

## Projecção Generalizada

- ▶ Permite a utilização de funções aritméticas na lista de projecção.

$$\Pi_{f_1, f_2, \dots, f_n}(E)$$

- ▶  $E$  é uma expressão arbitrária de álgebra relacional.
- ▶ Cada uma das expressões  $f_1, f_2, \dots, f_n$  é uma expressão aritmética envolvendo constantes e atributos no esquema de  $E$ .
- ▶ Dada a relação  $\text{infoCredito}(\text{nomeCliente}, \text{limite}, \text{balancoCredito})$  encontrar o quanto cada cliente ainda pode gastar:

$$\Pi_{\text{nomeCliente}, \text{limite} - \text{balancoCredito}}(\text{infoCredito})$$

- ▶ Há quantos dias foi cada uma das consultas

$$\Pi_{\text{nConsulta}, \text{hoje} - \text{data}}(\text{consultas})$$

2012/10/12 (v64)  
125 / 299

## Operação de Agregação - Exemplo

$$r =$$

A	B	C
a	a	7
a	b	7
b	b	3
b	b	10

$$\mathcal{G}_{\text{sum}(C)}(r) =$$

sum(C)
27

2012/10/12 (v64)  
127 / 299

## Funções de Agregação

- ▶ Funções de Agregação aplicam-se a uma colecção de valores e devolvem um único valor (relação com um só atributo e um só valor para esse atributo) como resultado.

avg	média dos valores
min	mínimo dos valores
max	máximo dos valores
sum	soma dos valores
count	número dos valores

- ▶ Operação de Agregação na álgebra relacional

$$g_1, g_2, \dots, g_m \mathcal{G}_{f_1(a_1), f_2(a_2), \dots, f_n(a_n)}(E)$$

- ▶  $E$  é uma expressão de álgebra relacional
- ▶  $g_1, g_2, \dots, g_m$  é uma lista de atributos de agrupamento (pode ser vazia)
- ▶ Cada  $f_i$  é uma função de agregação
- ▶ Cada  $a_i$  é um nome de um atributo

2012/10/12 (v64)  
126 / 299

## Operação de Agregação - Exemplo

Relação conta agrupada por nomeBalcao:

$$\text{conta} =$$

nConta	nomeBalcao	quantia
A - 102	Coimbra - Central	400
A - 201	Coimbra - Central	900
A - 217	Condeixa	750
A - 215	Condeixa	750
A - 222	Nelas	700

$$\text{nomeBalcao} \mathcal{G}_{\text{sum}(quantia)}(\text{conta}) =$$

$$=$$

nomeBalcao	sum(quantia)
Coimbra - Central	1300
Condeixa	1500
Nelas	700

2012/10/12 (v64)  
128 / 299

## Funções de Agregação (Cont.)

- ▶ O resultado da agregação não tem um nome.
  - ▶ Pode-se recorrer à operação de renomeação para lhe dar um nome.
  - ▶ Por conveniência, permite-se a renomeação de atributos na operação de agregação.

$\text{nomeBalcao} \mathcal{G}_{\rho_{\text{balancos}}}(\text{sum}(\text{quantia}))(\text{conta})$

- ▶ Exemplo de renomeação.
  - ▶ Qual a média de idades dos pacientes de cada um dos médicos?

$\text{nEmpr} \mathcal{G}_{\rho_{\text{media}}}(\text{avg}(\text{idade}))(\text{consultas} \bowtie \text{pacientes}) =$

nEmpr	media
123	23
3243	68
43	4

2012/10/12 (v64)  
129 / 299

## Valores Nulos

- ▶ É possível que um tuplo tenha um valor nulo, denotado por `null`, para algum dos seus atributos.
- ▶ `null` significa um valor desconhecido ou que não existe.
- ▶ O resultado de qualquer expressão aritmética envolvendo um `null` é `null`.
- ▶ As funções de agregação ignoram os valores nulos.
  - ▶ Decisão arbitrária. Alternativamente, poder-se-ia retornar `null`.
  - ▶ Segue-se a semântica da SQL no tratamento de valores nulos.
- ▶ Na eliminação de duplicados e agrupamento, um `null` é tratado como um outro valor qualquer, assumindo-se que dois `nulls` são sempre iguais.
  - ▶ Decisão arbitrária. Alternativamente, poder-se-ia assumir que cada `null` é diferente de todos os outros
  - ▶ Segue-se a semântica da SQL no tratamento de valores nulos.

2012/10/12 (v64)  
131 / 299

## Mais exemplos

- ▶ Quantos fármacos diferentes foram receitados em cada uma das consultas?

$\text{nConsulta} \mathcal{G}_{\rho_{\text{quantos}}}(\text{count}(\text{codF}))(\text{receitas})$

- ▶ Para cada médico, qual a quantidade média de fármacos receitados por consulta?

$\text{quantCons} \leftarrow \text{nconsulta} \mathcal{G}_{\rho_{\text{soma}}}(\text{sum}(\text{quant}))(\text{receitas})$

$\text{nEmpr} \mathcal{G}_{\text{avg}(\text{soma})}(\text{quantCons} \bowtie \text{consultas})$

Nota: Nas duas perguntas anteriores não se entra em conta com as consultas sem fármacos receitados (`null`)! Ver-se-á mais à frente como resolver esse caso.

- ▶ Qual a idade do paciente mais velho?

$\mathcal{G}_{\text{max}(\text{idade})}(\text{pacientes})$

2012/10/12 (v64)  
130 / 299

## Valores Nulos

- ▶ Comparações com valores nulos devolvem o valor de verdade `unknown`.
  - ▶ Se se usasse o valor de verdade `false` em vez de `unknown`, então “`not (null < 5)`” não seria equivalente a “`null >= 5`”.
- ▶ Lógica a três valores com o valor de verdade `unknown`:

OR	true	false	unknown
true	true	true	true
false	true	false	unknown
unknown	true	unknown	unknown

  

AND	true	false	unknown
true	true	false	unknown
false	false	false	false
unknown	unknown	false	unknown

$\text{NOT}(\text{true}) = \text{false} \quad \text{NOT}(\text{false}) = \text{true} \quad \text{NOT}(\text{unknown}) = \text{unknown}$

- ▶ Em SQL “`P is unknown`” é verdade se o predicado `P` tem valor de verdade `unknown`.
- ▶ Resultado do predicado de selecção é tratado como `false` se tiver valor de verdade `unknown`.

2012/10/12 (v64)  
132 / 299

## Junção Externa (ou exterior)

Uma extensão da operação de junção que evita a perda de informação.

- ▶ Calcula a junção e depois adiciona ao resultado os tuplos de uma relação que não estão relacionados com a outra relação na junção.
- ▶ Utiliza valores nulos (null).

Valores nulos (null) são valores cujo valor é desconhecido ou que não existe  
Simplificadamente, todas as comparações com null são falsas por definição.

2012/10/12 (v64)  
133 / 299

## Junção Externa - Exemplo

emprestimo =

nEmprestimo	nomeBalcao	quantia
L - 170	Coimbra - central	3000
L - 230	Condeixa	4000
L - 260	Nelas	1700

temEmprestimo =

nomeCliente	nEmprestimo
Gomes	L - 170
Silva	L - 230
Costa	L - 155

2012/10/12 (v64)  
134 / 299

## Junção Externa – Exemplo

- ▶ Junção interna  
 $\text{emprestimo} \bowtie \text{temEmprestimo} =$

nEmprestimo	nomeBalcao	quantia	nomeCliente
L - 170	Coimbra - central	3000	Gomes
L - 230	Condeixa	4000	Silva

- ▶ Junção externa esquerda  
 $\text{emprestimo} \bowtie \text{temEmprestimo} =$

nEmprestimo	nomeBalcao	quantia	nomeCliente
L - 170	Coimbra - central	3000	Gomes
L - 230	Condeixa	4000	Silva
L - 260	Nelas	1700	null

2012/10/12 (v64)  
135 / 299

## Junção Externa - Exemplo

- ▶ Junção externa direita  
 $\text{emprestimo} \bowtie \text{temEmprestimo} =$

nEmprestimo	nomeBalcao	quantia	nomeCliente
L - 170	Coimbra - central	3000	Gomes
L - 230	Condeixa	4000	Silva
L - 155	null	null	Costa

- ▶ Junção externa  
 $\text{emprestimo} \bowtie \text{temEmprestimo} =$

nEmprestimo	nomeBalcao	quantia	nomeCliente
L - 170	Coimbra - central	3000	Gomes
L - 230	Condeixa	4000	Silva
L - 260	Nelas	1700	null
L - 155	null	null	Costa

2012/10/12 (v64)  
136 / 299

## Consultas de exemplo

- ▶ Quais os fármacos que nunca foram receitados?

$$\Pi_{\text{nomeF}}(\sigma_{\text{nConsulta}=\text{null}}(\text{farmacos} \bowtie \text{receitas}))$$

- ▶ Quais as consultas em que não foi receitado qualquer fármaco?

$$\Pi_{\text{nConsulta}}(\sigma_{\text{nCodF}=\text{null}}(\text{consultas} \bowtie \text{receitas}))$$

- ▶ Quantos fármacos diferentes foram receitados em cada uma das consultas?

$$\text{nConsulta} \mathcal{G}_{\text{count}(\text{codF})}(\text{consultas} \bowtie \text{receitas})$$

- ▶ Para cada médico, qual a quantidade média de fármacos receitados por consulta?

$$\text{quantCons} \leftarrow \text{nConsulta} \mathcal{G}_{\rho_{\text{soma}} \text{sum}(\text{quant})}(\text{consultas} \bowtie \text{receitas})$$

$$\text{nEmpr} \mathcal{G}_{\text{avg}(\text{soma})}(\text{quantCons} \bowtie \text{consultas})$$

2012/10/12 (v64)  
137 / 299

## Remoção

- ▶ Uma operação de remoção é expressa de uma maneira semelhante a uma consulta, excepto que os tuplos seleccionados são removidos da base de dados.
- ▶ Só se podem remover tuplos integralmente; não se podem apagar valores de determinados atributos.
- ▶ Uma remoção é expressa em álgebra relacional por:

$$r \leftarrow r - E$$

em que  $r$  é uma relação e  $E$  é uma expressão da álgebra relacional.

2012/10/12 (v64)  
139 / 299

## Modificação da Base de Dados

- ▶ O conteúdo da base de dados pode ser modificado através das seguintes operações:
  - ▶ Remoção
  - ▶ Inserção
  - ▶ Actualização
- ▶ Todas estas operação são expressas por intermédio do operador de atribuição.

2012/10/12 (v64)  
138 / 299

## Exemplos de Remoção

- ▶ Apagar todas as contas na agência de Cantanhede.

$$\text{conta} \leftarrow \text{conta} - \sigma_{\text{nomeBalcao}='Cantanhede'}(\text{conta})$$

- ▶ Apagar todos os registos de empréstimos de montante entre 0 e 50€

$$\text{emprestimo} \leftarrow \text{emprestimo} - \sigma_{\text{quantia} \geq 0 \wedge \text{quantia} \leq 50}(\text{emprestimo})$$

- ▶ Apagar todas as contas de balcões localizados em Nelas.

$$r_1 \leftarrow \sigma_{\text{cidadeBalcao}='Nelas'}(\text{conta} \bowtie \text{balcao})$$

$$r_2 \leftarrow \Pi_{\text{cidadeBalcao}, \text{nConta}, \text{balanco}}(r_1)$$

$$r_3 \leftarrow \Pi_{\text{nomeCliente}, \text{nConta}}(r_2 \bowtie \text{temConta})$$

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

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

2012/10/12 (v64)  
140 / 299

## Exemplos de Remoção (cont)

- ▶ Apagar toda a informação relativa a consultas anteriores a 2000:

$$\begin{aligned}r1 &\leftarrow \sigma_{\text{data} < 01-01-2000}(\text{consultas}) \\r2 &\leftarrow \Pi_{\text{codF}, \text{nConsulta}, \text{quant}}(\text{receitas} \bowtie r1) \\ \text{consultas} &\leftarrow \text{consultas} - r1 \\ \text{receitas} &\leftarrow \text{receitas} - r2\end{aligned}$$

2012/10/12 (v64)  
141 / 299

## Inserção

- ▶ Para inserir informação numa relação podemos:
  - ▶ especificar um tuplo a ser inserido;
  - ▶ escrever uma consulta cujo resultado é um conjunto de tuplos a inserir.
- ▶ Na álgebra relacional, uma inserção é expressa por:

$$r \leftarrow r \cup E$$

em que  $r$  é uma relação e  $E$  é uma expressão da álgebra relacional.

- ▶ A inserção de um único tuplo é efectuada quando a expressão  $E$  é uma relação constante contendo esse tuplo.

2012/10/12 (v64)  
142 / 299

## Exemplos de Inserção

- ▶ Inserir informação na base de dados especificando que o cliente Silva tem 1200€ na conta A-973 na agência de Cantanhede.

$$\begin{aligned}\text{conta} &\leftarrow \text{conta} \cup \{(A - 973, 'Cantanhede', 1200)\} \\ \text{temConta} &\leftarrow \text{temConta} \cup \{('Silva', A - 973)\}\end{aligned}$$

- ▶ Dar um bónus a todos os mutuários na agência de Cantanhede: uma conta de poupança de 200€. O número do empréstimo é utilizado para número da conta de poupança.

$$\begin{aligned}r1 &\leftarrow (\sigma_{\text{nomeBalcao} = \text{'Cantanhede'}}(\text{temEmprestimo} \bowtie \text{emprestimo})) \\ \text{conta} &\leftarrow \text{conta} \cup \Pi_{\text{nomeBalcao}, \text{nConta}, 200}(r1) \\ \text{temConta} &\leftarrow \text{temConta} \cup \Pi_{\text{nomeCliente}, \text{nEmprestimo}}(r1)\end{aligned}$$

2012/10/12 (v64)  
143 / 299

## Exemplos de Inserção (cont.)

- ▶ Inserir informação na base de dados especificando que um novo paciente, com BI nº 1111 e nome Paulo, teve uma consulta (nº101) no dia 30-09-2003 com o médico João (assumindo que só há um médico com esse nome).

$$\begin{aligned}\text{pacientes} &\leftarrow \text{pacientes} \cup \{(1111, 'Paulo', \text{null}, \text{null}, \text{null})\} \\ \text{consultas} &\leftarrow \text{consultas} \cup \\ &\Pi_{101, 30-09-2009, 1111, \text{nEmpr}}(\sigma_{\text{nomeM} = \text{'João'}}(\text{medicos}))\end{aligned}$$

2012/10/12 (v64)  
144 / 299

## Actualização

- ▶ Um mecanismo para alterar um valor de um tuplo sem alterar todos os valores do tuplo.
- ▶ Recorre-se ao operador de projecção generalizada para efectuar este tipo de tarefa

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

- ▶ Cada  $F_i$ , ou é o  $i$ -ésimo atributo de  $r$ , se o  $i$ -ésimo atributo não for alterado, ou
- ▶ Uma expressão  $F_i$ , envolvendo apenas constantes e atributos de  $r$ , que permite calcular o novo valor do atributo.

2012/10/12 (v64)  
145 / 299

## Vistas

- ▶ Em certas circunstâncias, não é desejável que todos os utilizadores possam aceder a todo o modelo lógico (i.e. a todas as relações armazenadas na base de dados)
- ▶ Considere o caso de um empregado que necessita de saber o número de empréstimo de um cliente, mas que não precisa de saber o montante desse empréstimo. Este empregado deverá ver apenas a relação descrita em álgebra relacional por

$$\Pi_{\text{nomeCliente}, \text{numeroEmprestimo}}(\text{devedor} \bowtie \text{emprestimo})$$

- ▶ Ou alguém que pode aceder a dados de nomes de médicos e pacientes das consultas, mas não ao que foi prescrito nem a outra informação dos médicos e pacientes:

$$\Pi_{\text{nConsulta}, \text{nomeP}, \text{nomeM}, \text{data}}(\text{pacientes} \bowtie \text{consultas} \bowtie \text{médicos})$$

- ▶ Qualquer relação que não pertença ao modelo conceptual mas que se torne visível ao utilizador como uma “relação virtual” é designada por vista.

2012/10/12 (v64)  
147 / 299

## Exemplos de Actualizações

- ▶ Pague juros de 5% em todas as contas

$$\text{conta} \leftarrow \Pi_{\text{nConta}, \text{nomeBalcao}, \text{balanco} \times 1,05}(\text{conta})$$

- ▶ Pague 6% de juros em todas as contas com saldo superior a 10.000€ e 5% às restantes contas.

$$\text{conta} \leftarrow \Pi_{\text{nConta}, \text{nomeBalcao}, \text{balanco} \times 1,06}(\sigma_{\text{balanco} > 10000}(\text{conta})) \cup \Pi_{\text{nConta}, \text{nomeBalcao}, \text{balanco} \times 1,05}(\sigma_{\text{balanco} \leq 10000}(\text{conta}))$$

2012/10/12 (v64)  
146 / 299

## Definição de vistas

- ▶ Uma vista é definida por intermédio da instrução **create view**

**create view v as** <consulta>

em que <consulta> é uma expressão de álgebra relacional qualquer. O nome da vista é  $v$ .

- ▶ Após a definição de uma vista, o seu nome pode ser utilizado para se referir à relação virtual gerada pela vista.
- ▶ Uma definição de uma vista não é o mesmo que criar uma nova relação a partir da avaliação da sua expressão. Em vez disso, a definição da vista permite guardar a expressão que depois é substituída nas consultas que utilizam a vista.

2012/10/12 (v64)  
148 / 299