Banco de Dados Geográficos

Ana Carolina
&
Fernando Fonseca

Roteiro

- Introdução
- Conceitos Básicos
- Sistemas de Informações Geográficas (SIG)
- Dados Geográficos
  - Modelagem
  - Manipulação
  - Armazenamento
- Centro de Dados

Banco de Dados Geográficos

Integração:

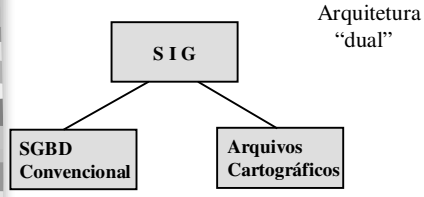
- Sistemas de Informações Geográficas (SIG)
- Sistemas de Banco de Dados

Banco de Dados Geográficos

Por que são BD não convencionais?

- Dados complexos
- Representação espacial e temporal
- Transações longas
- Dados volumosos

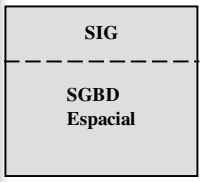
Arquiteturas de SGBD



Arquitetura "dual"

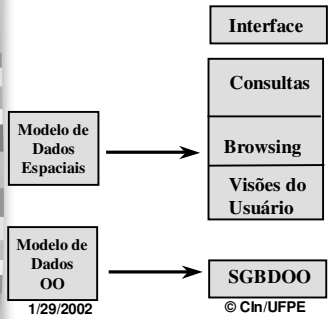
Arquiteturas de SGBD

Arquiteturas de SGBD



SGBD
Específico

Arquitetura de Alto Nível



Conceitos Básicos

- Cartografia
- Geografia
- Sensoriamento Remoto

Conceitos Básicos - Cartografia

- **Projeção** - cada ponto do elipsóide ou esfera (globo terrestre) projetado em uma superfície plana.
- Esta superfície - **o mapa** - pode ser apresentado em diferentes escalas.

Conceitos Básicos - Cartografia

- **Escala** - relação entre as dimensões dos elementos representados em um mapa e a grandeza correspondente, medida sobre a superfície da Terra.
  - As escalas numéricas são descritas por frações cujos denominadores representam as dimensões naturais e os numeradores, as que lhes correspondem no mapa.
  - Exemplo: 1:50.000 ou 1/20.000

Conceitos Básicos - Cartografia

- Um **Sistema de Coordenadas** define a localização de qualquer ponto na superfície terrestre
- Localização:
  - Em relação a outros objetos cujas posições sejam previamente conhecidas
  - Determinada em uma rede coerente de coordenadas

Conceitos Básicos - Cartografia

- Dois grupos de sistemas de coordenadas:
  Geográficas ou terrestres: cada ponto é localizado na interseção de um meridiano com um paralelo
  - **Longitude**: distância angular entre um ponto qualquer e o meridiano de origem
  - **Latitude**: distância angular entre um ponto qualquer e a linha do Equador

Conceitos Básicos - Cartografia

- Dois grupos de sistemas de coordenadas:
  - **Planas ou cartesianas**: um ponto é representado por dois números
    - ✓x (horizontal), associado à longitude
    - ✓y (vertical), associado à latitude

Conceitos Básicos - Cartografia

- Projeções Cartográficas:
  - Planas ou azimutais
  - Cônicas
  - Cilíndricas
- A projeção UTM (Universal Transverse Mercator) definida dividindo-se a Terra em 60 fusos de 6 graus de longitude.

Conceitos Básicos - Cartografia

- Mapas e Cartas não possuem uma distinção rígida
  - Mapas, destinados a fins culturais, ilustrativos ou mesmo comerciais
  - Cartas, destinadas a fins práticos: avaliação precisa de distâncias, direções e a localização geográfica de pontos, áreas e detalhes.
    - ✓Exemplos: geográficas, cadastrais, náuticas, meteorológicas, de solo, etc.

Conceitos Básicos

- **Sensoriamento Remoto**
  É o conjunto de processos e técnicas usados para medir propriedades eletromagnéticas de uma superfície sem que haja contato entre o objeto e o equipamento sensor.

Conceitos Básicos

- Sensoriamento Remoto
  - Sistemas de Aquisição de Dados
    - ✓Câmaras fotográficas aerotransportadas
    - ✓Satélites
    - ✓Sistemas de radar,
    - ✓Sonar
    - ✓Microondas

Conceitos Básicos

- Sensoriamento Remoto
- GPS (Global Positioning System) é um sistema baseado em satélites que provê a medição de latitude, longitude e altura em qualquer ponto da terra
- A distância entre o satélite e o receptor GPS pode ser calculada a partir dos sinais enviados e da velocidade do satélite

Sistemas de Informações Geográficas

- Multidisciplinaridade
  - Cartografia
  - Geografia
  - Sensoriamento Remoto
  - Ciência da Computação:
    - ✓Banco de Dados,
    - ✓Computação Gráfica,
    - ✓Processamento de Imagens,
    - ✓Geometria Computacional, ...

Sistemas de Informações Geográficas

- São sistemas automatizados usados para
  - armazenar,
  - analisar e
  - manipular

  dados geográficos, ou seja, dados que representam objetos e fenômenos e suas localizações geográficas.

Sistemas de Informação Geográficas

- Características
  - Integram em uma única base de dados informações geográficas provenientes de fontes diversas (dados cartográficos, dados de censo, cadastro urbano e rural, imagens de satélite, ...)
  - Oferecem mecanismos para recuperar, manipular e visualizar estes dados.

Sistemas de Informação Geográficas

- Elementos Funcionais
  - Aquisição de dados
  - Pré-processamento
  - Gerenciamento dos dados
  - Manipulação e análise
  - Geração do produto

Sistemas de Informação Geográficas

- **Aquisição de Dados**

  É o processo de identificação e reunião dos dados requeridos para a aplicação através de levantamento em campo, fotografias aéreas, documentos arquivados ou outras fontes.

Sistemas de Informação Geográficas

- **Pré-processamento**
  - Duas principais tarefas
    - ✓Conversão do formato original dos dados
    - ✓Estabelecimento de um Sistema de Coordenadas para registrar e especificar as localizações dos objetos

Sistemas de Informação Geográficas

- **Gerenciamento dos dados**
  - Provê métodos consistentes para
    - ✓entrada de dados
    - ✓atualização
    - ✓remoção
    - ✓consulta

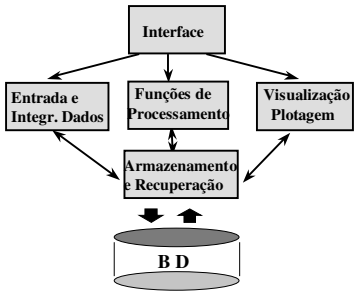
Sistemas de Informação Geográficas

- **Manipulação e Análise**
  - Operadores analíticos que trabalham com o conteúdo do banco de dados
  - Propriedades específicas para mover dados entre os sistemas de informação

Sistemas de Informação Geográficas

- **Geração de Produto**
  - Os produtos finais do SIG são criados
    - ✓listagens estatísticas
    - ✓mapas
    - ✓gráficos de vários tipos

Sistemas de Informação Geográficas



Sistemas de Informação Geográficas

- **Interfaces e Visualização**
  - Linguagens de comandos, podem se tornar complexas de acordo com a funcionalidade
  - Baseadas em menus, pouco poder de expressão
  - Edição de mapas, imagens, etc.
  - Produção cartográfica

Sistemas de Informação Geográficas

- **Entrada de dados em SIG**
  - Caderneta de campo
  - Digitalização em mesa
  - Digitalização ótica
  - Leitura de dados em forma digital
- **Funções de processamento**
  - Superposição, medidas, mapas de distância, tabulação cruzada
    - ✓ Análise geográfica

Sistemas de Informação Geográficas

- **Funções de processamento** (Cont.)
  - Retificação, contraste, filtragem
    - ✓ Processamento digital de imagens
  - Geração de mapas de declividade, cálculo de volumes
    - ✓ Modelos numéricos de terreno
  - Caminhos ótimos, ligação topológica
    - ✓ Redes

Sistemas de Informação Geográficas

- Processo de Implantação
  - Modelagem do mundo real
  - Criação do BD geográfico
  - Operação

Sistemas de Informação Geográficas

- **Modelagem do mundo real**
  - modelagem de processos e de dados
  - seleção de fenômenos e entidades de interesse
- Diferentes conjuntos de fenômenos podem ser escolhidos para descrever distintas visões do mundo, para uma mesma região, em um dado instante

Sistemas de Informação Geográficas

- **Etapas de Criação do BD Geográfico**
  - Coleta dos dados relativos aos fenômenos de interesse identificados na modelagem
  - Correção dos dados coletados
  - Geo-referenciamento

Sistemas de Informação Geográficas

- **Fase de Operação**
  - Utilização do sistema
  - Desenvolvimento de aplicações por parte dos usuários, a partir dos dados armazenados

Sistemas de Informação Geográficas

- Histórico
  - Nos anos 50, primeiras tentativas (GB,USA)
  - Nos anos 60, primeiros SIG propriamente ditos (Canadá - recursos naturais e uso do solo)
  - Nos anos 70, surgiu a topologia aplicada permitindo análises espaciais entre elementos cartográficos

Sistemas de Informação Geográficas

Histórico:

- **A partir dos anos 80, popularização e barateamento dos computadores**

Incorporação de funções de análise espacial

Sistemas de Informação Geográficas

- Três gerações
  - ❶ (1980-1990) SIG orientados a projetos
    - ✓CAD cartográfico
    - ✓Suporte a BD limitado
    - ✓Uso principal: desenho de mapas

Sistemas de Informação Geográficas

- Três gerações (Cont.)
  - ❷ (1990-1997) SIG orientados a empresas (instituições)
    - ✓Ambientes cliente-servidor
    - ✓BD relacionais
    - ✓Processamento de imagens

Sistemas de Informação Geográficas

- Três gerações (Cont.)
  - ❸ (1997- ?) SIG orientados a sociedade
    - ✓Bibliotecas digitais geográficas, com acesso através de redes locais e remotas, públicas ou privadas
    - ✓BD distribuídos e federativos (interoperabilidade)

Sistemas de Informação Geográficas

- Aplicações Sócio-econômicas
  - Uso da terra, utilidade pública, censo
- Aplicações Ambientais
  - Meio ambiente, recursos naturais, uso do solo
- Aplicações de Gerenciamento
  - Planejamento urbano, controle de obras públicas

Dados Geográficos

- **Dados Espaciais**

Qualquer tipo de dados que descreve fenômenos aos quais esteja associada alguma dimensão espacial

- Em SIG
  - Dados geo-referenciados
  - Dados geográficos

Dados Geográficos

- Características
  - Não-espaciais (descritivas): **o que**
  - Espaciais (geo-referenciamento): **onde**
  - Temporais (validade): **quando**
  - Gráficos (exibição): **como**

Dados Geográficos

- Aspectos Espaciais Estruturados
  - Conjunto de pontos
  - Planos temáticos
  - Geometria Euclidiana
  - Partições
  - Entidades espaciais delimitadas
  - Topologia celular
  - Grafos

Dados Geográficos

- Dois modelos de representação
  - Modelo de campos
    - ✓representa grandezas contínuas
    - ✓formalizado como uma função matemática
    - ✓formato raster: tesselações, matriz de células
  - Exemplo: a cobertura vegetal de uma região

Dados Geográficos

- Modelo de Campos
  - Os relacionamentos topológicos são determinados a partir da vizinhança das células
  - As coordenadas geográficas são obtidas a partir da posição da célula na matriz
  - O valor associado a cada célula é considerado como válido para toda a região por ela representada

Dados Geográficos

- Modelo de Campos (Cont.)
  - O termo raster designa células regulares (pixels) mas é usado como termo genérico para representação matricial
  - Outros formatos para células:
    - ✓triângulos (malhas triangulares)
    - ✓hexágonos (malhas hexagonais)

Dados Geográficos

- Outro modelo de representação
  - Modelo de Objetos
    - ✓representa grandezas discretas
    - ✓objetos identificáveis, com geometria e características próprias
    - ✓formato vetorial: pontos, linhas e polígonos
  - Exemplos: rede viária, rede elétrica

Dados Geográficos

- Modelo de Objetos
  - Níveis de representação vetorial
    - ✓ **Não estruturadas**: armazenam listas de coordenadas sem preocupação com otimização do processamento (spaghetti)
    - ✓ **Topológicas**: armazenam, associada à localização, informações sobre relacionamentos de contiguidade e vizinhança dos elementos

Dados Geográficos

- Principais Classes
  - Mapas temáticos e mapas cadastrais
  - Redes
  - Modelos Numéricos de Terreno
  - Imagens

Modelagem de Dados Geográficos

- Um Modelo de Dados inclui
  - estrutura (organização lógica dos dados)
  - restrições
  - operadores de manipulação de dados

Visão Abstrata da Realidade

Modelagem de Dados Geográficos

- Modelos relacionais estendidos
- Modelos orientados a objetos:
  - modelagem mais próxima do mundo real
  - especificação incremental de aplicações

Modelagem de Dados Geográficos

- Enfoque multi-nível
  - Nível do mundo real
  - Nível conceitual
  - Nível de representação
  - Nível de implementação

Modelagem de Dados Geográficos

- Modelo de Dados MGeo+:
  - Inclui níveis conceitual e de representação
  - Representação de grandezas contínuas e discretas à nível de propriedade
  - Incorporação de conceitos não formalizados relacionados ao geo-referenciamento

Modelagem de Dados Geográficos

- Modelo de Dados do SPRING
  - Quatro níveis de abstração
    - ✓Nível do mundo real

      Elementos da realidade geográfica a serem modelados como, por exemplo, rios, temperatura, rede de distribuição de energia

Modelagem de Dados Geográficos

- Modelo de Dados do SPRING (Cont.)
  - Nível do Mundo Real

Elementos da realidade geográfica a serem modelados como, por exemplo, rios, temperatura, rede de distribuição de energia

Modelagem de Dados Geográficos

- Modelo de Dados do SPRING (Cont.)
  - ✓Nível Conceitual

    Modelagem formal de campos e objetos geográficos em um nível alto de abstração. Determina as classes, as operações e a linguagem de manipulação dos dados.

Modelagem de Dados Geográficos

- Modelo de Dados do SPRING (Cont.)
  - ✓Nível Conceitual (Cont.)

    Dois tipos de classes: convencionais ou georeferenciadas ou geo-classes

Modelagem de Dados Geográficos

- Modelo de Dados do SPRING (Cont.)
  - ✓Nível de Representação

    Associa as classes identificadas no nível conceitual a classes de representação, que podem variar conforme a escala, a projeção escolhida, o tempo ou mesmo a visão do usuário

Modelagem de Dados Geográficos

- Modelo de Dados do SPRING (Cont.)
  - ✓Nível de Representação (Cont.)
    - Uma representação especifica a componente espacial de um
      - GeoCampo -> RepGeoCampo
      - GeoObjeto -> RepGeoObjeto

Modelagem de Dados Geográficos

- Modelo de Dados do SPRING (Cont.)
  - ✓Nível de Implementação

  Define padrões, formas de armazenamento e estruturas de dados para implementar as diferentes representações

Modelagem de Dados Geográficos

- Modelo de Dados do SPRING (Cont.)
  - ➢um objeto conceitual pode ser associado a diferentes representações
  - ➢uma representação pode ser armazenada em várias estruturas físicas
  - ➢as dicotomias são equacionadas
    - ✓de modelagem: campos X objetos
    - ✓de representação: matricial X vetorial

Manipulação de Dados Geográficos

- Linguagens de Consultas
  - ➢Objetivo

  Manipulação e recuperação de dados geográficos, envolvendo predicados espaciais e não-espaciais

Manipulação de Dados Geográficos

- Linguagens de Consulta (Cont.)
  - ➢Características
    - ✓Criar e excluir objetos espaciais
    - ✓Facilitar as atualizações, inclusões, exclusões e consultas a dados geográficos
    - ✓Tratar dados espaciais e não espaciais
    - ✓Realizar operações geográficas

Manipulação de Dados Geográficos

- Operações geográficas
  - ➢área
  - ➢adjacência
  - ➢fronteira
  - ➢distância
  - ➢interseção
  - ➢perímetro
  - ➢...

Manipulação de Dados Geográficos

- Algumas linguagens existentes
  - Extensões de SQL
    GeoQL, PSQL, Spatial SQL, LEGAL
  - Extensões de QBE
    QPE, PICQUERY
  - Extensões de QUEL
    Geo-QUEL, LinGeo

Armazenamento de Dados Geográficos

- Métodos de armazenamento e recuperação
  - Pontos: grid files, kd-trees
  - Retângulos:
    - ✓transformação de retângulos em pontos
    - ✓decomposição do espaço com superposição:
    - ✓R-tree, R+-tree
    - ✓retalhamento de retângulos

Armazenamento de Dados Geográficos

- Métodos de armazenamento e recuperação
  - Linhas Poligonais: árvores V e VR
  - Polígonos: z-ordem, decomposição em células
  - Representações Vetoriais Complexas

Cooperativa de Dados

- Conjunto de agências interligadas através de um sistema de informação global de dados, que, por sua vez, é formado por centros de dados interligados através de um sistema de comunicação de dados.

Centro de Dados

- Uma facilidade que permite
  - coleta
  - armazenamento
  - processamento
  - acesso
  - distribuição

  de dados (ou programas) através do sistema de comunicação.

Centro de Dados

- Algumas Funções
  - Aquisição de Dados
  - Armazenamento e Arquivamento de Dados
  - Disponibilização de Dados e Programas
  - Distribuição de Produtos
  - Integração com Outros Centros de Dados