

Relacijski račun

Iztok Savnik, FAMNIT

Viri

- *Prosojnice: „Cow Book“, R.Ramakrishnan, <http://pages.cs.wisc.edu/~dbbook/>*
- *Raghu Ramakrishnan, Johannes Gehrke, Database Management Systems, McGraw-Hill, 3rd ed., 2007.*

Relacijski račun

- Dva jezika: *N-terični relacijski račun (TRR)* in *Domenski relacijski račun (DRR)*.
- Izrazi vsebujejo *spremenljivke, konstante, primerjalne operacije, logične operacije in kvantifikatorje*.
 - *TRR*: Spremenljivke so omejene na *n-terice*.
 - *DRR*: Spremenljivke so omejene na *domene atributov*.
 - TRR in DRR so podmnožice predikatnega računa.
- Izraze teh jezikov imenujemo *formule*. N-terico, ki je odgovor na vprašanje dobimo tako, da prostim spremenljivkam priredimo konstante tako, da je vrednost formule enaka *true*.

N-terični relacijski račun

- ❖ *Poizvedba* ima obliko: $\{ T \mid p(T) \}$ kjer je T edina prosta spremenljivka.
- ❖ *Rezultat* vsebuje vse n -terice T , za katere $p(T)$ vrne *true*.
- ❖ *Izraz TRR* je rekurzivno definiran na osnovi enostavnih *atomarnih* izrazov (referenciranje n -teric v relacijah; primerjanje atributov), ki se lahko gradijo v bolj kompleksne izraze z *logičnimi operacijami*.

TRR formule

❖ *Atomarni izraz*

$R \in Rname$, ali $R.a \text{ op } S.b$, ali $R.a \text{ op } constant$
op je lahko $<, >, \leq, \geq, =, \neq$.

❖ *Formula:*

Atomarni izraz, ali

$\neg p$, $p \wedge q$, $p \vee q$, kjer sta p in q izraza, ali

$\exists R(p(R))$, kjer je n -terica R *prosta v* $p(R)$, ali

$\forall R(p(R))$, kjer je n -terica R *prosta v* $p(R)$.

❖ Uporaba *kvantifikatorjev* $\exists R$ in $\forall R$ *povezuje* spremenljivko R .

Spremenljivka, ki *ni vezana* je *prosta*.

Poišči imena in starost mornarjev z oceno >7.

$$\{ P \mid \exists S \in \text{Mornarji} (S.\text{ocena} > 7 \wedge P.\text{ime} = S.\text{mime} \wedge P.\text{star} = S.\text{star}) \}$$

- ❖ P je n-terica, ki vsebuje natančno dva atributa.
 - P vsebuje atributa *ime* in *star*, ker sta to edina atributa omenjena v poizvedbi.
 - Rezultat poizvedbe je relacija z dvema atributi.
 - Izraza *P.ime=S.mime* in *P.star=S.star* postavita vrednosti atributov vrnjene n-terice P.

Poišči imena mornarjev, ID ladij in datume rezervacij za vsako rezervacijo.

$$\{ P \mid \exists R \in \text{Rezervacije} \exists S \in \text{Mornarji} \\ (R.\text{mid} = S.\text{mid} \wedge P.\text{ime} = S.\text{mime} \wedge \\ P.\text{lid} = R.\text{lid} \wedge P.\text{datum} = R.\text{datum}) \}$$

- ❖ *Sestavljanje vrednosti iz večih relacij v n-terice, ki tvorijo rezultat.*
- ❖ *Za vsako rezervacijo poiščemo mornarja z danim mid iz rezervacije.*
 - Rezultat je konstruiran iz dveh n-teric.

Poišči imena mornarjev, ki imajo rezervirano ladjo #103.

$\{ P \mid \exists S \in \text{Mornarji} \exists R \in \text{Rezervacije} \\ (R.\text{mid} = S.\text{mid} \wedge R.\text{lid} = 103 \wedge P.\text{ime} = S.\text{mime}) \}$

- ❖ *Za vsako n-terico mornarjev poišči ustrezno n-terico rezervacij za ladjo #103.*
 - *Pogoj $R.\text{mid} = S.\text{mid}$ definira stik!*
 - *Predikat $R.\text{lid} = 103$ izbere rezervacije ladje #103.*
 - *Imena izbranih mornarjev se prepíše v n-terice P rezultata.*

Poišči imena mornarjev, ki so rezervirali rdečo ladjo.

$$\{ P \mid \exists S \in \text{Mornarji} \exists R \in \text{Rezervacije} \\ (R.\text{mid} = S.\text{mid} \wedge P.\text{ime} = S.\text{mime} \wedge \\ \exists B \in \text{Ladje} (B.\text{lid} = R.\text{lid} \wedge B.\text{barva} = \text{'rdeča'})) \}$$

- ❖ *Poišči vse n-terice mornarjev za katere obstaja rezervacija rdeče ladje.*
- ❖ *Alternativni zapis poizvedbe.*

$$\{ P \mid \exists S \in \text{Mornarji} \exists R \in \text{Rezervacije} \exists B \in \text{Ladje} \\ (R.\text{mid} = S.\text{mid} \wedge B.\text{lid} = R.\text{lid} \wedge P.\text{ime} = S.\text{mime} \wedge \\ B.\text{barva} = \text{'rdeča'}) \}$$

Poišči imena mornarjev, ki so rezervirali vsaj dve ladji.

$$\{ P \mid \exists S \in \text{Mornarji} \exists R1 \in \text{Rezerv} \exists R2 \in \text{Rezervacije} \\ (R1.mid = S.mid \wedge R2.lid = S.lid \wedge R1.lid \neq R2.lid \wedge \\ P.ime = S.mime) \}$$

- ❖ *Poterbujemo dve n-terici iz Rezervacij povezani z n-terico iz Mornarjev.*
- ❖ *N-terici iz Rezervacij morata biti različni ($R1.lid \neq R2.lid$).*

Poišči imena mornarjev, ki so rezervirali vse ladje.

$$\{ P \mid \exists S \in \text{Mornarji} \forall B \in \text{Ladje} \\ (\exists R \in \text{Rezervacije} (S.\text{mid} = R.\text{mid} \wedge R.\text{lid} = B.\text{lid} \wedge \\ P.\text{ime} = S.\text{mime})) \}$$

- ❖ *Poizvedba je intuitivno razumljiva v TRR.*
- ❖ *Slovenska verzija: »poišči mornarje S tako da obstaja za vse ladje B rezervacija s katero mornar S rezervira ladjo B.«*
- ❖ *To vprašanje se v relacijski algebri izrazi z deljenjem.*

Domenski relacijski račun

- *Vprašanje* ima obliko:
$$\{\langle x_1, x_2, \dots, x_n \rangle \mid p(\langle x_1, x_2, \dots, x_n \rangle)\}$$
- ❖ Odgovor vsebuje n-terice $\langle x_1, x_2, \dots, x_n \rangle$ za katere vrne izraz $p(\langle x_1, x_2, \dots, x_n \rangle)$ vrednost *true*.
- ❖ *Formula* je rekurzivno definirana na osnovi enostavnih atomarnih formul (referenciranje n-teric v relacijah; primerjanje atributov), ki se lahko gradijo v bolj kompleksne izraze z *logičnimi operacijami*.

DRR Formule

- *Atomarna formula:*
 - $\langle x_1, x_2, \dots, x_n \rangle \in R_{\text{name}}$, ali $X \text{ op } Y$, ali $X \text{ op const}$
 - op je lahko $<, >, \leq, \geq, =, \neq$.
- *Formula:*
 - *atomična formula*, ali
 - $p \wedge q$, $p \vee q$, $\neg p$, kjer so p in q formule, ali
 - $\exists X(p(X))$, kjer je sprem. X *prosta* v $p(X)$, ali
 - $\forall X(p(X))$, kjer je sprem. X *prosta* v $p(X)$
- Uporaba *kvantifikatorjev* $\exists X$ in $\forall X$ poveže sprem. X .
 - Spremenljivka, ki ni *povezana* je *prosta*.

Proste in vezane spremenljivke

- Uporaba **kvantifikatorjev** $\exists X$ in $\forall X$ v formuli izvrši **povezovanje** X .
 - Spremenljivka, ki ni **vezana** je **prosta**.
- Poglejmo spet definicijo **izraza** (vprašanja):

$$\{\langle x_1, x_2, \dots, x_n \rangle \mid p(\langle x_1, x_2, \dots, x_n \rangle)\}$$

- ❖ Pomembna omejitev: spremenljivke x_1, \dots, x_n , ki se nahajajo levo od `|` so **edine** spremenljivke, ki so lahko proste v formuli $p(\langle x_1, x_2, \dots, x_n \rangle)$.

Poišči vse mornarje, ki imajo oceno več kot 7

$$\{\langle I, N, T, A \rangle \mid \langle I, N, T, A \rangle \in \text{Mornarji} \wedge T > 7\}$$

- Pogoju $\langle I, N, T, A \rangle \in \text{Mornarji}$ zagotavlja da so domenske spremenljivke I , N , T in A povezane z domenami atributov n -teric relacije *Mornarji*.
- Izraz $\langle I, N, T, A \rangle$ na levi strani `|` (beremo: “*tako da*”) pravi, da so med rezultati vse n -terice $\langle I, N, T, A \rangle$, ki zadoščajo pogoju $T > 7$.
- Spremeni izraz:
 - Poišči vse mornarje, ki so starejši od 18, imajo oceno pod 9, in jim je ime ‘Janez’.

Poišči mornarje z oceno >7 , ki so rezervirali ladjo #103

$$\{ \langle I, N, T, A \rangle \mid \langle I, N, T, A \rangle \in \text{Mornarji} \wedge T > 7 \wedge \exists Ir, Br, D (\langle Ir, Br, D \rangle \in \text{Rezervacije} \wedge Ir = I \wedge Br = 103) \}$$

- Uporabili smo $\exists Ir, Br, D$ kot okrajšavo za $\exists Ir (\exists Br (\exists D (...)))$.
- Kvantifikator \exists je bil uporabljen za povezovanje (Stik) n-teric iz relacije *Rezervacije* z n-tericami iz relacije *Mornarji*.

Poišči vse mornarje z oceno > 7 , ki so rezervirali rdečo ladjo.

$$\{ \langle I, N, T, A \rangle \mid \langle I, N, T, A \rangle \in \text{Mornarji} \wedge T > 7 \wedge \\ \exists Ir, Br, D (\langle Ir, Br, D \rangle \in \text{Rezervacije} \wedge Ir = I \wedge \\ \exists B, BN, C (\langle B, BN, C \rangle \in \text{Ladje} \wedge B = Br \wedge C = \text{'rdeča'})) \}$$

- Oklepaji kontrolirajo področje povezovanja kvantifikatorja.
- Izrazi delujejo kompleksno vendar je uporabniški vmesnik (QBE) na osnovi DRR intuitiven.

Poišči mornarje, ki so rezervirali vse ladje.

$$\{ \langle I, N, T, A \rangle \mid \langle I, N, T, A \rangle \in \text{Mornarji} \wedge \\ \forall B, BN, C (\neg (\langle B, BN, C \rangle \in \text{Ladje}) \vee \\ (\exists Ir, Br, D (\langle Ir, Br, D \rangle \in \text{Rezerv} \wedge I = Ir \wedge Br = B))) \}$$

- Poišči vse mornarje $\langle I, N, T, A \rangle$ tako, da za vsako n-terico $\langle B, BN, C \rangle$ velja, da bodisi ni v relaciji *Ladje* ali pa obstaja n-terica v relaciji *Rezervacije*, ki pokaže, da je dani mornar I rezerviral to ladjo.

Poišči mornarje, ki so rezervirali vse ladje (spet!)

$$\{ \langle I, N, T, A \rangle \mid \langle I, N, T, A \rangle \in \text{Mornarji} \wedge \\ \forall \langle B, BN, C \rangle \in \text{Ladje} \\ (\exists \langle Ir, Br, D \rangle \in \text{Rezervacije} (I = Ir \wedge Br = B)) \}$$

- Enostavna notacija, isto vprašanje. (Bolj čisto!)
- ... mornarje, ki so rezervirali vse rdeče ladje:

$$\dots (C \neq \text{'rdeča'} \vee \exists \langle Ir, Br, D \rangle \in \text{Rezerv} (I = Ir \wedge Br = B)) \}$$

.....

Varni izrazi & Izrazna moč

- Zapišemo lahko korekten izraz relacijskega računa, ki ima neskončno število odgovorov. Takšni izrazi niso varni.

– Primer:

$$\{ S \mid \neg(S \in \text{Mornarji}) \}$$

- Znano je, da lahko vsak izraz relacijske algebre prevedemo v varen izraz relacijskega računa (DRR/TRR); obratno je tudi res.
- Relacijska kompletnost: Razred jezikov, ki je ekvivalenten relacijski algebri in relacijskem računu.

Povzetek

- Relacijski račun je deklarativen (ne-proceduralen); uporabniki definirajo vprašanja tako, da zapišejo kaj želijo in ne kako naj sistem poišče rezultat.
- Algebra in varni izrazi relacijskega računa imajo enako izrazno moč; dobimo razred jezikov “relacijska kompletnost”.