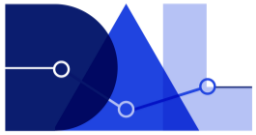


SQL

Eduardo Ogasawara
eogasawara@ieee.org
https://eic.cefet-rj.br/~eogasawara

Structured Query Language (SQL)

- A Linguagem de Consulta Estruturada (SQL) é a linguagem de consulta declarativa padrão para banco de dados relacional
- Muitas das características originais do SQL foram inspiradas na álgebra relacional
- A linguagem SQL é dividida em subconjuntos de acordo com as operações que queremos efetuar sobre um banco de dados, tais como:
  - DDL - Linguagem de Definição de Dados
    - DDL é um subconjunto da linguagem SQL que permite definir tabelas e elementos associados
  - DML - Linguagem de Manipulação de Dados
    - DML é um subconjunto da linguagem SQL que é utilizado para realizar inclusões, consultas, alterações e exclusões de dados nas tabelas

Linguagem de definição de dados (DDL)

DDL: Linguagem de definição de dados

- Permite a especificação dos conjuntos de relações e informações associadas, incluindo:
  - O esquema para cada relação
  - O domínio dos valores associados a cada atributo
  - As restrições de integridade
  - O conjunto dos índices a serem mantidos para cada relação
  - As informações de segurança e autorização para cada relação
  - A estrutura de armazenamento físico de cada relação no disco

Tipos básicos de domínio na SQL

- char(n)
  - String de caracteres de tamanho fixo com tamanho n especificado pelo usuário
- varchar(n)
  - String de caracteres de tamanho variável com tamanho n máximo especificado pelo usuário
- Int
  - Inteiro (um subconjunto finito de inteiros que é dependente da máquina)
- float, double
  - Números de ponto flutuante e ponto flutuante de precisão dupla com precisão dependente da máquina
- Existem domínios específicos para campos longos textuais e binários que variam de banco para banco
  - Dia-hora: timestamp, date, time
  - Textuais: Text, Clob
  - Binários: Image, Blob

Esquema de projetos usado nos exemplos

- departamento($dnome$, $\underline{dnumero}$, $gercpf$*, $gerdatainicio$)
- dependente($\underline{ecpf}$*, $\underline{nome\_dependente}$, $sexo$, $datanasc$, $parentesco$)
- dept_localizacoes($\underline{dnumero}$*, $\underline{dlocalizacao}$)
- empregado($pnome$, $minicial$, $unome$, $\underline{cpf}$, $datanasc$, $endereco$, $sexo$, $salario$, $gerente\_cpf$*, dno*)
- projeto($pjnome$, $\underline{pnumero}$, $plocalizacao$, $dnum$*)
- trabalha_em($\underline{ecpf}$*, $\underline{pno}$*, $horas$)
- (*) chaves estrangeiras

As scripts de criação das tabelas usadas para o exemplo encontra-se em https://eic.cefet-rj.br/~eogasawara/banco-de-dados

Linguagem de definição de consulta (DML)

Cláusulas select e from

- A cláusula $select$ lista os atributos desejados no resultado de uma consulta
  - corresponde à operação projeção da álgebra relacional
- A cláusula $from$ indica as tabelas desejadas

- Encontre o primeiro nome dos empregados
  - $select$ E.pnome
    $from$ Empregado E
- Na álgebra relacional, a consulta seria:
  - $\boldsymbol{\pi}_{\mathrm{E.pnome}}(\mathrm{Empregado\ E})$

Projeção generalizada

- A cláusula $select$ pode conter expressões aritméticas envolvendo os operadores +, -, *, / e funções operando em constantes ou atributos de tuplas

- Encontre o primeiro e último nome com um aumento de 5% do salario dos empregados
  - $select$ E.pnome, E.unome, 1.05*e.salario
    $from$ Empregado E
- Em álgebra relacional
  - $\boldsymbol{\pi_{pnome,unome,1.05*salario}(Empregado\ E)}$

A cláusula where com filtragem de tuplas

- A cláusula $where$ especifica condições que o resultado precisa satisfazer
  - Corresponde ao predicado de seleção da álgebra relacional
  - Os resultados da comparação podem ser combinados usando os conectivos lógicos AND, OR, e NOT
  - As comparações podem ser aplicadas aos resultados das expressões aritméticas

- Encontre o primeiro nome e salário dos funcionários com salário superior a US$1200:
  - $select$ E.pnome, E.salario
    $from$ Empregado E
    $where$ E.salario > 1200
- Na álgebra relacional:
  - $\boldsymbol{\pi_{E.pnome,,E.salario}(\sigma_{E.salario>1200}(Empregado\ E))}$

Seleção de todos os atributos de uma tabela

- O asterisco representa todos os atributos da tabela
  - Evite usar $select$ * numa aplicação
    - Traga apenas os campos necessários

- Encontre todos os atributos do departamento de pesquisa
  - $select$ *
    $from$ Departamento D
    $where$ D.Dnome = 'Pesquisa'
- Em álgebra relacional:
  - $\boldsymbol{\sigma_{D.NOME=Pesquisa}(Departamento\ D)}$

A cláusula where com filtragem between

- A SQL inclui um operador de comparação $between$

- Encontre o primeiro nome dos empregados com salário entre US$ 1.000 e US$ 2.000
  - $select$ E.pnome
    $from$ Empregado E
    $where$ E.salario $between$ 1000 and 2000
- Em algebra relacional:
  - $\boldsymbol{\pi_{E.pnome}(\sigma_{E.salario \geq 1000 \wedge E.salario \leq 2000}(Empregado\ E))}$

Uso de NULL

- SQL permite que a consulta verifique se o valor de um atributo é NULL (ausente ou indefinido ou não se aplica)
- SQL usa is ou $is\ not$ para comparar NULL pois considera que cada valor NULL é distinto de outros valores NULL, assim, comparação via igualdade não é apropriado
- Nota: Quando há atributos, numa condição de junção, que possuem valor NULL, as tuplas desses valores não são incluídas no resultado da junção

- Encontre o primeiro e último nome dos empregados quem não possuem supervisores
  - $select$ pnome, unome
    $from$ Empregado E
    $where$ gercpf is NULL
- Em álgebra relacional
  - $\boldsymbol{\pi_{E.pnome,E.unome}(\sigma_{E.gercpf\ is\ NULL}(Empregado\ E))}$

Consulta com like

- O operador like pode ser usado para avaliar substrings

- Obter o primeiro e último nome e salário dos empregados que tenham no nome a letra ‘r’
- $select$ e.pnome, e.unome, e.salario
  $from$ empregado e
  $where$ e.unome $like$ '%r%'

Operações de Ordenação

- A claúsula $order\ by$ ordem as tuplas do resultado da consulta

- Obtenha o nome dos empregados ordenados pelo salário
  - $select$ e.pnome, e.unome, e.salario
    $from$ empregado e
    $order\ by$ e.salario

A cláusula FROM com mais de uma tabela

- A cláusula $from$ lista as relações envolvidas na consulta
  - Corresponde à operação de produto cartesiano da álgebra relacional

- Encontre o produto cartesiano empregado e dependente
  - $select$ *
    $from$ Empregado E, Dependente D
- Em álgebra relacional
  - $Empregado\ E\ \times Dependente\ D$

A cláusula where com junção implícita

- Junção implícita
  - As tabelas comumente devem ser interligadas
  - Se há n tabelas, deve-se ter n-1 junções (implícitas ou explicitas)

- Encontre o nome dos empregados com os seus respectivos dependentes
  - $select$ E.pnome, D.nome_dependente
    $from$ Empregado E, Dependente D
    $where$ E.Cpf = D.Ecpf

Junção implícita

- Álgebra relacional
  - $\pi_{E.pnome,D.nome\_dependente}\,(\sigma_{E.cpf=D.ecpf}(Empregado\ E\ \times Dependente\ D))$

A cláusula where combinando filtragem com junção implícita

- Encontre o primeiro nome dos empregados do departamento de pesquisa usando junção implícita
  - $select$ pnome
    $from$ Empregado E, Departamento D
    $where$ D.dnome = 'Pesquisa' and D.dnumero = E.dno
- Em álgebra relacional
  - $\pi_{E.pnome}(\sigma_{E.\text{dno}=D.\text{dnumero} \wedge dnome=\text{"}Pesquisa\text{"}}(Empregado\ E\ \times \text{Departamento}\ D))$

A cláusula join para junção explícita

- A junção explícita combina tabelas diretamente com a cláusula $join$, especificando a condição de junção na cláusula on, o que torna a intenção da junção mais clara e o comando SQL mais legível

- Encontre o nome dos projetos e dos seus respectivos departamentos usando junção explícita
  - $select$ P.pjnome, D.dnome
    $from$ Projeto P $join$ Departamento D on (P.dnum = D.dnumero)

- Em álgebra relacional
  - $\pi_{P.pjnome,D.dnome}(\text{Projeto P} \bowtie_{P.dnum = D.dnumero} \text{Departamento } D)$

Junção implícita versus junção explícita

- Selecionar os gerentes dos departamentos com seus respectivos números de projetos de projetos localizados em Stafford
  - Usando junção implícita
    - SELECT E.UNOME, P.PNUMERO,
      FROM PROJETO P, DEPARTAMENTO D, EMPREGADO E
      WHERE P.DNUM = D.DNUMERO
      AND D.GERCPF = E.CPF
      AND P.PLOCALIZACAO = 'Stafford'
  - Usando junção explícita
    - SELECT E.UNOME, P.PNUMERO,
      FROM PROJETO P JOIN DEPARTAMENTO D ON P.DNUM = D.DNUMERO
      JOIN EMPREGADO E ON D.GERCPF = E.CPF
      WHERE P.PLOCALIZACAO = 'Stafford'
  - Como fica em álgebra relacional

Operações de conjuntos

- SQL apresenta algumas operações de conjuntos:
  - A operação de união ($union$), e em algumas versões da SQL há também as operações de diferença ($minus$) and interseção ($intersect$)
  - As relações resultantes dessas operações de conjuntos são de fato conjuntos de tuplas
    - Tuplas duplicadas são eliminadas do resultado
  - As operações de conjuntos se aplicam apenas a relações união compatíveis
    - As duas relações tem que ter os mesmos atributos que precisam aparecer na mesma ordem

- Obtenha a lista do nome de todos os projetos que envolvem algum empregado cujo sobrenome é 'Smith' como trabalhador ou como gerente do departamento que controla o projeto
  - $select$ p.pjnome
    $from$ projeto p, departamento d, empregado e
    $where$ p.dnum = d.dnumero and d.gercpf = e.cpf and e.unome='smith'
    $union$
    $select$ p.pjnome
    $from$ projeto p, trabalha_em t, empregado e
    $where$ p.pnumero=t.pno and t.ecpf=e.cpf and e.unome ='smith'

Funções agregadas

- Essas funções operam no multiconjunto dos valores de uma coluna de uma relação e retornam um valor
  - avg: valor médio
    min: valor mínimo
    max: valor máximo
    sum: soma dos valores
    $count$: número de valores

- Obtenha a quantidade de empregados
  - $select\ count(*)$
    $from$ Empregado E
    - $\Gamma_{count(*)}(empregado)$
- Obtenha o salário médio dos empregados
  - $select\ avg$(e.salario)
    $from$ Empregado E
    - $\Gamma_{avg(salario)}(empregado)$

Funções agregadas agrupadas

- As funções de agregação são computadas para cada multiconjunto agrupado pelos atributos presentes na cláusula $group\ by$

- Obtenha o salário médio dos empregados por departamento
  - $select$ E.dno, avg (E.salario)
    $from$ Empregado E
    $group\ by$ E.dno
    - $_{dno}\Gamma_{avg(salario)}(empregado)$

Filtragem pós-agrupamento

- Filtros nos resultados do agrupamento devem ser realizados com a cláusula $having$
- Os predicados na cláusula $having$ são aplicados após a formação de grupos, enquanto os predicados na cláusula $where$ são aplicados antes da formação de grupos

- Encontre todos os departamentos cuja média salarial dos empregados seja superior a 32000
  - $select$ E.dno, avg (E.salario) as salario
    $from$ Empregado E
    $group\ by$ E.dno
    $having$ e.salario > 32000
    - $\sigma_{salario>32000}(\ {}_{dno}\Gamma_{avg(salario)\ as\ salario}(empregado))$

Consultas aninhadas

- Uma consulta com comandos $select$ embutidos ou aninhados é chamada de consulta aninhada
- Esse tipo de consulta pode ser especificado dentro da cláusula $where$ de uma outra consulta, chamada de consulta externa
- Diversas das consultas anteriores podem ser especificadas de modo alternativo usando aninhamento
- Em geral, é possível haver vários níveis de consultas aninhadas

Consultas aninhadas usando cláusula IN para conjuntos explícitos

- É também possível usar um conjunto de valores explícito (enumerado) na cláusula WHERE, ao invés de uma consulta aninhada

- Obtenha o CPF de todos os empregados que trabalham em projetos de números 1, 2, ou 3
  - *select* distinct T.ecpf
    from Trabalha_em T
    where T.pno In (1, 2, 3)

Consultas aninhadas não correlacionada usando cláusula IN para registros de outra tabela

- Obtenha o CPF de todos os empregados que trabalham em projetos no departamento de pesquisa
  - *select* E.cpf
    from Empregado E
    where dno In (
        select D.dnumero
        from Departamento D
        where D.dnome='Pesquisa'
)

Consultas aninhadas correlacionadas

- Caso a condição da cláusula WHERE da consulta interna referencie um atributo de uma relação declarada na consulta externa, as duas consultas são ditas correlacionadas
- O resultado de uma consulta aninhada correlacionada é diferente para cada tupla da relação da consulta externa

Uso do EXISTS

- EXISTS é usada para verificar se o resultado de uma consulta aninhada correlacionada (contém uma ou mais tupla associadas)

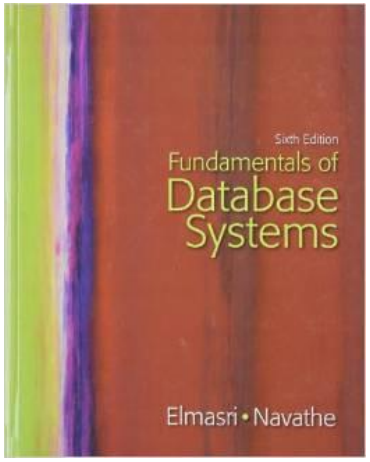
- Encontre o nome dos empregados com dependentes
  - *select* E.pnome
    from Empregado E
    where exists (
        select *
        from Dependente D
        where D.ecpf=E.cpf
)

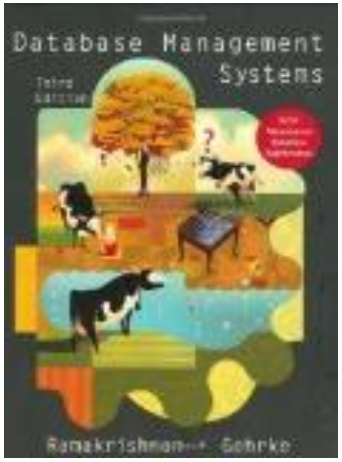
Uso do NOT EXISTS

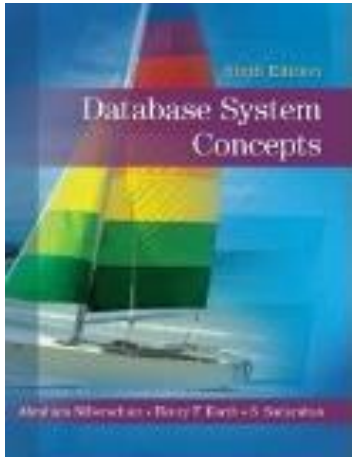
- NOT EXISTS é usada para verificar se o resultado de uma consulta aninhada correlacionada é vazio (não contém tupla associada)

- Encontre o nome dos empregados sem dependentes
  - *select* e.pnome, e.unome
    from empregado e
    where not exists (
        select *
        from dependente d
        where d.ecpf=e.cpf
)

Referências







A maioria dos slides apresenta exemplos do livro Database System Concepts