



UNIVERSIDADE FEDERAL
DE MINAS GERAIS

Introdução a Banco de Dados

Junção

Rodrygo L. T. Santos
rodrygo@dcc.ufmg.br

Produto cartesiano (\times)

Produto cartesiano combina todas as tuplas de R e S

- Algumas combinações formarão tuplas válidas
- Outras formarão tuplas espúrias!

Tuplas espúrias eliminadas via seleção

- Condição define quais tuplas são válidas

Junção (\bowtie)

Dadas duas relações R e S quaisquer, combina tuplas de R e S que satisfazem uma condição lógica $[cond]$

- Notação: $R \bowtie_{[cond]} S$

Características

- Equivalente a $\sigma_{[cond]}(R \times S)$

Tipos de junção

Dada uma condição da forma $A \odot B$ definida pelo operador de comparação \odot e os atributos A e B

- Junção: $\odot \in \{=\neq<>\leq\geq\}$
- Equijunção: $\odot \in \{=\}$ e $A \neq B$
- Junção natural: $\odot \in \{=\}$ e $A = B$

Junção ($\bowtie_{[cond]}$)

Empregado E $\bowtie_{E.Dept > D.ID}$ Departamento D

Empregado			
ID	Nome	Salário	Dept
032	J Silva	380	21
074	M Reis	400	25
089	C Melo	520	28

Departamento		
ID	Nome	Ramal
21	Pessoal	142
25	Financeiro	143
28	Técnico	144

Junção ($\bowtie_{[cond]}$)

$\sigma_{E.Dept > D.ID}(\text{Empregado E} \times \text{Departamento D})$

Empregado E \times Departamento D						
E.ID	E.Nome	E.Salário	E.Dept	D.ID	D.Nome	D.Ramal
032	J Silva	380	21	21	Pessoal	142
032	J Silva	380	21	25	Financeiro	143
032	J Silva	380	21	28	Técnico	144
074	M Reis	400	25	21	Pessoal	142
074	M Reis	400	25	25	Financeiro	143
074	M Reis	400	25	28	Técnico	144
089	C Melo	520	28	21	Pessoal	142
089	C Melo	520	28	25	Financeiro	143
089	C Melo	520	28	28	Técnico	144

Junção ($\bowtie_{[cond]}$)

Empregado E $\bowtie_{E.Dept > D.ID}$ Departamento D

Empregado E $\bowtie_{E.Dept > D.ID}$ Departamento D						
E.ID	E.Nome	E.Salário	E.Dept	D.ID	D.Nome	D.Ramal
074	M Reis	400	25	21	Pessoal	142
089	C Melo	520	28	21	Pessoal	142
089	C Melo	520	28	25	Financeiro	143

Junção ($\bowtie_{[cond]}$)

Empregado E $\bowtie_{E.Dept \neq D.ID}$ Departamento D

Empregado			
ID	Nome	Salário	Dept
032	J Silva	380	21
074	M Reis	400	25
089	C Melo	520	28

Departamento		
ID	Nome	Ramal
21	Pessoal	142
25	Financeiro	143
28	Técnico	144

Junção ($\bowtie_{[cond]}$)

$\sigma_{E.Dept \neq D.ID}$ (Empregado E \times Departamento D)

Empregado E \times Departamento D						
E.ID	E.Nome	E.Salário	E.Dept	D.ID	D.Nome	D.Ramal
032	J Silva	380	21	21	Pessoal	142
032	J Silva	380	21	25	Financeiro	143
032	J Silva	380	21	28	Técnico	144
074	M Reis	400	25	21	Pessoal	142
074	M Reis	400	25	25	Financeiro	143
074	M Reis	400	25	28	Técnico	144
089	C Melo	520	28	21	Pessoal	142
089	C Melo	520	28	25	Financeiro	143
089	C Melo	520	28	28	Técnico	144

Junção ($\bowtie_{[cond]}$)

Empregado E $\bowtie_{E.Dept \neq D.ID}$ Departamento D

Empregado E $\bowtie_{E.Dept \neq D.ID}$ Departamento D						
E.ID	E.Nome	E.Salário	E.Dept	D.ID	D.Nome	D.Ramal
032	J Silva	380	21	25	Financeiro	143
032	J Silva	380	21	28	Técnico	144
074	M Reis	400	25	21	Pessoal	142
074	M Reis	400	25	28	Técnico	144
089	C Melo	520	28	21	Pessoal	142
089	C Melo	520	28	25	Financeiro	143

Equijunção ($\bowtie_{[cond]}$)

Empregado E $\bowtie_{E.Dept=D.ID}$ Departamento D

Empregado			
ID	Nome	Salário	Dept
032	J Silva	380	21
074	M Reis	400	25
089	C Melo	520	28

Departamento		
ID	Nome	Ramal
21	Pessoal	142
25	Financeiro	143
28	Técnico	144

Equijunção ($\bowtie_{[cond]}$)

$\sigma_{E.Dept=D.ID}$ (Empregado E \times Departamento D)

Empregado E \times Departamento D						
E.ID	E.Nome	E.Salário	E.Dept	D.ID	D.Nome	D.Ramal
032	J Silva	380	21	21	Pessoal	142
032	J Silva	380	21	25	Financeiro	143
032	J Silva	380	21	28	Técnico	144
074	M Reis	400	25	21	Pessoal	142
074	M Reis	400	25	25	Financeiro	143
074	M Reis	400	25	28	Técnico	144
089	C Melo	520	28	21	Pessoal	142
089	C Melo	520	28	25	Financeiro	143
089	C Melo	520	28	28	Técnico	144

Equijunção ($\bowtie_{[cond]}$)

Empregado E $\bowtie_{E.Dept=D.ID}$ Departamento D

Empregado E $\bowtie_{E.Dept=D.ID}$ Departamento D						
E.ID	E.Nome	E.Salário	E.Dept	D.ID	D.Nome	D.Ramal
032	J Silva	380	21	21	Pessoal	142
074	M Reis	400	25	25	Financeiro	143
089	C Melo	520	28	28	Técnico	144

Junção natural (\bowtie)

Condição de junção implícita

- Teste de igualdade em atributos de mesmo nome
- Não necessariamente possuem a mesma semântica

Junção natural (⋈)

Empregado ⋈ Departamento

Empregado			
ID	Nome	Salário	Dept
032	J Silva	380	21
074	M Reis	400	25
089	C Melo	520	28

Departamento		
ID	Nome	Ramal
21	Pessoal	142
25	Financeiro	143
28	Técnico	144

E.ID tem mesma semântica que D.ID?

E.Nome tem mesma semântica que D.Nome?

Junção natural (\bowtie)

$\text{Emp}(\text{EID}, \text{ENome}, \text{ESalário}, \text{DID}) \leftarrow \text{Empregado}$
 $\text{Dep}(\text{DID}, \text{DNome}, \text{DRamal}) \leftarrow \text{Departamento}$

Emp			
EID	ENome	ESalário	DID
032	J Silva	380	21
074	M Reis	400	25
089	C Melo	520	28

Dep		
DID	DNome	DRamal
21	Pessoal	142
25	Financeiro	143
28	Técnico	144

Junção natural (\bowtie)

Condição de junção implícita

- Teste de igualdade em atributos de mesmo nome
- Não necessariamente possuem a mesma semântica

Atributos de mesmo nome retornados uma única vez

- $\text{grau}(R \bowtie S) = \text{grau}(R) + \text{grau}(S) - k$
- k : número de atributos de mesmo nome em R e S

Junção natural (⋈)

Emp ⋈ Dep

Emp			
EID	ENome	ESalário	DID
032	J Silva	380	21
074	M Reis	400	25
089	C Melo	520	28

Dep		
DID	DNome	DRamal
21	Pessoal	142
25	Financeiro	143
28	Técnico	144

Junção natural (⋈)

Emp ⋈ Dep

Emp ⋈ Dep					
EID	ENome	ESalário	DID	DNome	DRamal
032	J Silva	380	21	Pessoal	142
074	M Reis	400	25	Financeiro	143
089	C Melo	520	28	Técnico	144

Introdução a Banco de Dados

Autojunção

Rodrygo L. T. Santos
rodrygo@dcc.ufmg.br

Autojunção

Combina tuplas de uma mesma relação R

- Útil para analisar dados aos pares!

Exemplo

- *Encontre empregados de diferentes departamentos que recebem exatamente o mesmo salário*

Autojunção

Encontre empregados de diferentes departamentos que recebem exatamente o mesmo salário

Empregado			
E1.EID	E1.ENome	E1.ESalário	E1.DID
032	J Silva	380	21
074	M Reis	400	25
089	C Melo	380	28
092	R Silva	480	25
112	R Pinto	380	21
121	V Simão	400	28



Autojunção

Encontre empregados de diferentes departamentos que recebem exatamente o mesmo salário

Empregado			
E1.EID	E1.ENome	E1.ESalário	E1.DID
032	J Silva	380	21
074	M Reis	400	25
089	C Melo	380	28
092	R Silva	480	25
112	R Pinto	380	21
121	V Simão	400	28



Autojunção

E1 ⋈ E2

Empregado E1

E1.EID	E1.ENome	E1.ESalário	E1.DID
032	J Silva	380	21
074	M Reis	400	25
089	C Melo	380	28
092	R Silva	480	25
112	R Pinto	380	21
121	V Simão	400	28

Empregado E2

E2.EID	E2.ENome	E2.ESalário	E2.DID
032	J Silva	380	21
074	M Reis	400	25
089	C Melo	380	28
092	R Silva	480	25
112	R Pinto	380	21
121	V Simão	400	28

Autojunção

E1 ⋈ E2

E1 ⋈ E2			
E1.EID	E1.ENome	E1.ESalário	E1.DID
032	J Silva	380	21
074	M Reis	400	25
089	C Melo	380	28
092	R Silva	480	25
112	R Pinto	380	21
121	V Simão	400	28

Autojunção

$E1 \bowtie_{(E1.DID \neq E2.DID) \wedge (E1.ESalário = E2.ESalário)} E2$

Empregado E1

E1.EID	E1.ENome	E1.ESalário	E1.DID
032	J Silva	380	21
074	M Reis	400	25
089	C Melo	380	28
092	R Silva	480	25
112	R Pinto	380	21
121	V Simão	400	28

Empregado E2

E2.EID	E2.ENome	E2.ESalário	E2.DID
032	J Silva	380	21
074	M Reis	400	25
089	C Melo	380	28
092	R Silva	480	25
112	R Pinto	380	21
121	V Simão	400	28

Autojunção

$E1 \bowtie_{(E1.DID \neq E2.DID) \wedge (E1.ESalário = E2.ESalário)} E2$

$E1 \bowtie_{(E1.DID \neq E2.DID) \wedge (E1.ESalário = E2.ESalário)} E2$							
E1.EID	E1.ENome	E1.ESalário	E1.DID	E2.EID	E2.ENome	E2.ESalário	E2.DID
032	J Silva	380	21	089	C Melo	380	28
074	M Reis	400	25	121	V Simão	400	28
089	C Melo	380	28	032	J Silva	380	21
089	C Melo	380	28	112	R Pinto	380	21
112	R Pinto	380	21	089	C Melo	380	28
121	V Simão	400	28	074	M Reis	400	25

Introdução a Banco de Dados

Junção Externa

Rodrygo L. T. Santos
rodrygo@dcc.ufmg.br

Junção externa

Dadas duas relações R e S quaisquer, combina tuplas de R e S que satisfazem uma condição lógica $[cond]$, e possivelmente tuplas de R ou S que não a satisfazem

- Junção externa à esquerda: $R \bowtie_{[cond]} S$
- Junção externa à direita: $R \bowtie_{[cond]} S$
- Junção externa completa: $R \bowtie_{[cond]} S$

Junção externa à esquerda ($\bowtie_{[cond]}$)

Empregado \bowtie Departamento

Empregado			
EID	ENome	ESalário	DID
021	P Bosco	420	20
032	J Silva	380	21
074	M Reis	400	25
089	C Melo	520	28

Departamento		
DID	DNome	DRamal
21	Pessoal	142
25	Financeiro	143
28	Técnico	144
30	Marketing	145

Junção externa à esquerda ($\bowtie_{[cond]}$)

Empregado \bowtie Departamento

Empregado \bowtie Departamento					
EID	ENome	ESalário	DID	DNome	DRamal
021	P Bosco	420	20	NULL	NULL
032	J Silva	380	21	Pessoal	142
074	M Reis	400	25	Financeiro	143
089	C Melo	520	28	Técnico	144

Junção externa à direita ($\bowtie_{[cond]}$)

Empregado \bowtie Departamento

Empregado			
EID	ENome	ESalário	DID
021	P Bosco	420	20
032	J Silva	380	21
074	M Reis	400	25
089	C Melo	520	28

Departamento		
DID	DNome	DRamal
21	Pessoal	142
25	Financeiro	143
28	Técnico	144
30	Marketing	145

Junção externa à direita ($\bowtie_{[cond]}$)

Empregado \bowtie Departamento

Empregado \bowtie Departamento					
EID	ENome	ESalário	DID	DNome	DRamal
032	J Silva	380	21	Pessoal	142
074	M Reis	400	25	Financeiro	143
089	C Melo	520	28	Técnico	144
NULL	NULL	NULL	30	Marketing	145

Junção externa completa ($\bowtie_{[cond]}$)

Empregado \bowtie Departamento

Empregado			
EID	ENome	ESalário	DID
021	P Bosco	420	20
032	J Silva	380	21
074	M Reis	400	25
089	C Melo	520	28

Departamento		
DID	DNome	DRamal
21	Pessoal	142
25	Financeiro	143
28	Técnico	144
30	Marketing	145

Junção externa completa ($\bowtie_{[cond]}$)

Empregado \bowtie Departamento

Empregado \bowtie Departamento					
EID	ENome	ESalário	DID	DNome	DRamal
021	P Bosco	420	20	NULL	NULL
032	J Silva	380	21	Pessoal	142
074	M Reis	400	25	Financeiro	143
089	C Melo	520	28	Técnico	144
NULL	NULL	NULL	30	Marketing	145



UNIVERSIDADE FEDERAL
DE MINAS GERAIS

Introdução a Banco de Dados

Divisão

Rodrygo L. T. Santos
rodrygo@dcc.ufmg.br

Seleção

Encontre empregados alocados a algum projeto controlado pelo departamento 25

Alocação		
EID	PID	Horas
032	11	10
032	22	10
032	44	20
074	22	10
089	44	10
092	22	5
092	44	15

Projeto			
PID	Nome	Local	DID
11	Projeto A	BH	21
22	Projeto B	RJ	25
33	Projeto C	SP	28
44	Projeto D	SC	25
55	Projeto E	RS	21
66	Projeto F	CE	28

Seleção

$$\pi_{\text{EID}}(\text{Alocação} \bowtie \sigma_{\text{DID}=25} \text{Projeto})$$

Alocação		
EID	PID	Horas
032	11	10
032	22	10
032	44	20
074	22	10
089	44	10
092	22	5
092	44	15

Projeto			
PID	Nome	Local	DID
11	Projeto A	BH	21
22	Projeto B	RJ	25
33	Projeto C	SP	28
44	Projeto D	SC	25
55	Projeto E	RS	21
66	Projeto F	CE	28

Seleção

$$\pi_{\text{EID}}(\text{Alocação} \bowtie \sigma_{\text{DID}=25} \text{Projeto})$$

Alocação		
EID	PID	Horas
032	11	10
032	22	10
032	44	20
074	22	10
089	44	10
092	22	5
092	44	15

$\sigma_{\text{DID}=25}$ Projeto			
PID	Nome	Local	DID
22	Projeto B	RJ	25
44	Projeto D	SC	25

Seleção

$\pi_{\text{EID}}(\text{Alocação} \bowtie \sigma_{\text{DID}=25} \text{Projeto})$

Alocação \bowtie $\sigma_{\text{DID}=25}$ Projeto					
EID	PID	Horas	Nome	Local	DID
032	22	10	Projeto B	RJ	25
032	44	20	Projeto D	SC	25
074	22	10	Projeto B	RJ	25
089	44	10	Projeto D	SC	25
092	22	5	Projeto B	RJ	25
092	44	15	Projeto D	SC	25

Seleção

$$\pi_{\text{EID}}(\text{Alocação} \bowtie \sigma_{\text{DID}=25} \text{Projeto})$$

$\pi_{\text{EID}}(\text{Alocação} \bowtie \sigma_{\text{DID}=25} \text{Projeto})$	
EID	
032	
074	
089	
092	

Seleção

*Encontre empregados alocados a **todos** os projetos controlado pelo departamento 25*

Alocação		
EID	PID	Horas
032	11	10
032	22	10
032	44	20
074	22	10
089	44	10
092	22	5
092	44	15

Projeto			
PID	Nome	Local	DID
11	Projeto A	BH	21
22	Projeto B	RJ	25
33	Projeto C	SP	28
44	Projeto D	SC	25
55	Projeto E	RS	21
66	Projeto F	CE	28

Divisão

Dadas duas relações $R(A_1, \dots, A_m)$ e $S(B_1, \dots, B_n)$, tais que $\{A_1, \dots, A_m\} \supset \{B_1, \dots, B_n\}$, retorna uma projeção Q de R sobre $\{A_1, \dots, A_m\} - \{B_1, \dots, B_n\}$, tal que cada tupla de Q se relaciona a todas as tuplas de S

- Notação: $Q = R \div S$

Divisão (÷)

*Encontre empregados alocados a **todos** os projetos controlados pelo departamento 25*

Alocação		
EID	PID	Horas
032	11	10
032	22	10
032	44	20
074	22	10
089	44	10
092	22	5
092	44	15

Projeto			
PID	Nome	Local	DID
11	Projeto A	BH	21
22	Projeto B	RJ	25
33	Projeto C	SP	28
44	Projeto D	SC	25
55	Projeto E	RS	21
66	Projeto F	CE	28

Divisão (\div)

$R \leftarrow \pi_{\text{EID}, \text{PID}} \text{Alocação}$

$S \leftarrow \pi_{\text{PID}} \sigma_{\text{DID}=25} \text{Projeto}$

Alocação		
EID	PID	Horas
032	11	10
032	22	10
032	44	20
074	22	10
089	44	10
092	22	5
092	44	15

Projeto			
PID	Nome	Local	DID
11	Projeto A	BH	21
22	Projeto B	RJ	25
33	Projeto C	SP	28
44	Projeto D	SC	25
55	Projeto E	RS	21
66	Projeto F	CE	28

Divisão (\div)

$R \leftarrow \pi_{\text{EID}, \text{PID}}$ Alocação

$S \leftarrow \pi_{\text{PID}} \sigma_{\text{DID}=25}$ Projeto

R	
EID	PID
032	11
032	22
032	44
074	22
089	44
092	22
092	44

S	
PID	
22	
44	

Divisão (\div)

$R \leftarrow \pi_{\text{EID}, \text{PID}} \text{ Alocação}$

$S \leftarrow \pi_{\text{PID}} \sigma_{\text{DID}=25} \text{ Projeto}$

$Q \leftarrow R \div S$

$Q \times S \subseteq R$

R	
EID	PID
032	11
032	22
032	44
074	22
089	44
092	22
092	44

S	
PID	
22	
44	

Q	
EID	
032	
092	

Introdução a Banco de Dados

Conjunto Completo de Operações

Rodrygo L. T. Santos
rodrygo@dcc.ufmg.br

Conjunto completo de operações

O conjunto de operações $\{\sigma, \pi, \cup, -, \times\}$ é completo

- Todas as demais operações da álgebra relacional podem ser derivadas desse conjunto

Exemplos

- $R \cap S = (R \cup S) - (R - S) - (S - R)$
- $R \bowtie_{[cond]} S = \sigma_{[cond]}(R \times S)$

Divisão

Operação tipicamente não implementada em SGDBs

- Porém, bastante útil na prática

Como derivar divisão de duas relações $R(X, Y)$ e $S(Y)$ a partir do conjunto completo de operações?

- $R \div S = \pi_X(R) - \pi_X((\pi_X(R) \times S) - R)$

resultados
candidatos

resultados
inválidos

Divisão (\div)

$$R \div S = \pi_X(R) - \pi_X((\pi_X(R) \times S) - R)$$

R	
X	Y
a	1
a	2
b	1
c	1
c	2
d	2

S	
Y	
1	
2	

$\pi_X(R)$	
X	
a	
b	
c	
d	

 \times

S	
Y	
1	
2	

Divisão (\div)

$$R \div S = \pi_X(R) - \pi_X((\pi_X(R) \times S) - R)$$

R	
X	Y
a	1
a	2
b	1
c	1
c	2
d	2

S
Y
1
2

$\pi_X(R) \times S$	
X	Y
a	1
a	2
b	1
b	2
c	1
c	2
d	1
d	2

—

R	
X	Y
a	1
a	2
b	1
c	1
c	2
d	2

Divisão (\div)

$$R \div S = \pi_X(R) - \pi_X((\pi_X(R) \times S) - R)$$

R	
X	Y
a	1
a	2
b	1
c	1
c	2
d	2

S
Y
1
2

$(\pi_X(R) \times S) - R$	
X	Y
b	2
d	1

Divisão (\div)

$$R \div S = \pi_X(R) - \pi_X((\pi_X(R) \times S) - R)$$

R	
X	Y
a	1
a	2
b	1
c	1
c	2
d	2

S
Y
1
2

$\pi_X(\pi_X(R) \times S) - R$	
X	
b	
d	

Divisão (\div)

$$R \div S = \pi_X(R) - \pi_X((\pi_X(R) \times S) - R)$$

R	
X	Y
a	1
a	2
b	1
c	1
c	2
d	2

S
Y
1
2

$\pi_X(R)$
X
a
b
c
d

—

$\pi_X(\pi_X(R) \times S) - R$	
X	
b	
d	

Divisão (\div)

$$R \div S = \pi_X(R) - \pi_X((\pi_X(R) \times S) - R)$$

R	
X	Y
a	1
a	2
b	1
c	1
c	2
d	2

S
Y
1
2

$\pi_X(R) - \pi_X(\pi_X(R) \times S) - R$	
X	
a	
c	

Divisão (\div)

$$R \div S = \pi_X(R) - \pi_X((\pi_X(R) \times S) - R)$$

R	
X	Y
a	1
a	2
b	1
c	1
c	2
d	2

S
Y
1
2

$R \div S$	
X	
a	
c	

Esquemas resultantes

Operações unárias

- **Seleção:** esquema preservado
- **Projeção:** esquema modificado pela operação
- **Renomeação:** esquema redefinido pela operação

Operações binárias aditivas

- **União, interseção, diferença:** esquema preservado

Esquemas resultantes

Operações binárias multiplicativas

- **Produto cartesiano:** esquema combina os esquemas das relações participantes do produto
- **Junção:** idem ao produto cartesiano
- **Junção natural:** idem à junção, exceto pelo fato de que atributos de mesmo nome só aparecem uma vez