

05 novembre 2020

Basi di Dati + Laboratorio - Informatica Triennale - Corso A

324

Esempio 1

- Trovare matricola, nome ed età degli impiegati che guadagnano più di 40 milioni

$\pi_{\text{Matricola, Nome, Età}}(\sigma_{\text{Stipendio} > 40}(\text{Impiegati}))$

$\{ \text{Matricola: m, Nome: n, Età: e} \mid$
 $\text{Impiegati}(\text{Matricola: m, Nome: n, Età: e, Stipendio: s}) \wedge s > 40 \}$

Basi di Dati + Laboratorio - Informatica Triennale - Corso A

325

Esempio 2

- Trovare le matricole dei capi degli impiegati che guadagnano più di 40 milioni

$\pi_{\text{Capo}} (\text{Supervisione} \bowtie_{\text{Impiegato=Matricola}} (\sigma_{\text{Stipendio}>40}(\text{Impiegati})))$

$\{ \text{Capo: } c \mid \text{Supervisione}(\text{Capo:}c, \text{Impiegato:}m) \wedge \text{Impiegati}(\text{Matricola: } m, \text{Nome: } n, \text{Età: } e, \text{Stipendio: } s) \wedge s > 40 \}$

Basi di Dati + Laboratorio - Informatica Triennale - Corso A

326

Esempio 3

- Trovare nome e stipendio dei capi degli impiegati che guadagnano più di 40 milioni

$\text{PROJ}_{\text{NomeC, StipC}} (\text{REN}_{\text{MatrC, NomeC, StipC, EtàC} \leftarrow \text{Matr, Nome, Stip, Età}} (\text{Impiegati}) \text{ JOIN}_{\text{MatrC=Capo}} (\text{Supervisione JOIN}_{\text{Impiegato=Matricola}} (\text{SEL}_{\text{Stipendio}>40}(\text{Impiegati}))))$

$\{ \text{NomeC: } nc, \text{StipC: } sc \mid \text{Impiegati}(\text{Matricola: } m, \text{Nome: } n, \text{Età: } e, \text{Stipendio: } s) \wedge s > 40 \wedge \text{Supervisione}(\text{Capo:}c, \text{Impiegato:}m) \wedge \text{Impiegati}(\text{Matricola:}c, \text{Nome:}nc, \text{Età:}ec, \text{Stipendio: } sc) \}$

Basi di Dati + Laboratorio - Informatica Triennale - Corso A

327

Esempio 4

- Trovare gli impiegati che guadagnano più del rispettivo capo, mostrando matricola, nome e stipendio di ciascuno di essi e del capo

$$\text{PROJ}_{\text{Matr, Nome, Stip, MatrC, NomeC, StipC}}$$

$$(\text{SEL}_{\text{Stipendio} > \text{StipC}} (\text{REN}_{\text{MatrC, NomeC, StipC, EtàC} \leftarrow \text{Matr, Nome, Stip, Età}} (\text{Impiegati}))$$

$$\text{JOIN}_{\text{MatrC} = \text{Capo}}$$

$$(\text{Supervisione JOIN}_{\text{Impiegato} = \text{Matricola}} ((\text{Impiegati}))))$$

$$\{ \text{Matr: m, Nome: n, Stip: s, MatrC: c, NomeC: nc, StipC: sc} \mid$$

$$\text{Impiegati}(\text{Matricola: m, Nome: n, Età: e, Stipendio: s}) \wedge$$

$$\text{Supervisione}(\text{Capo: c, Impiegato: m}) \wedge$$

$$\text{Impiegati}(\text{Matricola: c, Nome: nc, Età: ec, Stipendio: sc}) \wedge s > sc \}$$

Basi di Dati + Laboratorio - Informatica Triennale - Corso A

328

Esempio 5

- Trovare matricola e nome dei capi i cui impiegati guadagnano tutti più di 40 milioni.

$$\text{PROJ}_{\text{Matricola, Nome}} (\text{Impiegati JOIN}_{\text{Matricola} = \text{Capo}}$$

$$(\text{PROJ}_{\text{Capo}} (\text{Supervisione}) -$$

$$\text{PROJ}_{\text{Capo}} (\text{Supervisione JOIN}_{\text{Impiegato} = \text{Matricola}} ($$

$$\text{SEL}_{\text{Stipendio} \leq 40} (\text{Impiegati}))))$$

$$\{ \text{Matricola: c, Nome: n} \mid$$

$$\text{Impiegati}(\text{Matricola: c, Nome: n, Età: e, Stipendio: s}) \wedge$$

$$\text{Supervisione}(\text{Capo: c, Impiegato: m}) \wedge$$

$$\neg \exists m' (\exists n' (\exists e' (\exists s' (\text{Impiegati}(\text{Matr: m}', \text{Nome: n}', \text{Età: e}', \text{Stip: s}')) \wedge$$

$$\text{Supervisione}(\text{Capo: c, Impiegato: m}') \wedge s' \leq 40)))) \}$$

Basi di Dati + Laboratorio - Informatica Triennale - Corso A

329

Quantificatori esistenziali ed universali

- Sono intercambiabili, per le leggi di De Morgan:

$$\{ \text{Matricola: } c, \text{ Nome: } n \mid \text{Impiegati}(\text{Matricola: } c, \text{ Nome: } n, \text{ Et\`a: } e, \text{ Stipendio: } s) \wedge \text{Supervisione}(\text{Capo: } c, \text{ Impiegato: } m) \wedge \neg \exists m' (\exists n' (\exists e' (\exists s' (\text{Impiegati}(\text{Matr: } m', \text{ Nome: } n', \text{ Et\`a: } e', \text{ Stip: } s') \wedge \text{Supervisione}(\text{Capo: } c, \text{ Impiegato: } m') \wedge s' \leq 40)))))) \}$$

$$\{ \text{Matricola: } c, \text{ Nome: } n \mid \text{Impiegati}(\text{Matricola: } c, \text{ Nome: } n, \text{ Et\`a: } e, \text{ Stipendio: } s) \wedge \text{Supervisione}(\text{Capo: } c, \text{ Impiegato: } m) \wedge \forall m' (\forall n' (\forall e' (\forall s' (\neg (\text{Impiegati}(\text{Matr: } m', \text{ Nome: } n', \text{ Et\`a: } e', \text{ Stip: } s') \wedge \text{Supervisione}(\text{Capo: } c, \text{ Impiegato: } m') \vee s' > 40)))))) \}$$

Basi di Dati + Laboratorio - Informatica Triennale - Corso A

330

Calcolo su domini, discussione

- Pregi:
 - dichiaratività
- Difetti:
 - "verbosità": tante variabili!
 - espressioni senza senso:

$$\{ A: x \mid \neg R(A: x) \}$$

$$\{ A: x, B: y \mid R(A: x) \}$$

$$\{ A: x, B: y \mid R(A: x) \wedge y=y \}$$

queste espressioni sono "**dipendenti dal dominio**" e vorremmo evitarle;
nell'algebra espressioni come queste non sono formulabili: l'algebra è **indipendente dal dominio**

Basi di Dati + Laboratorio - Informatica Triennale - Corso A

331

Calcolo e algebra

- Calcolo e algebra sono "equivalenti"
 - per ogni espressione del calcolo relazionale che sia indipendente dal dominio esiste un'espressione dell'algebra relazionale equivalente a essa
 - per ogni espressione dell'algebra relazionale esiste un'espressione del calcolo relazionale equivalente a essa (e di conseguenza indipendente dal dominio)

Basi di Dati + Laboratorio - Informatica Triennale - Corso A

332

Calcolo su ennuple con dichiarazioni di range

- Per superare le limitazioni del calcolo su domini:
 - dobbiamo "ridurre" le variabili; un buon modo: una variabile per ciascuna ennupla
 - far si' che i valori provengano dalla base di dati
- Il calcolo su ennuple con dichiarazioni di range risponde ad entrambe le esigenze

Basi di Dati + Laboratorio - Informatica Triennale - Corso A

333

Calcolo su ennuple con dichiarazioni di range, sintassi

- Le espressioni hanno la forma:

$$\{ \textit{TargetList} \mid \textit{RangeList} \mid \textit{Formula} \}$$
 - TargetList* ha elementi del tipo $Y: x.Z$ (oppure $x.Z$ o anche $x.*$)
 - RangeList* elenca le variabili libere della *Formula* ognuna con il relativo campo di variabilità (una relazione)
 - Formula* ha:
 - atomi di confronto $x.A \theta c$, $x.A \theta y.B$
 - connettivi
 - quantificatori che associano un range alle variabili

$$\exists x(R)(\dots) \quad \forall x(R)(\dots)$$

Basi di Dati + Laboratorio - Informatica Triennale - Corso A

334

Esempio 0a

- Trovare matricola, nome, età e stipendio degli impiegati che guadagnano più di 40 milioni

$$\sigma_{\text{Stipendio} > 40}(\text{Impiegati})$$

$$\{ \text{Matricola: } m, \text{ Nome: } n, \text{ Et\`a: } e, \text{ Stipendio: } s \mid \text{Impiegati}(\text{Matricola: } m, \text{ Nome: } n, \text{ Et\`a: } e, \text{ Stipendio: } s) \wedge s > 40 \}$$

$$\{ i.* \mid i(\text{Impiegati}) \mid i.\text{Stipendio} > 40 \}$$

$$i.*$$

$$i(\text{Impiegati})$$

$$i.\text{Stipendio} > 40$$

Basi di Dati + Laboratorio - Informatica Triennale - Corso A

335

Esempio 0b

- Trovare matricola, nome ed età di tutti gli impiegati

$\pi_{\text{Matricola, Nome, Età}}(\text{Impiegati})$

$\{ \text{Matricola: m, Nome: n, Età: e} \mid$
 $\text{Impiegati}(\text{Matricola: m, Nome: n, Età: e, Stipendio: s}) \}$

$\{ i.(\text{Matricola, Nome, Età}) \mid i(\text{Impiegati}) \}$

Basi di Dati + Laboratorio - Informatica Triennale - Corso A

336

Esempio 1

- Trovare matricola, nome ed età degli impiegati che guadagnano più di 40 milioni

$\pi_{\text{Matricola, Nome, Età}}(\sigma_{\text{Stipendio} > 40}(\text{Impiegati}))$

$\{ \text{Matricola: m, Nome: n, Età: e} \mid$
 $\text{Impiegati}(\text{Matricola: m, Nome: n, Età: e, Stipendio: s}) \wedge s > 40 \}$

$\{ i.(\text{Matricola, Nome, Età}) \mid i(\text{Impiegati}) \mid i.\text{Stipendio} > 40 \}$

Basi di Dati + Laboratorio - Informatica Triennale - Corso A

337

Esempio 2

- Trovare le matricole dei capi degli impiegati che guadagnano più di 40 milioni

$$\{ \text{Capo: } c \mid \text{Supervisione}(\text{Capo: } c, \text{Impiegato: } m) \wedge \\ \text{Impiegati}(\text{Matricola: } m, \text{Nome: } n, \text{Età: } e, \text{Stipendio: } s) \\ \wedge s > 40 \}$$

$$\{ s.\text{Capo} \mid i(\text{Impiegati}), s(\text{Supervisione}) \mid \\ i.\text{Matricola} = s.\text{Impiegato} \wedge i.\text{Stipendio} > 40 \}$$

Basi di Dati + Laboratorio - Informatica Triennale - Corso A

338

Esempio 3

- Trovare nome e stipendio dei capi degli impiegati che guadagnano più di 40 milioni

$$\{ \text{NomeC: } nc, \text{StipC: } sc \mid \\ \text{Impiegati}(\text{Matricola: } m, \text{Nome: } n, \text{Età: } e, \text{Stipendio: } s) \wedge s > \\ 40 \wedge \\ \text{Supervisione}(\text{Capo: } c, \text{Impiegato: } m) \wedge \\ \text{Impiegati}(\text{Matricola: } c, \text{Nome: } nc, \text{Età: } ec, \text{Stipendio: } sc) \}$$

$$\{ \text{NomeC, StipC: } c.(\text{Nome, Stip}) \mid \\ c(\text{Impiegati}), s(\text{Supervisione}), i(\text{Impiegati}) \mid \\ c.\text{Matricola} = s.\text{Capo} \wedge s.\text{Impiegato} = i.\text{Matricola} \wedge i.\text{Stipendio} > \\ 40 \}$$

Basi di Dati + Laboratorio - Informatica Triennale - Corso A

339

Esempio 4

- Trovare gli impiegati che guadagnano più del rispettivo capo, mostrando matricola, nome e stipendio di ciascuno di essi e del capo

$\{ \text{Matr: } m, \text{ Nome: } n, \text{ Stip: } s, \text{ NomeC: } nc, \text{ StipC: } sc \mid$
 $\text{Impiegati}(\text{Matricola: } m, \text{ Nome: } n, \text{ Et\`a: } e, \text{ Stipendio: } s) \wedge$
 $\text{Supervisione}(\text{Capo: } c, \text{ Impiegato: } m) \wedge$
 $\text{Impiegati}(\text{Matricola: } c, \text{ Nome: } nc, \text{ Et\`a: } ec, \text{ Stipendio: } sc) \wedge$
 $s > sc \}$

$\{ i.(\text{Nome, Matr, Stip}), \text{NomeC, MatrC, StipC: } i'.(\text{Nome, Matr, Stip}) \mid$
 $i'(\text{Impiegati}), s(\text{Supervisione}), i(\text{Impiegati}) \mid$
 $i'.\text{Matricola} = s.\text{Capo} \wedge i.\text{Matricola} = s.\text{Impiegato} \wedge i.\text{Stipendio} > i'.\text{Stipendio} \}$

Basi di Dati + Laboratorio - Informatica Triennale - Corso A

340

Esempio 5

- Trovare matricola e nome dei capi i cui impiegati guadagnano tutti più di 40 milioni.

$\{ \text{Matricola: } c, \text{ Nome: } n \mid$
 $\text{Impiegati}(\text{Matricola: } c, \text{ Nome: } n, \text{ Et\`a: } e, \text{ Stipendio: } s) \wedge$
 $\text{Supervisione}(\text{Capo: } c, \text{ Impiegato: } m) \wedge$
 $\neg \exists m' (\exists n' (\exists e' (\exists s' (\text{Impiegati}(\text{Matr: } m', \text{ Nome: } n', \text{ Et\`a: } e', \text{ Stip: } s') \wedge$
 $\text{Supervisione}(\text{Capo: } c, \text{ Impiegato: } m') \wedge s' \leq 40))$

$\{ i.(\text{Matricola, Nome}) \mid s(\text{Supervisione}), i(\text{Impiegati}) \mid$
 $i.\text{Matricola} = s.\text{Capo} \wedge \neg (\exists i' (\text{Impiegati}) (\exists s' (\text{Supervisione})$
 $(s.\text{Capo} = s'.\text{Capo} \wedge s'.\text{Impiegato} = i'.\text{Matricola} \wedge i'.\text{Stipendio} \leq 40))) \}$

Basi di Dati + Laboratorio - Informatica Triennale - Corso A

341

Calcolo su ennuple: limiti

- Il calcolo su ennuple con dichiarazioni di range non permette di esprimere alcune interrogazioni importanti, in particolare le unioni:

$$R_1(AB) \cup R_2(AB)$$

- Quale potrebbe essere il range per una variabile? Oppure due variabili?
- Nota: intersezione e differenza sono esprimibili
- Per questa ragione SQL (che è basato su questo calcolo) prevede un operatore esplicito di unione, ma non tutte le versioni prevedono intersezione e differenza

Basi di Dati + Laboratorio - Informatica Triennale - Corso A

342

Calcolo e algebra relazionale: limiti

- Calcolo e algebra sono sostanzialmente equivalenti: l'insieme di interrogazioni con essi esprimibili è quindi significativo; il concetto è **robusto**
- Ci sono però interrogazioni interessanti non esprimibili:
 - calcolo di valori derivati: possiamo solo **estrarre** valori, non calcolarne di nuovi; calcoli di interesse:
 - a livello di ennupla o di singolo valore (conversioni somme, differenze, etc.)
 - su insiemi di ennuple (somme, medie, etc.)le estensioni sono ragionevoli, le vedremo in SQL
 - interrogazioni inerentemente **ricorsive**, come la **chiusura transitiva**

Basi di Dati + Laboratorio - Informatica Triennale - Corso A

343

Chiusura transitiva

Supervisione(Impiegato, Capo)

- Per ogni impiegato, trovare tutti i superiori (cioè il capo, il capo del capo, e così via)

Impiegato	Capo
Rossi	Lupi
Neri	Bruni
Lupi	Falchi

Impiegato	Superiore
Rossi	Lupi
Neri	Bruni
Lupi	Falchi
Rossi	Falchi

Basi di Dati + Laboratorio - Informatica Triennale - Corso A

344

Chiusura transitiva, come si fa?

- Nell'esempio, basterebbe il join della relazione con se stessa, previa opportuna ridenominazione
- Ma:

Impiegato	Capo
Rossi	Lupi
Neri	Bruni
Lupi	Falchi
Falchi	Leoni

Impiegato	Superiore
Rossi	Lupi
Neri	Bruni
Lupi	Falchi
Rossi	Falchi
Lupi	Leoni
Falchi	Leoni

Basi di Dati + Laboratorio - Informatica Triennale - Corso A

345

Chiusura transitiva, impossibile!

- Non esiste in algebra e calcolo relazionale la possibilità di esprimere l'interrogazione che, per ogni relazione binaria, ne calcoli la chiusura transitiva
- Per ciascuna relazione, è possibile calcolare la chiusura transitiva, ma con un'espressione ogni volta diversa:
 - quanti join servono?
 - non c'è limite!



Basi di Dati + Laboratorio - Informatica Triennale - Corso A