



Přednáška 1

Geodatabáze Simple Features

Úvod do problematiky, geodatabáze, OGC Simple Features

155UZPD Úvod do zpracování prostorových dat, zimní semestr 2018-2019

Úvod

Databázové systémy
Prostorová databáze
Geodatabáze

OpenGIS Simple Features

Datový typ Geometry
Odvozené datové typy
Vlastnosti datových typů
Forma zápisu
OpenGIS Simple Features for SQL

Martin Landa

martin.landa@fsv.cvut.cz

Fakulta stavební ČVUT v Praze
Katedra geomatiky

<http://geo.fsv.cvut.cz/gwiki/155UZPD>



Úvod

Databázové systémy
Prostorová databáze
Geodatabáze

OpenGIS Simple Features

Datový typ Geometry
Odvozené datové typy
Vlastnosti datových typů
Forma zápisu
OpenGIS Simple Features
for SQL

Copyright © 2009-2018 Martin Landa

Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document under the terms of the GNU Free Documentation Licence, Version 1.2 or any later version published by the Free Software Foundation; with no Invariant Sections, no Front-Cover Texts, and no Back-Cover Texts.



1 Úvod

Databázové systémy
Prostorová databáze
Geodatabáze

2 OpenGIS Simple Features

Datový typ Geometry
Odvozené datové typy
Vlastnosti datových typů
Forma zápisu
OpenGIS Simple Features for SQL

Úvod

Databázové systémy
Prostorová databáze
Geodatabáze

OpenGIS Simple Features

Datový typ Geometry
Odvozené datové typy
Vlastnosti datových typů
Forma zápisu
OpenGIS Simple Features for SQL

Stránky předmětu

<http://geo.fsv.cvut.cz/gwiki/155UZPD>



Úvod

- Databázové systémy
- Prostorová databáze
- Geodatabáze

OpenGIS Simple Features

- Datový typ Geometry
- Odvozené datové typy
- Vlastnosti datových typů
- Forma zápisu
- OpenGIS Simple Features for SQL

Stránky předmětu

<http://geo.fsv.cvut.cz/gwiki/155UZPD>



Úvod

Databázové systémy
Prostorová databáze
Geodatabáze

OpenGIS Simple Features

Datový typ Geometry
Odvozené datové typy
Vlastnosti datových typů
Forma zápisu
OpenGIS Simple Features for SQL

- 1 Databázové systémy a geografická data obecně
- 2 Specifikace OGC Simple Features
- 3 Prostorové SQL
- 4 Geodatabáze prakticky
 - PostGIS
 - SpatiaLite
 - rasdaman
 - mongoDB



Databáze

- Uspořádaná množina informací (dat) uložená na paměťovém médiu, které jsou dostupné prostřednictvím počítačového programu.
 - Systém sloužící k modelování objektů a vztahů reálného světa prostřednictvím digitálních dat uspořádaných tak, aby se s nimi dalo efektivně manipulovat.
- Základními prvky jsou data a program pro práci s nimi.

Úvod

Databázové systémy

Prostorová databáze

Geodatabáze

OpenGIS Simple Features

Datový typ Geometry

Odvozené datové typy

Vlastnosti datových typů

Forma zápisu

OpenGIS Simple Features
for SQL

DBMS

DataBase Management System (systém řízení báze dat):

- softwarové vybavení, které zajišťuje práci s databází
- tvoří rozhraní mezi aplikačními programy a uloženými daty

Databázový systém

Systém řízení báze dat dohromady s bází dat.



Databáze

- Uspořádaná množina informací (dat) uložená na paměťovém médiu, které jsou dostupné prostřednictvím počítačového programu.
 - Systém sloužící k modelování objektů a vztahů reálného světa prostřednictvím digitálních dat uspořádaných tak, aby se s nimi dalo efektivně manipulovat.
- Základními prvky jsou data a program pro práci s nimi.

DBMS

DataBase **M**anagement **S**ystem (systém řízení báze dat):

- softwarové vybavení, které zajišťuje práci s databází
- tvoří rozhraní mezi aplikačními programy a uloženými daty

Databázový systém

Systém řízení báze dat dohromady s bází dat.

Úvod

Databázové systémy

Prostorová databáze

Geodatabáze

OpenGIS Simple
Features

Datový typ Geometry

Odvozené datové typy

Vlastnosti datových typů

Forma zápisu

OpenGIS Simple Features
for SQL



Prostorová data

- Entita definovaná v prostoru, u které je zřejmá:
 - 1 Identifikace
 - 2 Umístění v prostoru
 - 3 Vztah k okolním entitám
- Prostorový referenční systém (systém pro identifikaci polohy v reálném světě)

Popis entit

- 1 simplex
- 2 deskriptor

Úvod

Databázové systémy

Prostorová databáze

Geodatabáze

OpenGIS Simple Features

Datový typ Geometry

Odvozené datové typy

Vlastnosti datových typů

Forma zápisu

OpenGIS Simple Features for SQL



Prostorová data

- Entita definovaná v prostoru, u které je zřejmá:
 - 1 Identifikace
 - 2 Umístění v prostoru
 - 3 Vztah k okolním entitám
- Prostorový referenční systém (systém pro identifikaci polohy v reálném světě)

Popis entit

1 simplex

- nejmenší nevyplněný objekt dané dimenze, 0-simplex je bod, 1-simplex úsečka, 2-simplex trojúhelník, 3-simplex čtyřstěn atd.
- každý d -simplex se skládá z $d+1$ simplexů rozměru $d-1$ („styky“)
- kombinace simplexů do složitějších struktur je povolena jen, když je průnik libovolných dvou simplexů „stykem“

2 deskriptor

Úvod

Databázové systémy

Prostorová databáze

Geodatabáze

OpenGIS Simple Features

Datový typ Geometry

Odvozené datové typy

Vlastnosti datových typů

Forma zápisu

OpenGIS Simple Features for SQL



Prostorová data

- Entita definovaná v prostoru, u které je zřejmá:
 - 1 Identifikace
 - 2 Umístění v prostoru
 - 3 Vztah k okolním entitám
- Prostorový referenční systém (systém pro identifikaci polohy v reálném světě)

Úvod

Databázové systémy

Prostorová databáze

Geodatabáze

OpenGIS Simple Features

Datový typ Geometry

Odvozené datové typy

Vlastnosti datových typů

Forma zápisu

OpenGIS Simple Features

for SQL

Popis entit

1 simplex

2 deskriptor

- množina bodů, úseček
- případně vyšších celků s následujícími vlastnostmi:
 - každý (koncový) bod je bodem sítě
 - žádný vnitřní bod není zaznamenán v síti
 - žádné dvě úsečky nemají průsečík a ani se nepřekrývají



Základní charakteristika

- Databáze optimalizovaná pro skladování, údržbu a dotazování prostorových dat (tj. dat vztažených k objektům lokalizovaných v definovaném prostoru)
- „Prostor“ znamená 2 a více dimenzí
- S výhodou využívány v GIS
- Oproti „běžné“ databázi definuje:
 - 1 Datové typy prostorových objektů (*features*)
 - 2 Metody pro dotazování a zpracování prostorových dat
 - Prostorové vztahy, tzv. „predikaty“, např. `je_uvnitr()`, `dotyka_se()`, `obsahuje()`, ...
 - Operace překrytí, tzv. „relace“, např. `prunik()`, `spojeni()`, ...
 - Ostatní, např. `plocha()`, `delka()`, `typ()`, ...

Úvod

Databázové systémy

Prostorová databáze

Geodatabáze

OpenGIS Simple Features

Datový typ Geometry

Odvozené datové typy

Vlastnosti datových typů

Forma zápisu

OpenGIS Simple Features
for SQL

http://en.wikipedia.org/wiki/Spatial_database



Základní charakteristika

- Databáze optimalizovaná pro skladování, údržbu a dotazování prostorových dat (tj. dat vztažených k objektům lokalizovaných v definovaném prostoru)
- „Prostor“ znamená 2 a více dimenzí
- S výhodou využívány v GIS
- Oproti „běžné“ databázi definuje:

1 Datové typy prostorových objektů (*features*)

2 Metody pro dotazování a zpracování prostorových dat

- Prostorové vztahy, tzv. „predikaty“, např. `je_uvnitr()`, `dotyka_se()`, `obsahuje()`, ...
- Operace překrytí, tzv. „relace“, např. `prunik()`, `spojeni()`, ...
- Ostatní, např. `plocha()`, `delka()`, `typ()`, ...

http://en.wikipedia.org/wiki/Spatial_database

Úvod

Databázové systémy

Prostorová databáze

Geodatabáze

OpenGIS Simple Features

Datový typ Geometry

Odvozené datové typy

Vlastnosti datových typů

Forma zápisu

OpenGIS Simple Features for SQL



Základní charakteristika

- Databáze optimalizovaná pro skladování, údržbu a dotazování prostorových dat (tj. dat vztažených k objektům lokalizovaných v definovaném prostoru)
- „Prostor“ znamená 2 a více dimenzí
- S výhodou využívány v GIS
- Oproti „běžné“ databázi definuje:
 - 1 **Datové typy** prostorových objektů (*features*)
 - 2 **Metody** pro dotazování a zpracování prostorových dat
 - Prostorové vztahy, tzv. „predikaty“, např. `je_uvnitr()`, `dotyka_se()`, `obsahuje()`, ...
 - Operace překrytí, tzv. „relace“, např. `prunik()`, `spojeni()`, ...
 - Ostatní, např. `plocha()`, `delka()`, `typ()`, ...

http://en.wikipedia.org/wiki/Spatial_database

Úvod

Databázové systémy

Prostorová databáze

Geodatabáze

OpenGIS Simple Features

Datový typ Geometry

Odvozené datové typy

Vlastnosti datových typů

Forma zápisu

OpenGIS Simple Features for SQL



Základní charakteristika

- Prostorová databáze navržena pro uložení, dotazování a manipulaci s **geografickými informacemi a prostorovými daty** (tzv. „geodaty“)
- Komponenta GIS pro skladování a manipulaci s daty
 - + Běžně používané relačně-objektové databáze
 - + SQL, prostorové dotazy
 - + Víceuživatelský přístup k datům
 - + V segmentu velkých dat (big-data) se spíše používají NoSQL databáze

Úvod

Databázové systémy

Prostorová databáze

Geodatabáze

OpenGIS Simple Features

Datový typ Geometry

Odvozené datové typy

Vlastnosti datových typů

Forma zápisu

OpenGIS Simple Features for SQL

<http://en.wikipedia.org/wiki/Geodatabase>



Geodata

Formální přepis geografické informace do formy vhodné pro počítačové zpracování.

Geodata identifikují:

- 1 geografickou polohu
- 2 charakteristiky přírodních i antropogenních jevů a hranic mezi nimi

Definice pojmu „geoprvek“

Modelovaný obraz (prostorově) lokalizovaného objektu reálného světa, který je dále nedělitelný, jednoznačně odlišitelný od ostatních prvků (např. dálnice D8, obec "Slaný", vrchol Milešovky, ...)

Anglicky: *feature*

Úvod

Databázové systémy

Prostorová databáze

Geodatabáze

OpenGIS Simple Features

Datový typ Geometry

Odvozené datové typy

Vlastnosti datových typů

Forma zápisu

OpenGIS Simple Features for SQL



Složky popisu (rozměr) geoprisku

- geometrická
- vztahová (topologická),
- popisná (tématická, atributová),
- časová,
- kvalitativní (metadata, „data o datech“)
- ...

Reprezentace dat

- vektorová
- rastrová

Úvod

Databázové systémy

Prostorová databáze

Geodatabáze

OpenGIS Simple Features

Datový typ Geometry

Odvozené datové typy

Vlastnosti datových typů

Forma zápisu

OpenGIS Simple Features for SQL



Historie

- 1 Geometrie a atributy uloženy odděleně ve specifických souborových strukturách (např. souborový formát **Esri Shapefile**)
- 2 Geometrie v souborech, atributová data uložena v (relačních) databázových systémech (např. souborový formát **GRASS + SQLite**)
- 3 Geometrie a atributy uloženy společně v databázi
 - Prvotní implementace používaly middleware pro uložení prostorových dat s využitím standardních datových typů (např. BLOB)
 - IBM Geographic Database System (GDBS) – polovina 80.let
 - IBM GeoManager (rozšíření pro IBM DB2) – počátek 90.let
 - Oracle v.4 (přelom 80. a 90.let) → Oracle Spatial
 - Objektově-relační databázové systémy (konec 90.let)

Úvod

Databázové systémy

Prostorová databáze

Geodatabáze

OpenGIS Simple Features

Datový typ Geometry

Odvozené datové typy

Vlastnosti datových typů

Forma zápisu

OpenGIS Simple Features for SQL



Historie

- 1 Geometrie a atributy uloženy odděleně ve specifických souborových strukturách (např. souborový formát **Esri Shapefile**)
- 2 Geometrie v souborech, atributová data uložena v (relačních) databázových systémech (např. souborový formát **GRASS + SQLite**)
- 3 Geometrie a atributy uloženy společně v databázi
 - Prvotní implementace používaly middleware pro uložení prostorových dat s využitím standardních datových typů (např. BLOB)
 - IBM Geographic Database System (GDBS) – polovina 80.let
 - IBM GeoManager (rozšíření pro IBM DB2) – počátek 90.let
 - Oracle v.4 (přelom 80. a 90.let) → Oracle Spatial
 - Objektově-relační databázové systémy (konec 90.let)

Úvod

Databázové systémy

Prostorová databáze

Geodatabáze

OpenGIS Simple Features

Datový typ Geometry

Odvozené datové typy

Vlastnosti datových typů

Forma zápisu

OpenGIS Simple Features

for SQL



Historie

- 1 Geometrie a atributy uloženy odděleně ve specifických souborových strukturách (např. souborový formát **Esri Shapefile**)
- 2 Geometrie v souborech, atributová data uložena v (relačních) databázových systémech (např. souborový formát **GRASS + SQLite**)
- 3 Geometrie a atributy uloženy společně v databázi
 - Prvotní implementace používaly middleware pro uložení prostorových dat s využitím standardních datových typů (např. **BLOB**)
 - IBM Geographic Database System (GDBS) – polovina 80.let
 - IBM GeoManager (rozšíření pro IBM DB2) – počátek 90.let
 - Oracle v.4 (přelom 80. a 90.let) → Oracle Spatial
 - Objektově-relační databázové systémy (konec 90.let)

Úvod

Databázové systémy

Prostorová databáze

Geodatabáze

OpenGIS Simple Features

Datový typ Geometry

Odvozené datové typy

Vlastnosti datových typů

Forma zápisu

OpenGIS Simple Features
for SQL



Přehled některých produktů

- IBM DB2 – IBM DB2 Spatial Extender
- Oracle – Oracle Spatial/Locator
- PostgreSQL – **PostGIS** (*)
- MySQL – MySQL Spatial Extensions (*)
- Microsoft SQL Server
- Esri ArcSDE
- Informix Spatial DataBlade
- SQLite – **Spatialite** (*)
- CouchDB (*)
- MongoDB (*)
- ...

(*) ... open source

Úvod

Databázové systémy

Prostorová databáze

Geodatabáze

OpenGIS Simple Features

Datový typ Geometry

Odvozené datové typy

Vlastnosti datových typů

Forma zápisu

OpenGIS Simple Features for SQL



1 Úvod

Databázové systémy
Prostorová databáze
Geodatabáze

Úvod

Databázové systémy
Prostorová databáze
Geodatabáze

OpenGIS Simple Features

Datový typ Geometry
Odvozené datové typy
Vlastnosti datových typů
Forma zápisu
OpenGIS Simple Features for SQL

2 OpenGIS Simple Features

Datový typ Geometry
Odvozené datové typy
Vlastnosti datových typů
Forma zápisu
OpenGIS Simple Features for SQL



<http://www.opengeospatial.org>

Specifikace Open Geospatial Consortium (OGC)

- 1 **OpenGIS Simple Features Access** (ISO 19125) —
<http://www.opengeospatial.org/standards/sfa>
- 2 **OpenGIS Simple Features for SQL** —
<http://www.opengeospatial.org/standards/sfs>

→ *PostGIS jako implementace „OpenGIS Simple Features for SQL“ pro objektově-relační databázový systém PostgreSQL*

Úvod

Databázové systémy
Prostorová databáze
Geodatabáze

OpenGIS Simple Features

Datový typ Geometry
Odvozené datové typy
Vlastnosti datových typů
Forma zápisu
OpenGIS Simple Features for SQL

http://en.wikipedia.org/wiki/Open_Geospatial_Consortium



<http://www.opengeospatial.org>

Specifikace Open Geospatial Consortium (OGC)

- 1 **OpenGIS Simple Features Access** (ISO 19125) —
<http://www.opengeospatial.org/standards/sfa>
- 2 **OpenGIS Simple Features for SQL** —
<http://www.opengeospatial.org/standards/sfs>

→ *PostGIS jako implementace „OpenGIS Simple Features for SQL“ pro objektově-relační databázový systém PostgreSQL*

Úvod

Databázové systémy
Prostorová databáze
Geodatabáze

OpenGIS Simple Features

Datový typ Geometry
Odvozené datové typy
Vlastnosti datových typů
Forma zápisu
OpenGIS Simple Features for SQL

http://en.wikipedia.org/wiki/Open_Geospatial_Consortium



Třída Geometry

- **Abstraktní** rodičovská třída
- Objekty mají prostorové a neprostorové vlastnosti
- Prostorové vlastnosti jsou reprezentovány 2D geometrickými objekty

Dimenze objektů

Geometrické objekty **nulté** (bod), **první** (linie) a **druhé** (polygon) dimenze v 2D/3D/4D souřadnicovém systému

- 2D (x, y)
- 3D (x, y, z) – výška
- 3D (x, y, m) – měření
- 4D (x, y, z, m)

Úvod

Databázové systémy
Prostorová databáze
Geodatabáze

OpenGIS Simple Features

Datový typ Geometry

Odvozené datové typy
Vlastnosti datových typů
Forma zápisu
OpenGIS Simple Features for SQL



Třída Geometry

- **Abstraktní** rodičovská třída
- Objekty mají prostorové a neprostorové vlastnosti
- Prostorové vlastnosti jsou reprezentovány 2D geometrickými objekty

Dimenze objektů

Geometrické objekty **nulté** (bod), **první** (linie) a **druhé** (polygon) dimenze v 2D/3D/4D souřadnicovém systému

- 2D (x, y)
- 3D (x, y, z) – výška
- 3D (x, y, m) – měření
- 4D (x, y, z, m)

Úvod

Databázové systémy
Prostorová databáze
Geodatabáze

OpenGIS Simple Features

Datový typ Geometry

Odvozené datové typy
Vlastnosti datových typů
Forma zápisu
OpenGIS Simple Features
for SQL

Základní metody třídy Geometry

- `dimension()`, `geometryType()`, `SRID()`
- `envelope()`, `boundary()`
- `asText()`, `asBinary()`
- `isSimple()`, `isEmpty()`, `is3D()`, `isMeasured()`

Prostorové vztahy (predikátory)

- `equals()`, `disjoint()`
- `intersects()`, `touches()`, `crosses()`,
- `within()`, `contains()`, `overlaps()`, `relate()`

Prostorová analýza

- `distance()`, `buffer()`, `convexHull()`,
`intersection()`, `union()`, `difference()`

Poznámka

Metody pro prostorové analýzy či pro určení prostorových vztahů jsou omezeny pouze na 2D



Úvod

Databázové systémy
Prostorová databáze
Geodatabáze

OpenGIS Simple Features

Datový typ Geometry

Odvozené datové typy

Vlastnosti datových typů

Forma zápisu

OpenGIS Simple Features
for SQL

Základní metody třídy Geometry

- `dimension()`, `geometryType()`, `SRID()`
- `envelope()`, `boundary()`
- `asText()`, `asBinary()`
- `isSimple()`, `isEmpty()`, `is3D()`, `isMeasured()`

Prostorové vztahy (predikátory)

- `equals()`, `disjoint()`
- `intersects()`, `touches()`, `crosses()`,
- `within()`, `contains()`, `overlaps()`, `relate()`

Prostorová analýza

- `distance()`, `buffer()`, `convexHull()`,
`intersection()`, `union()`, `difference()`

Poznámka

Metody pro prostorové analýzy či pro určení prostorových vztahů jsou omezeny pouze na 2D



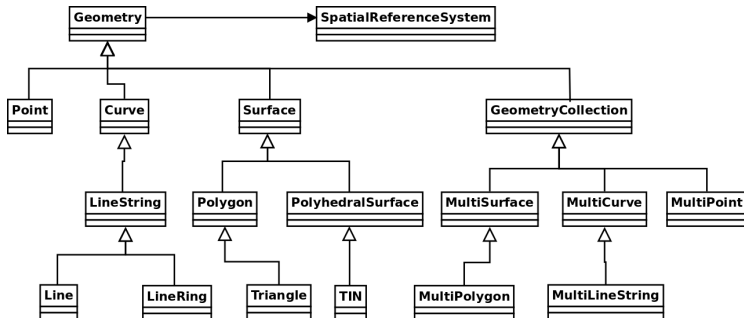
Úvod

Databázové systémy
Prostorová databáze
Geodatabáze

OpenGIS Simple Features

Datový typ Geometry

Odvozené datové typy
Vlastnosti datových typů
Forma zápisu
OpenGIS Simple Features
for SQL



Úvod

Databázové systémy
Prostorová databáze
Geodatabáze

OpenGIS Simple Features

Datový typ Geometry

Odvozené datové typy

Vlastnosti datových typů

Forma zápisu

OpenGIS Simple Features
for SQL



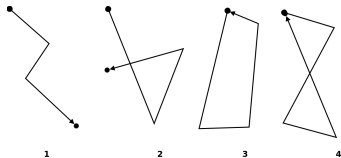
Point

Bod

Curve

Posloupnost bodů, způsob interpolace

- **LineString** – linie, lomená čára (lineární interpolace)
- **Line** – linie s dvěma body
- **LineRing** – *jednoduchá a uzavřená* linie
 - Jednoduchá křivka – sama sebe neprotíná (1) (3)
 - Uzavřená křivka – společný počáteční a koncový bod (4)



Úvod

Databázové systémy
Prostorová databáze
Geodatabáze

OpenGIS Simple Features

Datový typ Geometry

Odvozené datové typy

Vlastnosti datových typů

Forma zápisu

OpenGIS Simple Features
for SQL



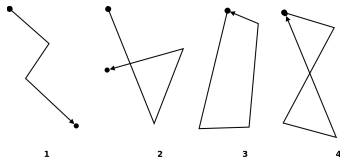
Point

Bod

Curve

Posloupnost bodů, způsob interpolace

- **LineString** – linie, lomená čára (lineární interpolace)
- **Line** – linie s dvěma body
- **LineRing** – *jednoduchá a uzavřená* linie
 - Jednoduchá křivka – sama sebe neprotíná (1) (3)
 - Uzavřená křivka – společný počáteční a koncový bod (4)



Úvod

Databázové systémy
Prostorová databáze
Geodatabáze

OpenGIS Simple Features

Datový typ Geometry

Odvozené datové typy

Vlastnosti datových typů

Forma zápisu

OpenGIS Simple Features
for SQL



Polygon

- Definován vnějšími a vnitřními (tvoří tzv. “díry”) hranicemi
- Hranice je objekt typu LineRing

Úvod

Databázové systémy
Prostorová databáze
Geodatabáze

OpenGIS Simple Features

Datový typ Geometry

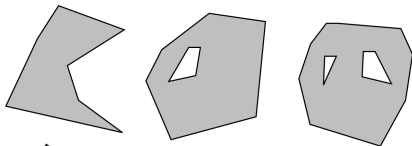
Odvozené datové typy

Vlastnosti datových typů

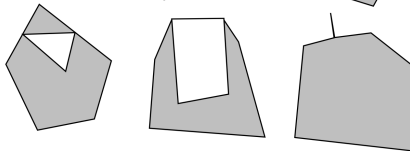
Forma zápisu

OpenGIS Simple Features
for SQL

(1) Validní



(2) Nevalidní



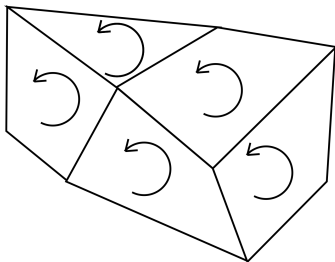


PolyhedralSurface

Množina polygonů sdílející společné hraniční linie

- TIN - Triangulated Irregular Network

Poznámka: Nekonzistentní množina polygonů je vyjádřena jako MultiSurface



Úvod

Databázové systémy
Prostorová databáze
Geodatabáze

OpenGIS Simple Features

Datový typ Geometry

Odvozené datové typy

Vlastnosti datových typů
Forma zápisu
OpenGIS Simple Features
for SQL



GeometryCollection

Multimnožina geometrických objektů různých typů
(může obsahovat i duplicitní prvky)

Poznámka

Některé metody tento datový typ nepodporují

Multi*

Množina geometrických objektů stejného typu

- **MultiPoint** – množina bodů
- **MultiLineString** – množina lomených čar
- **MultiPolygon** – množina polygonů

Úvod

Databázové systémy
Prostorová databáze
Geodatabáze

OpenGIS Simple Features

Datový typ Geometry

Odvozené datové typy

Vlastnosti datových typů

Forma zápisu

OpenGIS Simple Features
for SQL



GeometryCollection

Multimnožina geometrických objektů různých typů
(může obsahovat i duplicitní prvky)

Poznámka

Některé metody tento datový typ nepodporují

Multi*

Množina geometrických objektů stejného typu

- **MultiPoint** – množina bodů
- **MultiLineString** – množina lomených čar
- **MultiPolygon** – množina polygonů

Úvod

Databázové systémy
Prostorová databáze
Geodatabáze

OpenGIS Simple Features

Datový typ Geometry

Odvozené datové typy

Vlastnosti datových typů

Forma zápisu

OpenGIS Simple Features
for SQL



- GeometryCollection
 - NumGeometries(), GeometryN()
- Point
 - NumPoints()
- Curve
 - NumCurves()
- LineString
 - NumPoints()
 - NumSegments()
- MultiCurve
 - NumCurves()

Úvod

Databázové systémy
Prostorová databáze
Geodatabáze

OpenGIS Simple Features

Datový typ Geometry
Odvozené datové typy

Vlastnosti datových typů

Forma zápisu
OpenGIS Simple Features
for SQL



- GeometryCollection
 - NumGeometries(), GeometryN()
- Point
 - X(), Y(), Z(), M()

- Curve

- NumCurves()

- LineString

- NumPoints()

- MultiCurve

- NumCurves()

Úvod

Databázové systémy
Prostorová databáze
Geodatabáze

OpenGIS Simple Features

Datový typ Geometry
Odvozené datové typy

Vlastnosti datových typů

Forma zápisu

OpenGIS Simple Features
for SQL



Úvod

Databázové systémy
Prostorová databáze
Geodatabáze

OpenGIS Simple Features

Datový typ Geometry
Odvozené datové typy

Vlastnosti datových typů

Forma zápisu
OpenGIS Simple Features
for SQL

- **GeometryCollection**
 - `NumGeometries()`, `GeometryN()`
- **Point**
 - `X()`, `Y()`, `Z()`, `M()`
- **Curve**
 - `Length()`, `StartPoint()`, `EndPoint()`, `IsClosed()`,
`IsRing()`
- **LineString**
 - `NumPoints()`, `PointN()`
- **MultiCurve**
 - `IsClosed()`, `Length()`



Úvod

Databázové systémy
Prostorová databáze
Geodatabáze

OpenGIS Simple Features

Datový typ Geometry
Odvozené datové typy

Vlastnosti datových typů

Forma zápisu

OpenGIS Simple Features
for SQL

- Surface/MultiSurface
 - `Area()`, `Centroid()`, `PointOnSurface()`
- Polygon
 - `ExteriorRing()`, `NumInteriorRing()`,
`InteriorRingN()`
- PolyhedralSurface/TIN

OpenGIS Simple Features for SQL
Geodatabáze



Úvod

Databázové systémy
Prostorová databáze
Geodatabáze

OpenGIS Simple Features

Datový typ Geometry
Odvozené datové typy

Vlastnosti datových typů

Forma zápisu

OpenGIS Simple Features
for SQL

- **Surface/MultiSurface**
 - `Area()`, `Centroid()`, `PointOnSurface()`
- **Polygon**
 - `ExteriorRing()`, `NumInteriorRing()`,
`InteriorRingN()`
- **PolyhedralSurface/TIN**
 - `NumPatches()`, `PatchN()`, `BoundingPolygons()`,
`IsClosed()`



Well Known Text

- Značkovací jazyk
- Používá se pro
 - 1 popis geometrie objektů
 - 2 definici prostorových referenčních systémů (příklad EPSG:5514)

Příklady

```
1 POINT (6 10)
2 LINESTRING (3 4,10 50,20 25)
3 POLYGON ((1 1,5 1,5 5,1 5,1 1),(2 2, 3 2, 3 3, 2 3,2 2))
4 MULTIPOINT (3.5 5.6,4.8 10.5)
5 MULTILINESTRING ((3 4,10 50,20 25),(-5 -8,-10 -8,-15 -4))
6 MULTIPOLYGON (((1 1,5 1,5 5,1 5,1 1),(2 2, 3 2, 3 3, 2 3,2 2)),((3 3,6 2,6 4,3 3)))
7 GEOMETRYCOLLECTION (POINT(4 6), LINESTRING(4 6,7 10))
8 POINT ZM (1 1 5 60)
9 POINT M (1 1 80)
10 POINT EMPTY
11 MULTIPOLYGON EMPTY
```

Úvod

Databázové systémy
Prostorová databáze
Geodatabáze

OpenGIS Simple Features

Datový typ Geometry
Odvozené datové typy
Vlastnosti datových typů

Forma zápisu

OpenGIS Simple Features
for SQL



Well Known Binary

- Portovatelný zápis geometrie objektů
- Převod dat, výměna mezi SQL/CLI klientem, ...

Např. POINT(1 1) je reprezentován sekvencí 21 bajtů

```
010100000000000000000000F03F000000000000F03F
```

01 Pořadí bajtů

- 1 bajtový unsigned integer
- 1 pro **little-endian** (NDR), 0 pro big-endian (XDR)

01000000 Typ geometrie

- 4 bajtový unsigned integer
- Hodnoty 1 až 7 reprezentují Point, LineString, Polygon, MultiPoint, MultiLineString, MultiPolygon a GeometryCollection

POINT - Souřadnice bodu jsou uloženy jako double-precision

Úvod

Databázové systémy
Prostorová databáze
Geodatabáze

OpenGIS Simple Features

Datový typ Geometry
Odvozené datové typy
Vlastnosti datových typů

Forma zápisu

OpenGIS Simple Features
for SQL



Well Known Binary

- Portovatelný zápis geometrie objektů
- Převod dat, výměna mezi SQL/CLI klientem, . . .

- LINESTRING
 - Počet bodů (4 bajtový unsigned integer)
 - Pole bodů
- POLYGON
 - Počet (včetně vnitřních) ringů (4 bajtový unsigned integer)
 - Pole linií (první je externí ring)
- Kolekce prvků
 - Počet prvků (4 bajtový unsigned integer)
 - Pole bodů, linií, polygonů a pod.

Úvod

Databázové systémy
Prostorová databáze
Geodatabáze

OpenGIS Simple Features

Datový typ Geometry
Odvozené datové typy
Vlastnosti datových typů

Forma zápisu

OpenGIS Simple Features
for SQL



Well Known Binary

- Portovatelný zápis geometrie objektů
- Převod dat, výměna mezi SQL/CLI klientem, ...

Např. `LINESTRING(1 1, 2 2)` je reprezentován sekvencí 41 bajtů

```
01020000000200000000000000000000F03F000000000000F03F
000000000000000400000000000000040
```

01	Pořadí bajtů – little-endian
02000000	Typ geometrie – LINESTRING
02000000	Počet bodů – 2
000000000000F03F	Souřadnice X prvního bodu
000000000000F03F	Souřadnice Y prvního bodu
0000000000000040	Souřadnice X druhého bodu
0000000000000040	Souřadnice Y druhého bodu

Úvod

Databázové systémy
Prostorová databáze
Geodatabáze

OpenGIS Simple Features

Datový typ Geometry
Odvozené datové typy
Vlastnosti datových typů

Forma zápisu

OpenGIS Simple Features
for SQL

OpenGIS Simple Features for SQL

- Podpora pro ukládání, získávání, dotazování a aktualizaci geoprvků přes rozhraní SQL/CLI (Call Level Interface)
- V tabulce („feature table“) může být uložena pouze množina prvků stejného geometrického typu
- Geoprvek je reprezentován záznamem v tabulce (ve sloupcích jsou uloženy jeho prostorové a popisné vlastnosti)



Úvod

Databázové systémy
Prostorová databáze
Geodatabáze

OpenGIS Simple Features

Datový typ Geometry
Odvozené datové typy
Vlastnosti datových typů
Forma zápisu

OpenGIS Simple Features
for SQL

Tabulky dle specifikace OpenGIS Simple Features for SQL

- `GEOMETRY_COLUMNS` – seznam dostupných tabulek s geoprvky
- `SPATIAL_REF_SYS` – definice souřadnicových systémů
- „Feature table“ – množina geoprvků jako záznamy v tabulce
- „Geometry table“ – geometrie prvků uložena jako standardní numerická či binární data

OpenGIS Simple Features for SQL

- Podpora pro ukládání, získávání, dotazování a aktualizaci geoprvků přes rozhraní SQL/CLI (Call Level Interface)
- V tabulce („feature table“) může být uložena pouze množina prvků stejného geometrického typu
- Geoprvek je reprezentován záznamem v tabulce (ve sloupcích jsou uloženy jeho prostorové a popisné vlastnosti)



Úvod

Databázové systémy
Prostorová databáze
Geodatabáze

OpenGIS Simple Features

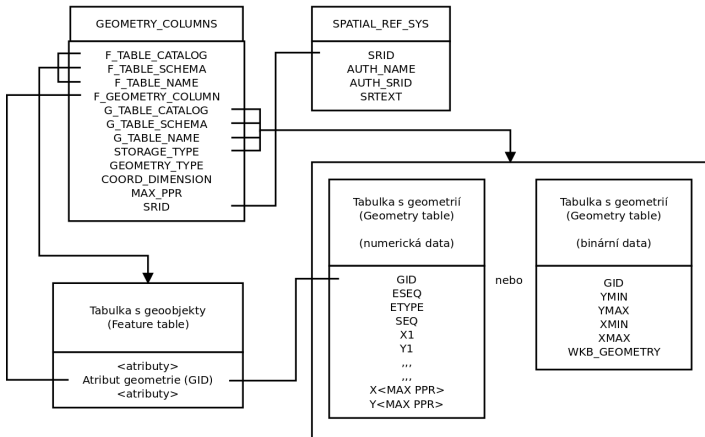
Datový typ Geometry
Odvozené datové typy
Vlastnosti datových typů
Forma zápisu

OpenGIS Simple Features
for SQL

Tabulky dle specifikace OpenGIS Simple Features for SQL

- `GEOMETRY_COLUMNS` – seznam dostupných tabulek s geoprvky
- `SPATIAL_REF_SYS` – definice souřadnicových systémů
- „Feature table“ – množina geoprvků jako záznamy v tabulce
- „Geometry table“ – geometrie prvků uložena jako standardní numerická či binární data

SQL schéma Simple Features



Úvod

Databázové systémy
Prostorová databáze
Geodatabáze

OpenGIS Simple Features

Datový typ Geometry
Odvozené datové typy
Vlastnosti datových typů
Forma zápisu

OpenGIS Simple Features
for SQL