

Modelo Relacional - Manipulação

- Duas categorias de linguagens
 - formais
 - álgebra relacional e cálculo relacional
 - comerciais (baseadas nas linguagens formais)
 - SQL
- Linguagens formais - Características
 - orientadas a conjuntos
 - linguagens de base
 - linguagens relacionais devem ter no mínimo um poder de expressão equivalente ao de uma linguagem formal
 - fechamento
 - resultados de consultas são relações

Álgebra Relacional

- Operadores para consulta e alteração de relações
- Linguagem procedural
 - uma expressão na álgebra define uma execução seqüencial de operadores
 - a execução de cada operador produz uma relação
- Classificação dos operadores
 - fundamentais
 - unários: *seleção*, *projeção*
 - binários: *produto cartesiano*, *união* e *diferença*
 - derivados
 - binários: *intersecção*, *junção* e *divisão*
 - especiais
 - *renomeação* (unário) e *atribuição*
 - operador de *alteração* (unário)

Esquema Relacional Exemplo

Ambulatórios(nroa, andar, capacidade)

Médicos(codm, CPF, nome, idade, cidade, especialidade, *nroa*)

Pacientes(codp, CPF, nome, idade, cidade, doença)

Consultas(*codm, codp, data*, hora)

Funcionários(codf, CPF, nome, idade, cidade, salário)

Seleção

- Retorna **tuplas** que satisfazem um **predicado**
- Resultado
 - subconjunto horizontal de uma relação
- Notação

$$\sigma_{\text{predicado}}(\text{relação})$$

- Operadores de comparação

=, <, <=, >, >=, ≠

- Operadores lógicos: \wedge (and) \vee (or) \neg (not)

- Exemplo: $\sigma_{z \geq 2}(R)$

R

<i>x</i>	<i>y</i>	<i>z</i>
1	1	1
2	2	2
2	2	3

resultado

<i>x</i>	<i>y</i>	<i>z</i>
2	2	2
2	2	3

Para resolver

- 1) buscar os dados dos pacientes que estão com sarampo
- 2) buscar os dados dos médicos ortopedistas com mais de 55 anos
- 3) buscar os dados de todas as consultas, exceto aquelas marcadas para os médicos com código 46 e 79
- 4) buscar os dados dos ambulatórios do quarto andar. Estes ambulatórios devem ter capacidade igual a 50 ou número superior a 10

Projeção

- Retorna um ou mais **atributos** de interesse
- Resultado
 - subconjunto vertical de uma relação
- Notação

$$\pi_{\text{lista_nomes_atributos}}(\text{relação})$$

- Eliminação automática de duplicatas
- Exemplo: $\pi_{x,y}(R)$

R

<i>x</i>	<i>y</i>	<i>z</i>
1	1	1
2	2	2
2	2	3

resultado

<i>x</i>	<i>y</i>
1	1
2	2

Para resolver

- 1) buscar o **nome** e a **especialidade** de todos os médicos
- 2) buscar o **número** dos ambulatórios do terceiro andar
- 3) buscar o **código** dos médicos e as **datas** das consultas para os pacientes com código 122 e 725
- 4) buscar os **números** dos ambulatórios com capacidade superior a 50, exceto aqueles do segundo e quarto andares

Produto Cartesiano

- Retorna todas as combinações de tuplas de duas relações R_1 e R_2
- Grau do resultado
 - grau(R_1) + grau(R_2)
- Cardinalidade do resultado
 - cardinalidade(R_1) * cardinalidade(R_2)
- Notação

relação1 X relação2

- Exemplo:

R_1

x	y	z
1	1	1
2	2	2
3	3	3

R_2

w	y
1	1
2	2

$R_1 \times R_2$

x	$R_1.y$	z	w	$R_2.y$
1	1	1	1	1
1	1	1	2	2
2	2	2	1	1
2	2	2	2	2
3	3	3	1	1
3	3	3	2	2

Para resolver

- 1) buscar o **nome** dos médicos que têm consulta marcada e as **datas** das suas consultas
- 2) buscar o **número** e a **capacidade** dos ambulatórios do quinto andar e o **nome** dos médicos ortopedistas que atendem neles
- 3) buscar, para as consultas marcadas para o período da manhã (7hs-12hs) do dia 25/09/06, o **nome** do médico, o **nome** do paciente e a **data** da consulta
- 4) buscar o **nome** e o **salário** dos funcionários de Florianópolis e Palhoça que estão internados como pacientes e têm consulta marcada com psiquiatras

Atribuição

- Armazena o resultado de uma expressão algébrica em uma **variável de relação**
 - permite o processamento de uma consulta por etapas
- Notação

nomeVariável \leftarrow *expressãoÁlgebra*

- Exemplo (exercício 1 de produto cartesiano)

$R1 \leftarrow \pi_{\text{codm, data}}(\text{Consultas})$

$R2 \leftarrow \pi_{\text{codm, nome}}(\text{Médicos})$

$\text{Resposta} \leftarrow \pi_{\text{nome, data}}(\sigma_{R1.\text{codm} = R2.\text{codm}}(R1 \times R2))$

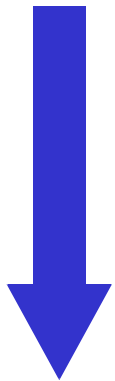
Otimização Algébrica

- Antecipação de seleções
 - filtragens horizontais o mais cedo possível
- Definição de projeções
 - filtragens verticais o mais cedo possível
 - desde que não prejudiquem operações algébricas futuras que necessitem de atributos eliminados
- Identificação de sub-expressões comuns
 - processá-la uma única vez, mantendo-a em uma variável de relação
 - esta variável de relação é usada várias vezes no processamento da consulta

Exemplo de Otimização

- Buscar o nome dos médicos que estão internados como pacientes, sofrendo de hepatite

$\pi_{\text{Médicos.nome}} (\sigma_{\text{Pacientes.CPF} = \text{Médicos.CPF} \wedge \text{doença} = \text{'hepatite'}} (\text{Pacientes X Médicos}))$



antecipando seleções e definindo projeções

$\pi_{\text{nome}} (\sigma_{\text{Pacientes.CPF} = \text{Médicos.CPF}} (\pi_{\text{CPF}} (\sigma_{\text{doença} = \text{'hepatite'}} (\text{Pacientes}))) \times (\pi_{\text{CPF, nome}} (\text{Médicos})))$

Renomeação

- Altera o nome de uma relação e/ou dos seus atributos
- Notação

$\rho_{(\text{nome_atributo1}, \dots, \text{nome_atributoN})\text{E/OU nome_relação}}(\text{relação})$

- Exemplos

R	$R \times \rho_{RI}(R)$																																							
<table border="1" style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td>x</td><td>y</td><td>z</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>2</td><td>1</td><td>3</td></tr> </table>	x	y	z	1	1	1	2	1	3	<table border="1" style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td>$R.x$</td><td>$R.y$</td><td>$R.z$</td><td>$RI.x$</td><td>$RI.y$</td><td>$RI.z$</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>3</td></tr> <tr><td>2</td><td>1</td><td>3</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>2</td><td>1</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>3</td></tr> </table>	$R.x$	$R.y$	$R.z$	$RI.x$	$RI.y$	$RI.z$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	3	2	1	3	1	1	1	2	1	3	2	1	3
x	y	z																																						
1	1	1																																						
2	1	3																																						
$R.x$	$R.y$	$R.z$	$RI.x$	$RI.y$	$RI.z$																																			
1	1	1	1	1	1																																			
1	1	1	2	1	3																																			
2	1	3	1	1	1																																			
2	1	3	2	1	3																																			

$\rho_{(a, b, c)}(R)$	<table border="1" style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td>a</td><td>b</td><td>c</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>2</td><td>1</td><td>3</td></tr> </table>	a	b	c	1	1	1	2	1	3
a	b	c								
1	1	1								
2	1	3								

Para resolver

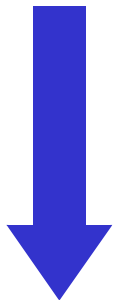
- 1) buscar o **número** dos ambulatórios com capacidade superior à capacidade do ambulatório de número 100
- 2) buscar o **nome** e o **CPF** dos funcionários que recebem salários iguais ou inferiores ao salário do funcionário com CPF 1001
- 3) buscar pares de **nomes** de médicos diferentes que têm consultas marcadas nas mesmas datas

Exemplo de Otimização

- Buscar o número dos ambulatórios onde pelo menos dois médicos de Florianópolis dão atendimento

$$\pi_{M.nroa} (\sigma_{Médicos.nroa = M.nroa} ((\sigma_{cidade = 'Fpolis'} (Médicos)) \times (\rho_M$$

$$\wedge Médicos.codm \neq M.codm (\sigma_{cidade = 'Fpolis'} (Médicos))))))$$



definindo projeções e identificando sub-expressões em comum

$$R1 \leftarrow \pi_{codm, nroa} (\sigma_{cidade = 'Fpolis'} (Médicos))$$

$$Resposta \leftarrow \pi_{R1.nroa} (\sigma_{R1.nroa = R2.nroa} (R1 \times \rho_{R2}(R1)))$$

$$\wedge R1.codm \neq R2.codm$$

União, Diferença e Intersecção

- Operam **somente** sobre duas relações R_1 e R_2 ditas **compatíveis**
 - grau(R_1) = grau(R_2)
 - para i de 1 até grau(R_1):
domínio(atributo a_i de R_1) = domínio(atributo a_i de R_2)
- Grau do resultado
 - grau(R_1) (ou grau(R_2))
- Nomes dos atributos do resultado
 - nomes dos atributos da primeira relação (R_1 - relação à esquerda)

União

- Retorna a união das tuplas de de duas relações R_1 e R_2
- Eliminação automática de duplicatas
- Notação

$relação1 \cup relação2$

- Exemplo:

R_1

x	y	z
1	1	1
1	2	2
2	2	3
3	1	1

R_2

x	y	z
1	1	1
1	2	1
1	2	3

$R_1 \cup R_2$

x	y	z
1	1	1
1	2	1
1	2	2
1	2	3
2	2	3
3	1	1

Diferença

- Retorna as tuplas presentes em R_1 e ausentes em R_2

- Notação

$relaçã\tilde{o}1 \text{ — } relaçã\tilde{o}2$

- Exemplo:

R_1

x	y	z
1	1	1
1	2	2
2	2	3
3	1	1

R_2

x	y	z
1	1	1
1	2	1
3	1	1

$R_1 \text{ — } R_2$

x	y	z
1	2	2
2	2	3

Intersecção

- Retorna as tuplas comuns a R_1 e R_2
- Notação

$$\text{relação1} \cap \text{relação2}$$

- Exemplo:

R_1

x	y	z
1	1	1
1	2	2
2	2	3
3	1	1

R_2

x	y	z
1	1	1
1	2	1
3	1	1

$R_1 \cap R_2$

x	y	z
1	1	1
3	1	1

Para resolver (usando \cup , $-$ ou \cap)

- 1) buscar o **nome** e **CPF** dos médicos e dos pacientes cadastrados no hospital
- 2) buscar o **nome**, **CPF** e **idade** dos médicos, pacientes e funcionários que residem em Florianópolis
- 3) buscar o **nome** e **CPF** dos funcionários que recebem salários abaixo de R\$ 500,00 e não estão internados como pacientes
- 4) buscar o **número** dos ambulatórios onde nenhum médico dá atendimento
- 5) buscar o **nome** e **CPF** dos funcionários de Florianópolis que estão internados como pacientes
- 6) buscar o **nome** e **CPF** dos médicos pediatras que não atendem nos ambulatórios 101 e 102, e estão internados como pacientes sofrendo de gastrite

Junção (*Join*)

- Retorna a combinação de tuplas de duas relações R_1 e R_2 que satisfazem um predicado
- Notação

$relação1 \ \theta \ X \ relação2$

- Exemplo:

R_1	R_2	$R_1 \ \theta \ X \ R_2$	$\theta = \sigma_{R1.y > R2.y}$																																						
<table border="1"><thead><tr><th>x</th><th>y</th><th>z</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>2</td><td>2</td><td>2</td></tr><tr><td>3</td><td>3</td><td>3</td></tr></tbody></table>	x	y	z	1	1	1	2	2	2	3	3	3	<table border="1"><thead><tr><th>w</th><th>y</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>2</td><td>2</td></tr></tbody></table>	w	y	1	1	2	2	<table border="1"><thead><tr><th>x</th><th>$R_1.y$</th><th>z</th><th>w</th><th>$R_2.y$</th></tr></thead><tbody><tr><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td><td>2</td></tr></tbody></table>	x	$R_1.y$	z	w	$R_2.y$	2	2	2	1	1	3	3	3	1	1	3	3	3	2	2	
x	y	z																																							
1	1	1																																							
2	2	2																																							
3	3	3																																							
w	y																																								
1	1																																								
2	2																																								
x	$R_1.y$	z	w	$R_2.y$																																					
2	2	2	1	1																																					
3	3	3	1	1																																					
3	3	3	2	2																																					

Junção Natural (*natural join*)

- Junção na qual θ é uma igualdade predefinida entre todos os atributos de mesmo nome presentes em duas relações R_1 e R_2 (**atributos de junção**). Estes atributos só aparecem uma vez no resultado

- Notação

relação1 \bowtie relação2

- Derivação

$$R_1 \bowtie R_2 = \pi_{A_1, \dots, A_n, B_1, \dots, B_m, \overbrace{C_1, \dots, C_x}^{\text{atributos de junção}}} (R_1 \theta X R_2)$$
$$\theta = \sigma_{R_1.C_1 = R_2.C_1 \wedge \dots \wedge R_1.C_x = R_2.C_x}$$

Junção Natural

- Exemplos

R_1	R_2	$R_1 \bowtie R_2$																																		
<table border="1"><thead><tr><th>x</th><th>y</th><th>z</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>2</td></tr><tr><td>2</td><td>2</td><td>3</td></tr></tbody></table>	x	y	z	1	1	1	1	1	2	2	2	3	<table border="1"><thead><tr><th>w</th><th>y</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>2</td><td>2</td></tr></tbody></table>	w	y	1	1	2	2	<table border="1"><thead><tr><th>x</th><th>y</th><th>z</th><th>w</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td></tr><tr><td>2</td><td>2</td><td>3</td><td>2</td></tr></tbody></table>	x	y	z	w	1	1	1	1	1	1	2	1	2	2	3	2
x	y	z																																		
1	1	1																																		
1	1	2																																		
2	2	3																																		
w	y																																			
1	1																																			
2	2																																			
x	y	z	w																																	
1	1	1	1																																	
1	1	2	1																																	
2	2	3	2																																	

R_1	R_2	$R_1 \bowtie R_2$																																					
<table border="1"><thead><tr><th>x</th><th>y</th><th>z</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>2</td></tr><tr><td>2</td><td>2</td><td>3</td></tr></tbody></table>	x	y	z	1	1	1	1	1	2	2	2	3	<table border="1"><thead><tr><th>x</th><th>y</th><th>w</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>1</td><td>3</td></tr><tr><td>2</td><td>2</td><td>2</td></tr></tbody></table>	x	y	w	1	1	3	2	2	2	<table border="1"><thead><tr><th>x</th><th>y</th><th>z</th><th>w</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>3</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr><tr><td>2</td><td>2</td><td>3</td><td>2</td></tr></tbody></table>	x	y	z	w	1	1	1	3	1	1	2	3	2	2	3	2
x	y	z																																					
1	1	1																																					
1	1	2																																					
2	2	3																																					
x	y	w																																					
1	1	3																																					
2	2	2																																					
x	y	z	w																																				
1	1	1	3																																				
1	1	2	3																																				
2	2	3	2																																				

Junção Natural

- Exemplos

R_1

x	y	z
1	1	1
1	1	2

R_2

w	t
1	1
2	2

$R_1 \bowtie R_2$

x	y	z	w	t
1	1	1	1	1
1	1	1	2	2
1	1	2	1	1
1	1	2	2	2

Para resolver

- 1) buscar o **número** e a **capacidade** dos ambulatorios do quinto andar e o **nome** dos médicos que atendem neles
- 2) buscar o **nome** e o **salário** dos funcionários de Florianópolis e Palhoça que estão internados como pacientes e têm consulta marcada em 20/10/2006
- 3) buscar o **número** e o **andar** dos ambulatorios onde nenhum médico dá atendimento
- 4) buscar o **número** dos ambulatorios que estão no mesmo andar do ambulatorio 101 e possuem capacidade superior à capacidade dele

Junções Externas (*outer joins*)

- Junção na qual as tuplas de uma ou ambas as relações que não são combinadas são mesmo assim preservadas no resultado
- Três tipos (exemplos com junção natural)
 - junção externa à esquerda (*left [outer] join*)
 - tuplas da relação à esquerda são preservadas
 - notação: $relação1 \bowtie_{\leftarrow} relação2$
 - junção externa à direita (*right [outer] join*)
 - tuplas da relação à direita são preservadas
 - notação: $relação1 \bowtie_{\rightarrow} relação2$
 - junção externa completa (*full [outer] join*)
 - tuplas de ambas as relações são preservadas
 - notação: $relação1 \bowtie_{\leftarrow\rightarrow} relação2$

Junções Externas (*outer joins*)

- Exemplos

x	y	z
1	1	1
2	1	2
3	3	3
5	5	5

x	a	b
1	1	1
2	1	2
4	4	4

$R_1 \sqsupset R_2$

x	y	z	a	b
1	1	1	1	1
2	1	2	1	2
3	3	3		
5	5	5		

$R_1 \sqsubset R_2$

x	y	z	a	b
1	1	1	1	1
2	1	2	1	2
4			4	4

$R_1 \sqsupset R_2$

x	y	z	a	b
1	1	1	1	1
2	1	2	1	2
3	3	3		
5	5	5		
4			4	4

Para resolver

- 1) buscar os dados de todos os médicos e, para aqueles que têm consultas marcadas, mostrar os dados de suas consultas
- 2) buscar os **números** de todos os ambulatórios e, para aqueles ambulatórios nos quais médicos dão atendimento, exibir o **código** e o **nome** dos médicos associados
- 3) mostrar em uma relação o **CPF** e **nome** de todos os pacientes e de todos os médicos, apresentando estes dados de forma relacionada para aqueles que possuem consultas marcadas

Divisão

- Considera duas relações
 - dividendo (*grau $m + n$*)
 - divisor (*grau n*)
- *Gráu “n”*
 - atributos de mesmo nome em ambas as relações
- Quociente
 - grau “m”
 - atributos da relação dividendo cujos valores associam-se com **todos** os valores da relação divisor
- Notação

relação1 ÷ relação2

Divisão

- Exemplos

$$R_1$$

x	y	z
1	1	1
1	2	1
2	1	1
2	2	2
3	1	3

$$R_{2a}$$

z
1

$$R_{2b}$$

y	z
1	1

$$R_{2c}$$

y
1
2

$$R_1 \overset{\cdot}{\underset{\cdot}{-}} R_{2a}$$

x	y
1	1
1	2
2	1

$$R_1 \overset{\cdot}{\underset{\cdot}{-}} R_{2b}$$

x
1
2

$$R_1 \overset{\cdot}{\underset{\cdot}{-}} R_{2c}$$

x	z
1	1

Para resolver

- 1) buscar o **código** dos pacientes que têm consultas marcadas com todos os médicos
- 2) buscar o **nome** e o **CPF** dos médicos que têm consultas marcadas com todos os pacientes
- 3) buscar o **nome** e o **CPF** dos pacientes que têm consultas marcadas com todos os médicos ortopedistas que atendem nos ambulatórios do primeiro andar
- 4) todos os médicos ortopedistas dão atendimento no mesmo ambulatório? Em caso afirmativo, buscar o **número** e o **andar** deste ambulatório

Atualização de Relações

- Exclusão

- notação

- relação \leftarrow relação --- *expressãoConsulta*
 - relação \leftarrow *expressãoConsulta*
 - *expressãoConsulta* **envolve** relação

- Inclusão

- notação

- relação \leftarrow relação \cup *Expr*
 - *Expr* : conjunto de tuplas

- Alteração

- notação

- $\forall \delta_{\{\text{nome_atributo} \leftarrow \text{Expr}\}} (\text{relação})$

- *Expr* : expressão aritmética ou valor constante

Atualização de Relações

- Exemplos

x	y	z
1	1	1
2	1	3

w	t	v
1	3	1
2	2	2
3	2	3

1) a) $R_1 \leftarrow R_1 \text{ --- } \sigma_{x=1}(R_1)$

b) $R_2 \leftarrow \sigma_{t=2}(R_2)$

2)

a) $R_1 \leftarrow R_1 \cup (\{(1,2,2), (1,2,3)\})$

b) $temp \leftarrow \pi_w(\sigma_{t=2}(R_2))$

$$R_1 \leftarrow R_1 \cup (temp \times \{(3,3)\})$$

3)

a) $\delta_{x \leftarrow x+1}(R_1)$

b) $temp \leftarrow \sigma_{t=2}(R_2)$

$$R_2 \leftarrow R_2 \text{ --- } temp$$

$$\delta_{w \leftarrow w-1}(temp)$$

$$R_2 \leftarrow R_2 \cup temp$$

Para resolver

- 1) **remover** os médicos que estão internados como pacientes sofrendo de câncer
- 2) o funcionário com CPF 1000 **foi internado** como paciente com código 75. Ele está com hepatite
- 3) o médico com código 37 **transferiu** todas as suas consultas do dia 29/09/06 para o dia 08/10/06
- 4) **remover** os ambulatórios onde nenhum médico dá atendimento