



Přednáška 2

Jednoduché prvky

OGC Simple Features

155UZPR Úvod do zpracování prostorových dat, zimní semestr 2023-2024

Úvod

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

<https://geo.fsv.cvut.cz/gwiki/155UZPR>



Úvod

Simple Features

Datový typ Geometry

Odvozené datové typy

Vlastnosti datových typů

Forma zápisu

OpenGIS Simple Features
for SQL

Copyright © 2009-2023 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

2 Simple Features

Datový typ Geometry

Odvozené datové typy

Vlastnosti datových typů

Forma zápisu

OpenGIS Simple Features for SQL

Simple Features

Datový typ Geometry

Odvozené datové typy

Vlastnosti datových typů

Forma zápisu

OpenGIS Simple Features
for SQL



1 Úvod

2 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 je implementace „OpenGIS Simple Features for SQL“ pro objektově-relační databázový systém PostgreSQL*

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

Úvod

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

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

Úvod

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

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

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 (predikáty)

- `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

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 (predikáty)

- `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

Simple Features

Datový typ Geometry

Odvozené datové typy

Vlastnosti datových typů

Forma zápisu

OpenGIS Simple Features
for SQL



Úvod

Simple Features

Datový typ Geometry

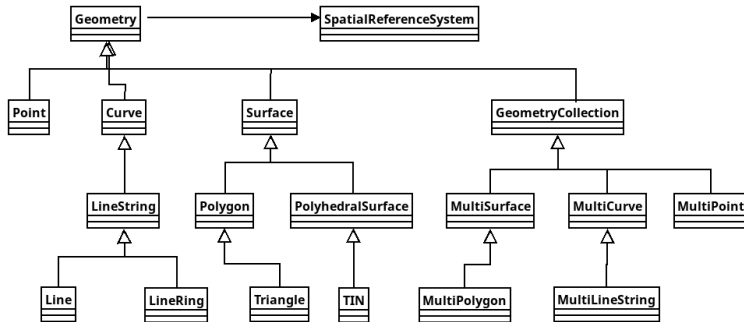
Odvozené datové typy

Vlastnosti datových typů

Forma zápisu

OpenGIS Simple Features

for SQL





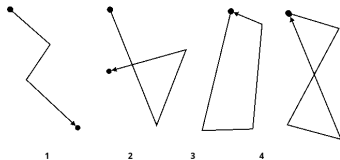
Point

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

Simple Features

Datový typ Geometry

Odvozené datové typy

Vlastnosti datových typů

Forma zápisu

OpenGIS Simple Features
for SQL



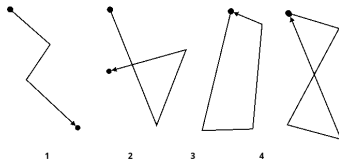
Point

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

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

Simple Features

Datový typ Geometry

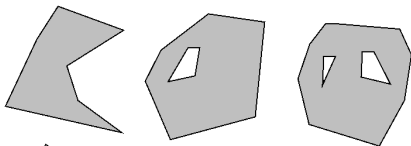
Odvozené datové typy

Vlastnosti datových typů

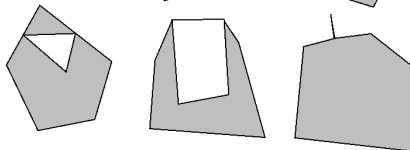
Forma zápisu

OpenGIS Simple Features
for SQL

(1) Validní



(2) Nevalidní



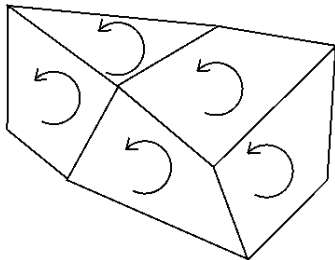


PolyhedralSurface

Množina polygonů sdílející společné hraniční linie

- TIN - Triangulated Irregular Network

Poznámka: Nekonzistentní množina polygonů je vyjádřena jako MultiSurface



Úvod

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

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

Simple Features

Datový typ Geometry

Odvozené datové typy

Vlastnosti datových typů

Forma zápisu

OpenGIS Simple Features
for SQL



- GeometryCollection

- NumGeometries(), GeometryN()

- Point

- Curve

- LineString

- MultiCurve



Úvod

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

- LineString (Simple LineString, Compound LineString)

- Polygon

- LineString

- MultiLineString (Compound LineString)

- MultiCurve

- MultiLineString (Compound LineString)



Úvod

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**
 - `Lenght()`, `StartPoint()`, `EndPoint()`, `IsClosed()`,
`IsRing()`
- **LineString**
 - `NumPoints()`, `PointN()`
- **MultiCurve**
 - `IsClosed()`, `Length()`



Úvod

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
Specification, Version 1.2.1, 2007



Úvod

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)

Úvod

Simple Features

Datový typ Geometry

Odvozené datové typy

Vlastnosti datových typů

Forma zápisu

OpenGIS Simple Features for SQL

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
```



Well Known Binary

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

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

```
010100000000000000000000F03F00000000000000F03F
```

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

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

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
0000000000000004000000000000000040
```

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

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

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

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

Simple Features

- Datový typ Geometry
- Odvozené datové typy
- Vlastnosti datových typů
- Forma zápisu

OpenGIS Simple Features for SQL

