, \dots, A_N}(\mathbf{R})$ – proiezione (A_1, \dots, A_N sottoinsieme attributi R)
- Operatori che combinano tuple di due relazioni
 - $\mathbf{R \times S}$ – prodotto cartesiano
 - $\mathbf{R \bowtie S}$ – natural join
 - $\mathbf{R \bowtie_c S}$ – theta-join
- Ridenominazione
 - $\rho_{S(A_1, \dots, A_N)}(\mathbf{R})$ – ridenominazione relazione e suoi attributi
 - $\rho_S(\mathbf{R})$ – ridenominazione relazione, attributi mantengono loro nome

Il tool 'Relational' (1/3)

- Per sperimentare con le espressioni di algebra relazionale
<http://galileo.dmi.unict.it/wiki/relational/doku.php>
- Il tool permette di
 - caricare le tabelle di un DB a partire da file CSV su disco
 - eseguire delle query su tali tabelle espresse in algebra relazionale
 - ottimizzare le query in algebra relazionale
(non è obiettivo di questo laboratorio)

Il tool 'Relational' (2/3)



fare doppio click su una tabella per mostrarne i dati

Scegliere "Load relation" per caricare una tabella da file CSV (caricare tutte le tabelle dei database degli esercizi)

Questi sono gli operatori supportati dal tool. Selezionandone uno, questo è aggiunto all'espressione.

Il risultato può essere assegnato ad una relazione temporanea (_lastN); questa relazione è aggiunta a quelle caricate e si può usare nelle espressioni valutate dopo

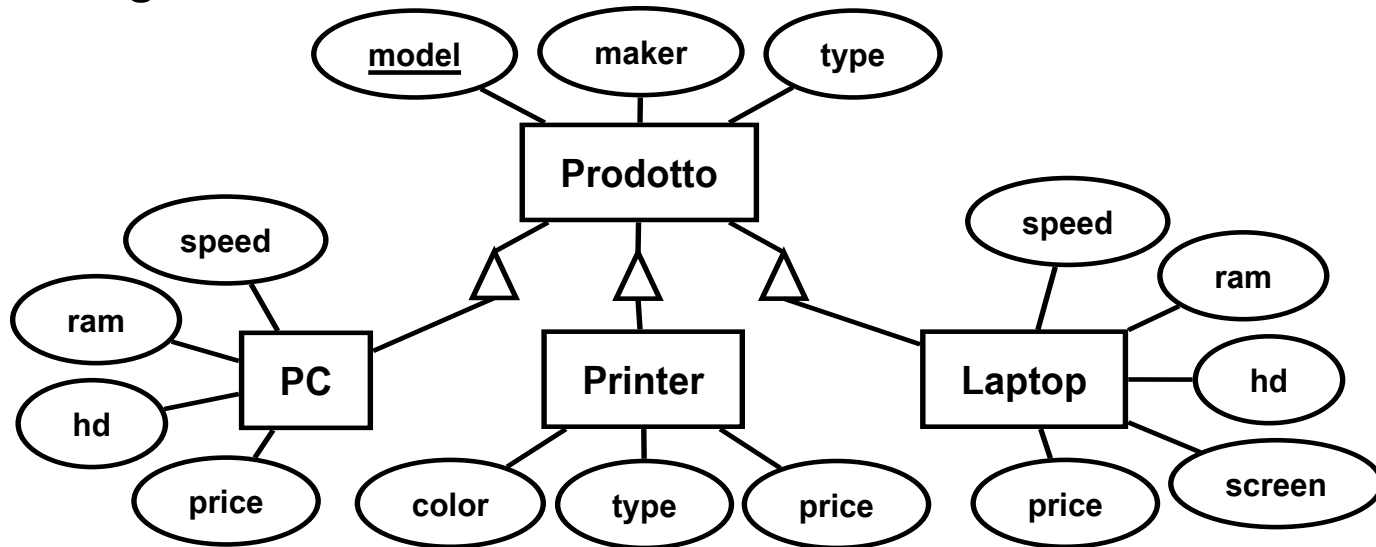
Qui si può immettere l'espressione di algebra relazionale da valutare (selezionare 'execute')

Il tool 'Relational' (3/3)

- Osservazioni
 - attenzione a non caricare troppi dati
 - il tool non è un DBMS!
 - file CSV di qualche MB comportano un notevole rallentamento
 - il tool non supporta il theta-join
 - usare l'equivalenza $R \bowtie_C S = \sigma_C (R \times S)$
 - la ridenominazione nel tool è diversa da quella del libro
 - si possono ridenominare soltanto i singoli attributi
 - la sintassi del tool è: $\rho \ a1 \rightarrow a2 \ (R)$
 - la sintassi del tool (intuitiva) è specificata alla URL
http://galileo.dmi.unict.it/wiki/relational/doku.php?id=allowed_expressions
 - il tool è utile per sperimentare con l'algebra relazionale, ma all'esame si deve usare la sintassi descritta nel libro e a lezione
 - quindi si usa il theta-join dove opportuno e la ridenominazione come vista a lezione

Esercizio 1 – Database

Sia dato il seguente database:



Product (model, maker, type)

PC (model, speed, ram, hd, price)

Laptop (model, speed, ram, hd, screen, price)

Printer (model, color, type, price)

<http://j.mp/SlidesLab02>

Esercizio 1 – Interrogazioni

Product (model, maker, type)

PC (model, speed, ram, hd, price)

Laptop (model, speed, ram, hd, screen, price)

Printer (model, color, type, price)

Esprimere in algebra relazionale le seguenti query:

1. Trovare i produttori che vendono stampanti ma non PC
2. Trovare i modelli di PC con velocità almeno 2.5 GHz
3. Trovare i produttori di laptop con disco di almeno 120 GB
4. Elencare modello e prezzo di tutti i prodotti realizzati dal produttore C
5. Elencare i codici dei modelli di stampante laser in bianco e nero
6. Elencare le dimensioni di hard disk che occorrono in due o più PC
7. Elencare le coppie di modelli di PC con stessa velocità e quantità di RAM
8. Trovare i produttori di due o più computer (PC, laptop) di almeno 2.2 GHz
9. Trovare produttore/i del laptop più veloce

Esercizio 1 – Soluzioni (1/6)

1. Trovare i produttori che vendono stampanti ma non PC

$\pi_{\text{maker}}(\sigma_{\text{type} = \text{'printer'}}(\text{product})) - \pi_{\text{maker}}(\sigma_{\text{type} = \text{'pc'}}(\text{product}))$

Tool 'relational':

$\pi \text{ maker } (\sigma \text{ type} == \text{'printer'} \text{ (product)}) - \pi \text{ maker } (\sigma \text{ type} == \text{'pc'} \text{ (product)})$

2. Trovare i modelli di PC con velocità almeno 2.5 GHz

$\pi_{\text{model}}(\sigma_{\text{speed} \geq 2.5}(\text{pc}))$

Tool 'relational': $\pi \text{ model } (\sigma \text{ speed} > 2.5 \text{ (pc)})$

3. Trovare i produttori di laptop con disco di almeno 120 GB

$\pi_{\text{maker}}(\text{product} \bowtie \sigma_{\text{hd} \geq 120}(\text{laptop}))$

Tool 'relational': $\pi \text{ maker } (\text{product} \bowtie \sigma \text{ hd} \geq 120 \text{ (laptop)})$

Esercizio 1 – Soluzioni (2/6)

4. Elencare modello e prezzo di tutti i prodotti realizzati dal produttore C

$\pi_{\text{model, price}} (\sigma_{\text{maker} = 'C'} (\text{product}) \bowtie \text{pc})$
 $\cup \pi_{\text{model, price}} (\sigma_{\text{maker} = 'C'} (\text{product}) \bowtie \text{laptop})$
 $\cup \pi_{\text{model, price}} (\sigma_{\text{maker} = 'C'} (\text{product}) \bowtie \text{printer})$

oppure:

$\pi_{\text{model, price}} (\sigma_{\text{maker} = 'C'} (\text{product})$
 $\bowtie (\pi_{\text{model, price}} (\text{pc}) \cup \pi_{\text{model, price}} (\text{laptop}) \cup \pi_{\text{model, price}} (\text{printer})))$

Tool 'relational':

```
( $\pi$  model, price ( $\sigma$  maker == 'C' (product)  $\bowtie$  pc))  $\cup$   
  ( $\pi$  model, price ( $\sigma$  maker == 'C' (product)  $\bowtie$  laptop))  $\cup$   
  ( $\pi$  model, price ( $\sigma$  maker == 'C' (product)  $\bowtie$  printer))
```

Oppure:

```
( $\pi$  model, price ( $\sigma$  maker == 'C' (product))  $\bowtie$   
  ( $\pi$  model, price (pc)  $\cup$   
     $\pi$  model, price (laptop)  $\cup$   
     $\pi$  model, price (printer)) )
```


Esercizio 1 – Soluzioni (3/6)

5. Elencare i codici dei modelli di stampante laser in bianco e nero

$\pi_{\text{model}} (\sigma_{\text{color} = \text{'FALSE'} \wedge \text{type} = \text{'laser'}} (\text{printer}))$

Tool 'relational':

$\pi \text{ model } (\sigma \text{ color} == \text{'FALSE'} \text{ and } \text{type} == \text{'laser'} \text{ (printer)})$

6. Elencare le dimensioni di hard disk che occorrono in due o più PC

$\pi_{\text{pc.hd}} (\text{pc} \bowtie_{(\text{pc.hd} = \text{pc2.hd} \wedge \text{pc.model} \neq \text{pc2.model})} \rho_{\text{pc2}}(\text{pc}))$

oppure:

$\pi_{\text{pc.hd}} (\sigma_{(\text{pc.hd} = \text{pc2.hd} \wedge \text{pc.model} \neq \text{pc2.model})} (\text{pc} \times \rho_{\text{pc2}}(\text{pc})))$

oppure:

$\pi_{\text{pc.hd}} (\sigma_{(\text{model} \neq \text{model2})} (\text{pc} \bowtie \rho_{\text{pc2}}(\text{model2, speed2, ram2, hd, price2})(\text{pc})))$

Tool 'relational': $\pi \text{ hd } (\sigma \text{ m1} \neq \text{m2 } ((\rho \text{ model} \rightarrow \text{m1 } (\pi \text{ model, hd } (\text{pc}))) \bowtie (\rho \text{ model} \rightarrow \text{m2 } (\pi \text{ model, hd } (\text{pc})))))$

Esercizio 1 – Soluzioni (4/6)

7. Elencare le coppie di modelli di PC con stessa velocità e quantità di RAM

$$\pi_{pc.model, pc2.model} (pc \bowtie_{(pc.speed = pc2.speed \wedge pc.ram = pc2.ram \wedge pc.model > pc2.model)} \rho_{pc2}(pc))$$

Tool 'relational':

```

$$\pi m1, m2 (\sigma m1 > m2 ( (\rho model \rightarrow m1 (\pi model, speed, ram (pc)))$$
  

$$\bowtie (\rho model \rightarrow m2 (\pi model, speed, ram (pc))) ))$$

```

Osservazione: un modo semplice per evitare di ritornare ciascuna coppia due volte (sia i,j che j,i) è sostituire il \neq sui modelli dei due pc (più in generale, sulle chiavi dei due elementi della coppia) con \geq oppure \leq , in modo da imporre un ordine preferenziale tra i due elementi.

Esercizio 1 – Soluzioni (5/6)

8. Trovare i produttori di due o più computer (PC,laptop) di almeno 2.2 GHz

```

$$\pi_{\text{maker}} ( \rho_{\text{pc1}} ( \text{product} \bowtie ( \pi_{\text{model}} ( \sigma_{\text{speed} \geq 2.2} (\text{pc}) ) \cup \pi_{\text{model}} ( \sigma_{\text{speed} \geq 2.2} (\text{laptop}) ) ) ) )$$

$$\bowtie_{(\text{pc1.maker} = \text{pc2.maker} \wedge \text{pc1.model} \neq \text{pc2.model})}$$

$$\rho_{\text{pc2}} ( \text{product} \bowtie ( \pi_{\text{model}} ( \sigma_{\text{speed} \geq 2.2} (\text{pc}) ) \cup \pi_{\text{model}} ( \sigma_{\text{speed} \geq 2.2} (\text{laptop}) ) ) ) )$$

```

Tool 'relational':

```

$$\pi \text{ maker } ( \sigma \text{ m1} \neq \text{m2} ($$

$$(\rho \text{ model} \Rightarrow \text{m1} ( \pi \text{ maker, model } ( \text{product} \bowtie$$

$$(\pi \text{ model } ( \sigma \text{ speed} \geq 2.2 (\text{pc}) ) \cup \pi \text{ model } ( \sigma \text{ speed} \geq 2.2 (\text{laptop}) ) ) ) ) ) )$$

$$\bowtie (\rho \text{ model} \Rightarrow \text{m2} ( \pi \text{ maker, model } ( \text{product} \bowtie$$

$$(\pi \text{ model } ( \sigma \text{ speed} \geq 2.2 (\text{pc}) ) \cup \pi \text{ model } ( \sigma \text{ speed} \geq 2.2 (\text{laptop}) ) ) ) ) ) ) )$$

```

Osservazione: la soluzione è più semplice se si definisce una relazione temporanea per l'espressione:

fast_computer ::= product \bowtie ($\pi_{\text{model}} (\sigma_{\text{speed} \geq 2.2} (\text{pc})) \cup \pi_{\text{model}} (\sigma_{\text{speed} \geq 2.2} (\text{laptop})))$

La query può poi essere espressa in modo più compatto in termini di fast_computer.

Esercizio 1 – Soluzioni (6/6)

9. Trovare produttore/l del laptop più veloce

```
product ⋈ (πmodel (laptop) - πmodel (laptop ⋈speed < speed2 ρlaptop2(model2, speed2) (πmodel, speed (laptop))))
```

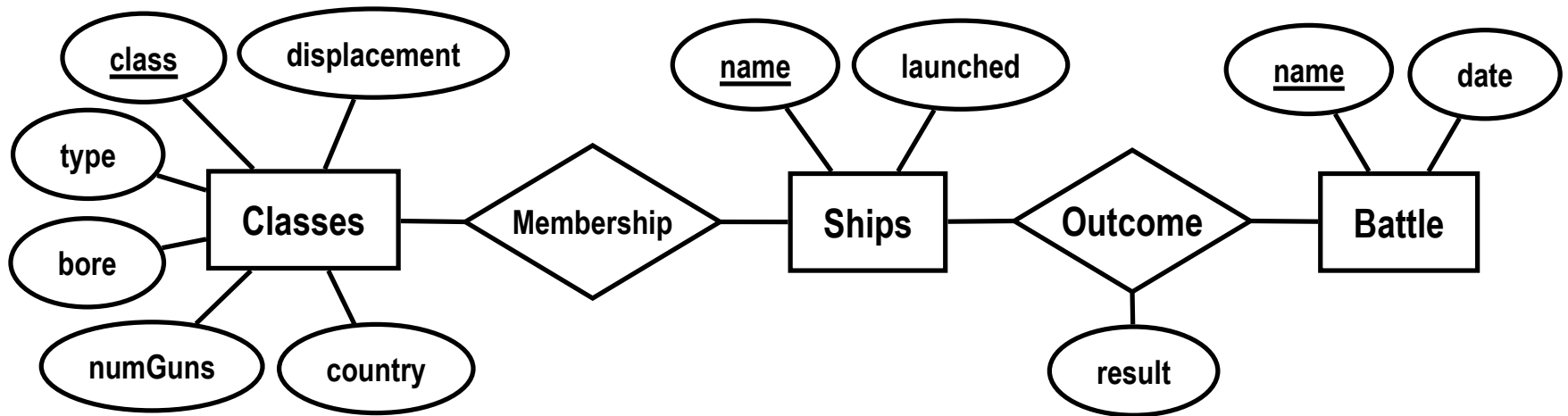
Tool 'relational':

```
product ⋈ (π model (laptop) - π model (σ speed < speed2 ( laptop *  
    (ρ speed ➔ speed2, model ➔ model2 (π model, speed (laptop))) )))
```

Osservazione: senza usare gli operatori aggregati (e.g. max), il massimo di un insieme di elementi si può calcolare come differenza tra l'insieme e il sottoinsieme di elementi per cui esiste almeno un elemento maggiore. Ciò consiste, in questo caso, nel considerare tutte le coppie di laptop in cui il primo sia più lento del secondo. L'insieme di questi primi laptop (ottenibile per proiezione) rappresenta l'insieme dei laptop più lenti di qualche altro laptop. L'unico laptop escluso da questo insieme è necessariamente quello più veloce e si può ricavare per differenza.

Esercizio 2 – Database

Sia dato il seguente database:



Classes (class, type, country, numGuns, bore, displacement)

Ships (name, class, launched)

Outcomes (ship, battle, result)

Battles (name, date)

stazza [t]

calibro cannoni

type = bb → battleship (corazzata)
type = bc → battlecruiser (incrociatore)

result = ok / sunk / damaged

Esercizio 2 – Interrogazioni

Classes (class, type, country, numGuns, bore, displacement)

Ships (name, class, launched)

Outcomes (ship, battle, result)

Battles (name, date)

Nota: non c'è nessun vincolo di integrità referenziale tra Outcomes(ship) e Ships(name), ovvero Outcomes può menzionare delle navi per cui non esiste tupla in Ships

Esprimere in algebra relazionale le seguenti query:

1. Trovare le navi varate prima del 1917
2. Trovare le navi affondate nella battaglia di 'Surigao Strait'
3. Elencare le navi con stazza superiore alle 35000 t.
4. Elencare le classi (nome e paese) con cannoni con calibro di almeno 16"
5. Elencare i nomi di tutte le navi presenti nel database
6. Trovare i paesi che avevano sia corazzate (bb) che incrociatori (bc)
7. Trovare le navi che, sopravvivendo ad una battaglia, hanno partecipato ad uno scontro successivo
8. Trovare le classi con soltanto una nave

Esercizi dal libro

- Gli esercizi 1 e 2 corrispondono agli esercizi 2.4.1, 2.4.2 e 2.4.3, 2.4.4 del libro
- In aggiunta, si propongono gli esercizi 2.4.5 e 2.4.7

Esercizi dal libro – 2.4.5

Exercise 2.4.5: What is the difference between the natural join $R \bowtie S$ and the theta-join $R \bowtie_C S$ where the condition C is that $R.A = S.A$ for each attribute A appearing in the schemas of both R and S ?

Esercizi dal libro – 2.4.7

! Exercise 2.4.7: Suppose relations R and S have n tuples and m tuples, respectively. Give the minimum and maximum numbers of tuples that the results of the following expressions can have.

a) $R \cup S$.

b) $R \bowtie S$.

c) $\sigma_C(R) \times S$, for some condition C .

d) $\pi_L(R) - S$, for some list of attributes L .