

Banco de Dados



Cálculo Relacional de Domínio

João Eduardo Ferreira

Osvaldo Kotaro Takai

Marcelo Finger

Introdução

- É uma linguagem de consulta não-procedimental equivalente em capacidade expressiva ao CRT (a ser visto)
- Usa variáveis de domínio .
- Relações vistas como: $R \subset D_1 \times \dots \times D_n$
- O CRD influenciou fortemente as linguagens de consulta comerciais, tais como a QBE.

Definição

- Para formar uma relação de grau n , especifica-se n variáveis de domínio.

$$\{ x_1, x_2, \dots, x_n \mid P(x_1, x_2, \dots, x_n, x_{n+1}, x_{n+2}, \dots, x_{n+m}) \}$$

- Onde:
 - x_1, x_2, \dots, x_n representam as variáveis livres de domínio.
 - P é um predicado de Lógica de Primeira Ordem.

Definição

- Um predicado atômico pode ser:
 - Uma fórmula atômica $R(x_1, x_2, \dots, x_n)$
 - R é o nome de uma relação de grau N
 - Cada x_i , $1 \leq i \leq N$, é uma variável de domínio.
 - Uma fórmula atômica $x \text{ op } y$
 - $\text{op} \in \{=, <, >, \leq, \geq, \neq\}$ e x e y são variáveis de domínio.
 - Uma fórmula atômica $x \text{ op } c$ (ou $c \text{ op } x$)
 - $\text{op} \in \{=, <, >, \leq, \geq, \neq\}$ e x e y são variáveis de domínio.
 - x é uma variável de domínio e c é um valor constante.

Avaliação das Fórmulas

- As fórmulas são avaliadas em valores verdade.
- $R(x_1, x_2, \dots, x_n)$, será TRUE apenas se houver valores de domínio correspondentes a uma tupla de R.
- $(x \text{ op } y)$ ou $(x \text{ op } c)$ ou $(c \text{ op } x)$ será TRUE caso as variáveis de domínio tenham valores que a satisfaçam.

Exemplo 1

- Recuperar a data de aniversário e o endereço do empregado cujo nome é John B. Smith.

$$\{ uv \mid \exists q \exists r \exists s \exists t \exists w \exists x \exists y \exists z$$

$$(\text{EMPREGADO}(qrstuvwxyz) \text{ AND}$$

$$q = \text{'John'} \text{ AND } r = \text{'B'} \text{ AND } s = \text{'Smith'}) \}$$

q	r	s	t	u	v	w	x	y	z
PNOME	MNOM	SNOME	NSS	DATANAS	ENDERECO	SEXO	SALARIO	NSSSUPER	NDEP
John	B ^E	Smith	1234567	09-JAN-55	R. A, 1	M	3000	33344555	5
Frankli	T	Wong	3334455 ⁸⁹	08-DEZ-45	R. B, 2	M	4000	88866555 ²	5
Alícia ⁿ	J	Zelaya	9998877 ⁵⁵	19-JUL-58	Av. C, 3	F	2500	98765432 ⁵	4
Jennife	S	Wallac	9876543 ⁷⁷	20-JUN-31	Trav. D, 4	F	4300	88866555 ¹	4
Ramés ^r	K	Naraya ^e	6668844 ²¹	15-SET-52	R. E, 5	M	3800	33344555 ²	5
Joyce ^h	A	Englsh ⁿ	4534534 ⁴⁴	31-JUL-62	R. F, 6	F	2500	33344555 ⁵	5
Ahmad	V	Jabbar	9879879 ⁵³	29-MAR-59	Av G, 7	M	2500	98765432 ⁵	4
James	E	Borg	8886655 ⁸⁵	10-NOV-59	Av H, 8	M	5500	null ¹	1

Exemplo 1

- ❑ EMPREGADO possui 10 variáveis de domínio; uma para cada atributo.
- ❑ A variável u é o atributo DATANASC e v é ENDERECO.
- ❑ A condição envolve variáveis q (PNOME), r (MNOME) e s (SNOME).
- ❑ Somente é necessário quantificar as variáveis que participam de uma condição; no caso q, r, e s:

$$\{ uv \mid \exists q r s$$
$$(EMPREGADO(qrstuvwxyz) \text{ AND}$$
$$q='John' \text{ AND } r='B' \text{ AND } s='Smith') \}$$

Exemplo 1

- Notação alternativa usada no QBE:

$$\{ uv \mid \text{EMPREGADO}('John', 'B', 'Smith', t, u, v, w, x, y, z) \}$$

[Fecho existencial implícito]

Exemplo 2

- Encontre todos os empregados cujos salários estejam acima de R\$3.500,00.

{ qrstuvwxyz | EMPREGADO(qrstuvwxyz) AND
x > 3500 }

Exemplo 3

❑ Selecione o nome e o endereço dos empregados que trabalham para o departamento de 'Informática'.

```
{ qsv | EMPREGADO(qrstuvwxyz)
      AND DEPARTAMENTO(lmno) AND
      l = 'Informática' AND m = z }
```

DEPARTAMENTO			
l	m	n	o
DNOME	<u>DNÚMERO</u>	SNNGER	DATINICGER
Pesquisa	5	333445555	22-MAI-78
Administrativo	4	987654321	01-JAN-85
Gerencial	1	888665555	19-JUN-71

Exemplo 4

- Encontre o nome dos empregados que não tenham dependentes.

$\{ qs \mid \exists t (\text{EMPREGADO}(qrstuvwxyz) \text{ and } (\text{not } \exists l (\text{DEPENDENTE}(lmno) \text{ and } t=l))) \}$

EMPREGADO									
q	r	s	t	u	v	w	x	y	z
PNOME	MNOM	SNOME	<u>NSS</u>	DATANAS	ENDERECO	SEXO	SALARIO	NSSSUPER	NDEP
E			C						

DEPENDENTE				
l	m	n	o	p
NSSEMP	NOMEDEPENDENTE	SEXO	DATANI	RELACAO

V

Exemplo 4

- A consulta pode ser redefinida utilizando o quantificador universal:

$$\{ qs \mid \exists t \text{ (EMPREGADO}(qrstuvwxyz) \text{ AND} \\ \forall l \text{ (NOT DEPENDENTE}(lmno) \text{ OR } t \neq l)) } \}$$

- Ou

$$\{ qs \mid \exists t \text{ (EMPREGADO}(qrstuvwxyz) \text{ AND} \\ \forall l \text{ (DEPENDENTE}(lmno) \Rightarrow t \neq l)) } \}$$

Exemplo 5

- Encontre os nomes dos empregados que trabalham em todos os projetos controlados pelo departamento de número 5.

$$\{ qs \mid (\text{EMPREGADO}(qrstuvwxyz) \text{ AND } \\ \forall b ((\text{PROJETO}(abcd) \text{ AND } d=5) \Rightarrow \\ \text{TRABALHA-EM}(tbn))) \}$$

EMPREGADO									
q	r	s	t	u	v	w	x	y	z
PNOME	MNOME	SNOME	<u>NSS</u>	DATANAS C	ENDERECO	SEXO	SALARIO	NSSSUPER	NDEP

PROJETO				TRABALHA-EM		
a	b	c	d	l	m	n
PNOME	<u>PNÚMERO</u>	PLOCALIZAÇÃ O	DNUM	<u>NSSEMP</u>	<u>PNRO</u>	HORAS

Consultas Infinitas

- Algumas consultas podem ter infinitas respostas
- $\{ xy \mid A(x) \text{ OR } B(y) \}$
 - basta existir um $a \in A$ para que qualquer y seja uma resposta da forma $\langle a, y \rangle$
- $\{ x \mid \text{not bom_de_bola}(x) \}$
 - Se há apenas finitos elementos em `bom_de_bola`, então qualquer um não listado é bom de bola
- Deseja-se evitá-las

Consultas Livres de Domínio

- São consultas em que os elementos das resposta:
 - ou ocorrem na consulta;
 - ou ocorrem em alguma relação que ocorre na consulta.
- A resposta independe do domínio
- Algoritmo para verificar se uma consulta é Livre de Domínio ...

Verificação de Consultas Livre de Domínio

- É um problema indecidível !!!

Solução: Consultas Seguras

- ❑ Consultas seguras são sempre livres de domínio
- ❑ É computacionalmente fácil verificar se uma consulta é segura
- ❑ Muitas consultas não-seguras são equivalentes a consultas seguras, e portanto são livres de domínio.

Consultas Seguras

- ❑ A OR B: A e B devem possuir as mesmas variáveis livres
- ❑ $\text{not } P(x) \text{ AND } Q$: apenas se x for limitado.
- ❑ x é limitado se:
 - $Q = A_1 \text{ AND } \dots \text{ AND } A_k$, onde A_i são atômicos.
 - x ocorre em alguma relação $A_i(\dots x \dots)$ não negada
 - algum A_j é da forma $x = c$.
 - algum A_j é da forma $x = y$, e y é limitado.

Consultas Seguras

- ❑ As proposições acima garantem que possamos testar todas as fórmulas sem gerar infinitas respostas.
 - ❑ Exemplo: cláusulas seguras.
 - Qual a condição para que a expressão abaixo seja equivalente a uma fórmula segura.
- $\forall x_1 \dots x_n, y_1 \dots y_m (B(x_1 \dots x_n) \implies H(y_1 \dots y_m))$

Questões

- Refaça as consultas de álgebra relacional utilizando cálculo de domínio.

Sugestão: Utilize o WinRDBI para validar as consultas (<http://www.eas.asu.edu/~winrdbi/>).