

Modelo Relacional

Mauri Ferrandin



Modelo Relacional

Estrutura dos Bancos de Dados
Relacionais

Álgebra Relacional

Cálculo Relacional de Tuplas

Cálculo Relacional de Domínio

Operações de Álgebra Relacional
Estendida

Modificações no Banco de Dados

Visões

Estrutura Básica

Dados conjuntos A_1, A_2, \dots, A_n , uma relação r é um subconjunto de

$$\mathbf{A_1 \times A_2 \times \dots \times A_n}$$

Assim, uma relação é um conjunto de n -tuplas (a_1, a_2, \dots, a_n) onde $a_i \in A_i$, para cada i de 1 até n

Estrutura Básica

Exemplo: Se

nome_cliente = {Jones, Smith, Curry, Lindsay}

rua_cliente = {Main, North, Park}

cidade_cliente = {Harrison, Rye, Pittsfield}

Então $r = \{(Jones, Main, Harrison), (Smith, North, Rye), (Curry, North, Rye), (Lindsay, Park, Pittsfield)\}$

é uma relação sobre **nome_cliente** \times **rua_cliente**
 \times **cidade_cliente**

Esquema de Relação

Sejam os atributos A_1, A_2, \dots, A_n

$R = (A_1, A_2, \dots, A_n)$ é dito ser um esquema de relação

Esquema_cliente = (nome_cliente,
rua_cliente,
cidade_cliente)

$r(R)$ é uma relação no esquema de relação R cliente (Esquema_cliente)

Instância de Relação

Os valores correntes de uma relação (instância da relação) são especificados por uma tabela.

Um elemento t de r é uma tupla; representada por uma linha na tabela.

| nome_cliente | rua_cliente | cidade_cliente |
|--------------|-------------|----------------|
| Jones | Main | Harrison |
| Smith | North | Rye |
| Curry | North | Rye |
| Lindsay | Park | Pittsfield |

cliente

Linguagens de Consulta

Linguagem por meio da qual usuários solicitam informações do banco de dados.

Categoria de linguagens:

Procedural

Não-procedural

Linguagens “Puras” :

Álgebra Relacional (procedural)

Cálculo relacional de tupla (não-procedural)

Cálculo relacional de domínio (não-procedural)

Linguagens de Consulta

Linguagens puras (formais, sem a sintaxe agradável das linguagens comerciais) formam a base subjacente das linguagens de consultas usadas comercialmente.

Álgebra Relacional

Linguagem procedural

Seis operadores básicos

seleção

projeção

união

diferença

Produto cartesiano

Rename

Os operadores tomam **uma ou mais relações** como **entrada** e produzem uma **nova relação** como **resultado**.

Operação de Seleção

Notação: $\sigma_P(r)$

Definida como: $\sigma_P(r) = \{t \mid t \in r \text{ and } P(t)\}$

Onde P é uma fórmula do cálculo proposicional, tratando termos da seguinte forma:

$\langle \text{atributo} \rangle = \langle \text{atributo} \rangle$ ou $\langle \text{constante} \rangle$

\neq

$>$

\geq

$<$

\leq

“conectados por”: \wedge (and), \vee (or), \neg (not)

Operação de Seleção – Exemplo

Relação r:

| A | B | C | D |
|----------|----------|-----|-----|
| α | α | 1 | 7 |
| α | β | 5 | 7 |
| β | β | 1 2 | 3 |
| β | β | 2 3 | 1 0 |

$\sigma_{(A=B \wedge D > 5)}(r)$

| A | B | C | D |
|----------|----------|-----|-----|
| α | α | 1 | 7 |
| β | β | 2 3 | 1 0 |

Operação de Projeção

Notação:

$$\Pi_{A_1, A_2, \dots, A_k}(r)$$

onde A_1, A_2 são nomes de atributos e r um nome de relação.

O resultado é definido como a relação de k colunas obtida pela remoção das colunas que não estão listadas

Linhas duplicadas são eliminadas do resultado, visto que relações são conjuntos.

Operação de Projeção - Exemplo

Relação r:

| A | B | C |
|----------|-----|---|
| α | 1 0 | 1 |
| α | 2 0 | 1 |
| β | 3 0 | 1 |
| β | 4 0 | 2 |

$\Pi_{A, C}(r)$

| A | C |
|--------------------------------|--------------|
| α | 1 |
| α | 1 |
| β | 1 |
| β | 2 |

=

| A | C |
|----------|---|
| α | 1 |
| β | 1 |
| β | 2 |

Operação União

Notação: $r \cup s$

Definida como:

$$r \cup s = \{t \mid t \in r \text{ or } t \in s\}$$

Para $r \cup s$ ser válida,

1. r, s devem ter o mesmo grau (aridade - mesmo número de atributos e os atributos correspondentes devem ser do mesmo tipo).
2. Os domínios dos atributos devem ser compatíveis (ex.: a segunda coluna de r lida com o mesmo tipo de valores da segunda coluna de s).

Operação União - Exemplo

Relações r , s :

r

| A | B |
|----------|---|
| α | 1 |
| α | 2 |
| β | 1 |

s

| A | B |
|----------|---|
| α | 2 |
| β | 3 |

$r \cup s$

| A | B |
|----------|---|
| α | 1 |
| α | 2 |
| β | 1 |
| β | 3 |

Operação Diferença

Notação: **$r - s$**

Definida como:

$$\mathbf{r - s = \{t \mid t \in r \text{ and } t \notin s\}}$$

A operação de diferença só pode ser realizada entre relações compatíveis.

r e s devem ter o mesmo grau.

Os domínios dos atributos de r e s devem ser compatíveis

Operação Diferença - Exemplo

Relações r , s :

r

| A | B |
|----------|---|
| α | 1 |
| α | 2 |
| β | 1 |

s

| A | B |
|----------|---|
| α | 2 |
| β | 3 |

$r - s$

| A | B |
|----------|---|
| α | 1 |
| β | 1 |

Operação Produto Cartesiano

Notação: $\mathbf{r \times s}$

Definida como:

$$\mathbf{r \times s = \{t \ q \mid t \in r \text{ and } q \in s\}}$$

Assuma que os atributos de $r(R)$ e $s(S)$ são disjuntos. (Isto é, $R \cap S = \emptyset$).

Se os atributos de $r(R)$ e $s(S)$ não são disjuntos, então uma renomeação deve ser feita.

Operação Produto Cartesiano - Exemplo

Relações r, s :

r

| A | B |
|----------|---|
| α | 1 |
| β | 2 |

s

| C | D | E |
|----------|----|---|
| α | 10 | + |
| β | 10 | + |
| β | 20 | - |
| γ | 10 | - |

$r \times s$

| A | B | C | D | E |
|----------|---|----------|----|---|
| α | 1 | α | 10 | + |
| α | 1 | β | 10 | + |
| α | 1 | β | 20 | - |
| α | 1 | γ | 10 | - |
| β | 2 | α | 10 | + |
| β | 2 | β | 10 | + |
| β | 2 | β | 20 | - |
| β | 2 | γ | 10 | - |

Composição de Operações

Pode-se construir expressões usando múltiplas operações

Exemplo : $\sigma_{A=c}(r \times s)$

Notação: $r \bowtie s$

Sejam r e s relações sobre esquemas R e S , respectivamente. O resultado é uma relação com esquema $R \cup S$ o qual é obtido considerando cada par de tuplas t_r de r e t_s de s .

Composição de Operações

Se t_r e t_s têm os mesmos valores em cada um dos atributos comuns (i.e., $R \cap S$), então a tupla t é adicionada ao resultado, onde

t tem o mesmo valor como t_r em r

t tem o mesmo valor como t_s em s

Composição de Operações (Cont.)

Exemplo:

$$R = (A, B, C, D)$$

$$S = (E, B, D)$$

Esquema resultado = (A, B, C, D, E)

$\mathbf{r} \bowtie \mathbf{s}$ é definido como:

$$\Pi_{r.A, r.B, r.C, r.D, s.E} \left(\sigma_{(r.B = s.B) \wedge (r.D = s.D)} (\mathbf{r} \times \mathbf{s}) \right)$$

Operação de Junção Natural – Exemplo

Relações r,s:

r

| A | B | C | D |
|----------|---|----------|---|
| α | 1 | α | a |
| β | 2 | γ | a |
| γ | 4 | β | b |
| α | 1 | γ | a |
| δ | 2 | β | b |

s

| B | D | E |
|---|---|------------|
| 1 | a | α |
| 3 | a | β |
| 1 | a | γ |
| 2 | b | δ |
| 3 | b | ϵ |

r \bowtie **s**

| A | B | C | D | E |
|----------|---|----------|---|----------|
| α | 1 | α | a | α |
| α | 1 | α | a | γ |
| α | 1 | γ | a | α |
| α | 1 | γ | a | γ |
| δ | 2 | β | b | δ |

Operação de Divisão

$$\mathbf{r \div s}$$

é interessante para consultas que incluem a frase “para todos”.

Sejam r e s relações com esquemas R e S respectivamente, onde

$$R = (A_1, \dots, A_m, B_1, \dots, B_n)$$

$$S = (B_1, \dots, B_n)$$

O resultado de $r \div s$ é uma relação com esquema

$R - S = (A_1, \dots, A_m)$, tal que

$$\mathbf{r \div s = \{t \mid t \in \Pi_{R-S}(r) \wedge \forall u \in s (tu \in r)\}}$$

Operação de Divisão - Exemplo

Relações r, s :

r

| A | B |
|---------------|----------|
| α | 1 |
| α | 2 |
| α | 3 |
| β | 1 |
| γ | 1 |
| δ | 1 |
| δ | 3 |
| δ | 4 |
| δ | 6 |
| ε | 1 |
| ε | 2 |

s

| B |
|----------|
| 1 |
| 2 |

$r \div s$

| |
|---------------|
| A |
| α |
| ε |

Outro Exemplo de Divisão

Relações r, s :

| r | | | | |
|----------|---|----------|---|---|
| A | B | C | D | E |
| α | a | α | a | 1 |
| α | a | γ | a | 1 |
| α | a | γ | b | 1 |
| β | a | γ | a | 1 |
| β | a | γ | b | 3 |
| γ | a | γ | a | 1 |
| γ | a | γ | b | 1 |
| γ | a | β | b | 1 |

| s | |
|-----|---|
| D | E |
| a | 1 |
| b | 1 |

$r \div s$

| A | B | C |
|----------|---|----------|
| α | a | γ |
| γ | a | γ |

Operação de Designação

A operação de designação (\leftarrow) provê uma maneira conveniente de expressar consultas complexas; escrever uma consulta como um programa seqüencial consiste de uma série de atribuições seguidas por uma expressão cujo valor é apresentado como o resultado da consulta.

A designação deve sempre ser feita a uma variável de relação temporária.

Operação de Designação

Exemplo: Escrever $r \div s$ como

$$\textit{temp1} \leftarrow \Pi_{R-S}(r)$$

$$\textit{temp2} \leftarrow \Pi_{R-S}((\textit{temp1} \times s) - \Pi_{R-S,S}(r))$$

$$\textit{result} = \textit{temp1} - \textit{temp2}$$

O resultado da expressão a direita de \leftarrow é atribuído à variável de relação à esquerda de \leftarrow .

Pode-se usar variáveis em expressões subsequentes.

O Exemplo da Empresa Bancária

agencia (nome_agencia, cidade_agencia, fundos)

cliente (nome_cliente, rua_cliente, cidade_cliente)

conta (nome_agencia, numero_conta, saldo)

emprestimo (nome_agencia, numero_emprestimo, total)

depositante (nome_cliente, numero_conta)

devedor (nome_cliente, numero_emprestimo)

Exemplo de Consultas

Encontrar todos os clientes que tenham ao menos uma conta nas agências “Downtown” e “Uptown”.

Exemplo de Consultas

Encontrar todos os clientes que tenham ao menos uma conta nas agências “Downtown” e “Uptown”.

$\Pi_{\text{nome_cliente}}(\sigma_{\text{nome_agencia} = \text{'Downtown'}}(\text{depositante} \bowtie \text{conta})) \cap$

$\Pi_{\text{nome_cliente}}(\sigma_{\text{nome_agencia} = \text{'Uptown'}}(\text{depositante} \bowtie \text{conta}))$

Exemplo de Consultas

Achar todos os clientes que tem uma conta em todas as agências localizadas no Brooklyn.

Exemplo de Consultas

Achar todos os clientes que tem uma conta em todas as agências localizadas no Brooklyn.

$\Pi_{\text{cliente_nome, agencia_nome}} (\text{depositante} \bowtie \text{conta})$

$\div \Pi_{\text{agencia_nome}} (\sigma_{\text{cidade_agencia} = \text{'Brooklyn'}} (\text{agência}))$

Operações da Álgebra relacional Estendida

Serão vistas:

Projeção generalizada

Junção externa (Outer Join)

Funções Agregadas

Projeção Generalizada

Estende-se a operação de projeção para permitir que funções aritméticas sejam usadas em listas de projeções.

$$\Pi_{F_1, F_2, \dots, F_n}(E)$$

E é uma expressão da álgebra relacional.

Os F_1, F_2, \dots, F_n são expressões aritméticas envolvendo constantes e atributos no esquema de E.

Projeção Generalizada

Dada uma relação info_crédito(nome_cliente, limite, saldo_crédito), achar o quanto cada pessoa ainda pode gastar:

$\Pi_{\text{nome_cliente}, (\text{limite} - \text{saldo_credito})}(\text{info_credito})$

Junção Externa

Uma extensão da operação de junção que evita perda de informações.

Calcula-se a junção e então adiciona-se ao resultado da junção as tuplas de uma relação que não combinam (*match*) com as tuplas da outra relação.

Uso de valores nulos:

Nulo significa que o valor é desconhecido ou não existe.

Todas as comparações envolvendo valores nulos são **falsas** por definição.

Exemplo de Junção Externa

Relação empréstimo

| nome_agencia | numero_emprestimo | total |
|---------------------|--------------------------|--------------|
| Downtown | L-170 | 3000 |
| Redwood | L-230 | 4000 |
| Perryridge | L-260 | 1700 |

Relação devedor

| nome_cliente | numero_emprestimo |
|---------------------|--------------------------|
| Jones | L-170 |
| Smith | L-230 |
| Hayes | L-155 |

Exemplo de Junção Externa

emprestimo ⋈ devedor

| nome_agencia | numero_emprestimo | total | nome_cliente |
|--------------|-------------------|-------|--------------|
| Downtown | L-170 | 3000 | Jones |
| Redwood | L-230 | 4000 | Smith |


emprestimo ⋈ devedor

| nome_agencia | numero_emprestimo | total | nome_cliente | numero_emprestimo |
|--------------|-------------------|-------|--------------|-------------------|
| Downtown | L-170 | 3000 | Jones | L-170 |
| Redwood | L-230 | 4000 | Smith | L-230 |
| Perryridge | L-260 | 1700 | nulo | nulo |

Exemplo de Junção Externa

emprestimo  devedor

| nome_agencia | numero_emprestimo | total | nome_cliente |
|--------------|-------------------|-------|--------------|
| Downtown | L-170 | 3000 | Jones |
| Redwood | L-230 | 4000 | Smith |
| null | L-155 | null | Hayes |

emprestimo  devedor

| nome_agencia | numero_emprestimo | total | nome_cliente |
|--------------|-------------------|-------|--------------|
| Downtown | L-170 | 3000 | Jones |
| Redwood | L-230 | 4000 | Smith |
| Perryridge | L-260 | 1700 | null |
| null | L-155 | null | Hayes |

Funções agregadas

A operação de agregação G tem como entrada uma coleção de valores e retorna um único valor como resultado.

avg: média dos valores

min: valor mínimo

max: valor máximo

sum: soma dos valores

count: número de valores

$G_1, G_2, \dots, G_n \quad \mathbf{G} \quad F_1 A_1, F_2 A_2, \dots, F_m A_m \quad \mathbf{(E)}$

Funções agregadas

Onde

E expressão da álgebra relacional

G_1, G_2, \dots, G_n é uma lista de atributos para agrupar

F_i é uma função de agregação

A_i é um nome de atributo

Exemplo de Funções Agregadas

Relação r:

| A | B | C |
|----------|----------|----|
| α | α | 7 |
| α | β | 7 |
| β | β | 3 |
| β | β | 10 |

G $\text{sum}_C(r)$

| |
|-----------|
| s u m - C |
| 27 |

Exemplo de Funções Agregadas

Relação conta agrupada pelo
nome_agencia:

| nome_agencia | numero_conta | saldo |
|--------------|--------------|-------|
| Perryridge | A-102 | 400 |
| Perryridge | A-201 | 900 |
| Brighton | A-217 | 750 |
| Brighton | A-215 | 750 |
| Redwood | A-222 | 700 |

nome_agencia **G** sum saldo **(conta)**

| nome_agencia | soma_saldo |
|--------------|------------|
| Perryridge | 1300 |
| Brighton | 1500 |
| Redwood | 700 |

Modificações no Banco de Dados

O conteúdo do banco de dados pode ser modificado usando as seguintes operações:

Exclusão

Inserção

Atualização

Todas essas operações são expressas usando o operador de designação.

Exclusão

A solicitação de exclusão é expressa de maneira similar a uma consulta. No entanto, ao invés de mostrar as tuplas selecionadas ao usuário, elas são excluídas do banco de dados.

Pode-se excluir apenas tuplas inteiras; não é possível excluir valores de atributos específicos.

Uma exclusão é expressa na álgebra relacional por:

$$r \leftarrow r - E$$

Onde r é uma relação e E é uma consulta da álgebra relacional.

Exemplos de Exclusão

Excluir todos os registros de contas na agência Perryridge.

conta \leftarrow **conta** -

$\sigma_{\text{nome_agencia} = \text{'Perryridge'}}(\text{conta})$

Excluir todos os registros de emprestimo com total entre 0 e 50.

emprestimo \leftarrow **emprestimo** -

$\sigma_{\text{total} \geq 0 \text{ and total} \leq 50}(\text{emprestimo})$

Exemplos de Exclusão

Excluir todas as contas nas agências localizadas em Needham.

$r_1 \leftarrow \sigma_{\text{cidade_agencia} = \text{'Needham'}} (\text{conta} \bowtie \text{agência})$

$r_2 \leftarrow \Pi_{\text{nome_agencia}, \text{numero_conta}, \text{saldo}} (r_1)$

$r_3 \leftarrow \Pi_{\text{nome_cliente}, \text{numero_conta}} (r_2 \bowtie \text{depositante})$

$\text{conta} \leftarrow \text{conta} - r_2$

$\text{depositante} \leftarrow \text{depositante} - r_3$

Inserção

Para inserir dados em uma relação, deve-se:

Especificar uma tupla a ser inserida, ou

Escrever uma consulta cujo resultado é um conjunto de tuplas a ser inserido

Em álgebra relacional, uma inserção é expressa por:

$$r \leftarrow r \cup E$$

Inserção

Onde r é uma relação e E é uma expressão da álgebra relacional.

A inserção de uma única tupla é expressa especificando E como uma relação constante contendo uma tupla.

Exemplos de Inserção

Inserir informação no banco de dados especificando que o cliente Smith tem \$1200 na conta A-973 na agência Perryridge.

$\text{conta} \leftarrow \text{conta} \cup \{('Perryridge', A-973, 1200)\}$

$\text{depositante} \leftarrow \text{depositante} \cup \{('Smith', A-973)\}$

Incluir, a título de presente para todos os clientes de empréstimos na agência Perryridge, uma conta de poupança de poupança de \$200. Faça o número de empréstimo servir como número de conta para essas novas contas de poupança.

Exemplos de Inserção

$r_1 \leftarrow (\sigma_{\text{nome_agencia} = \text{'Perryridge'}} (\text{devedor emprestimo}))$ 

$\text{conta} \leftarrow \text{conta} \cup$

$\Pi_{\text{nome_agencia}, \text{numero_emprestimo}, 200} (r_1)$

$\text{depositante} \leftarrow \text{depositante} \cup$

$\Pi_{\text{nome_cliente}, \text{numero_emprestimo}} (r_1)$

Atualização

Um mecanismo para mudar um valor em uma tupla sem mudar todos os valores na tupla

Usa-se o operador de projeção generalizada para esta tarefa

$$r \leftarrow \Pi_{F_1, F_2, \dots, F_n}(r)$$

Atualização

Cada F_i ou é o i -ésimo atributo de r , se seu valor não é modificado, ou é uma expressão para o valor do atributo a ser modificado.

F_i é uma expressão, envolvendo somente constantes e os atributos de r , os quais dão o novo valor para o atributo.

Exemplos de Atualização

Fazer pagamento de juros aumentando todos os saldos em 5 por cento.

conta $\leftarrow \Pi_{\text{nome_agencia, numero_conta, saldo} \leftarrow \text{saldo} * 1.05}$
(conta)

Fazer pagamentos de juros de 6% para contas com saldo acima de \$10.000 e 5% para as outras contas.

conta $\leftarrow \Pi_{\text{nome_agencia, numero_conta, saldo} \leftarrow \text{saldo} * 1.06}$
($\sigma_{\text{saldo} > 10000}$ (conta)) $\cup \Pi_{\text{nome_agencia, numero_conta, saldo} \leftarrow \text{saldo} * 1.05}$
($\sigma_{\text{saldo} \leq 10000}$ (conta))