



Přednáška 3

PostGIS

Úvod do geodatabáze PostGIS

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

Úvod

Podpůrné knihovny

Architektura

Historie, podpora

Open Simple Features for SQL

Geometrické objekty

Formy zápisu

Konstruktory

Prostorový index

Optimalizace

Prostorové operátory

Martin Landa

`martin.landa@fsv.cvut.cz`

Fakulta stavební ČVUT v Praze
Katedra geomatiky

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



Úvod

Podpůrné knihovny

Architektura

Historie, podpora

Open Simple Features for SQL

Geometrické objekty

Formy zápisu

Konstruktory

Prostorový index

Optimalizace

Prostorové operátory

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

Podpůrné knihovny
Architektura
Historie, podpora

Úvod

Podpůrné knihovny
Architektura
Historie, podpora

Open Simple Features
for SQL

2 Open Simple Features for SQL

Geometrické objekty

Formy zápisu
Konstruktory

3 Geometrické objekty

Formy zápisu
Konstruktory

Prostorový index

Optimalizace

4 Prostorový index

Optimalizace

Prostorové operátory

5 Prostorové operátory



<http://www.postgis.net>



Úvod

Podpůrné knihovny
Architektura
Historie, podpora

Open Simple Features
for SQL

Geometrické objekty
Formy zápisu
Konstruktory

Prostorový index
Optimalizace

Prostorové operátory

PostGIS

- Původně vyvíjen firmou **Refractions Research Inc.**
- Později jako komunitní open source projekt pod hlavičkou **OSGeo**
- Programovací jazyk C & **PL/pgSQL**, licence **GNU GPL**
- Rozšíření pro objektově-relační databázový systém **PostgreSQL** umožňující uložení a správu prostorových/geografických objektů
- Nástroje pro analýzu, zpracování a správu geografických dat

<http://freegis.fsv.cvut.cz/gwiki/PostGIS>



PostGIS rozšiřuje PostgreSQL

- 1 Vedle standardních datových typů jako je např. `integer`, `varchar` či `date` definuje **datový typ** „geometrie“ (`Geometry`) a další odvozené datové typy jako je např. „bod“ (`Point`), „lomená čára“ (`LineString`), „polygon“ (`Polygon`) a pod.
- 2 Implementuje **funkce** operující nad datovým typem „geometrie“, např. určení vzdálenosti, délka lomené čáry či výměra plochy.
- 3 Implementuje **indexování** geografických dat urychlující *prostorové dotazy*, např. „najdi všechny body uvnitř daného polygonu“.

Úvod

Podpůrné knihovny
Architektura
Historie, podpora

[Open Simple Features for SQL](#)

[Geometrické objekty](#)

Formy zápisu
Konstruktory

[Prostorový index](#)

Optimalizace

[Prostorové operátory](#)

viz specifikace OGC Simple Features — [první přednáška](#)



PostGIS rozšiřuje PostgreSQL

- 1 Vedle standardních datových typů jako je např. `integer`, `varchar` či `date` definuje **datový typ** „geometrie“ (`Geometry`) a další odvozené datové typy jako je např. „bod“ (`Point`), „lomená čára“ (`LineString`), „polygon“ (`Polygon`) a pod.
- 2 Implementuje **funkce** operující nad datovým typem „geometrie“, např. určení vzdálenosti, délka lomené čáry či výměra plochy.
- 3 Implementuje **indexování** geografických dat urychlující *prostorové dotazy*, např. „najdi všechny body uvnitř daného polygonu“.

Úvod

Podpůrné knihovny
Architektura
Historie, podpora

Open Simple Features for SQL

Geometrické objekty
Formy zápisu
Konstruktory

Prostorový index
Optimalizace

Prostorové operátory

viz specifikace OGC Simple Features — první přednáška



PostGIS rozšiřuje PostgreSQL

- 1 Vedle standardních datových typů jako je např. `integer`, `varchar` či `date` definuje **datový typ** „geometrie“ (`Geometry`) a další odvozené datové typy jako je např. „bod“ (`Point`), „lomená čára“ (`LineString`), „polygon“ (`Polygon`) a pod.
- 2 Implementuje **funkce** operující nad datovým typem „geometrie“, např. určení vzdálenosti, délka lomené čáry či výměra plochy.
- 3 Implementuje **indexování** geografických dat urychlující *prostorové dotazy*, např. „najdi všechny body uvnitř daného polygonu“.

Úvod

Podpůrné knihovny
Architektura
Historie, podpora

[Open Simple Features for SQL](#)

[Geometrické objekty](#)

Formy zápisu
Konstruktory

[Prostorový index](#)

Optimalizace

[Prostorové operátory](#)

viz specifikace OGC Simple Features — [první přednáška](#)



<https://proj4.org>



Úvod

Podpůrné knihovny

Architektura

Historie, podpora

Open Simple Features
for SQL

Geometrické objekty

Formy zápisu

Konstruktory

Prostorový index

Optimalizace

Prostorové operátory

PROJ.4

- Knihovna pro práci s kartografickými zobrazeními (podporováno více než 120)
- Transformace mezi různými souřadnicovými systémy
- Vznik na počátku 90-tých let Geraldem Evendenem pod záštitou **USGS**, posléze vývoj převzat Frankem Warmerdamem a **OSGeo**
- Programovací jazyk C
- Do verze 4.3 jako “public domain”, posléze pod **X/MIT** licencí
- Knihovna používána v softwarech jako je **GRASS GIS**, **MapServer**, **PostGIS** či knihovna **GDAL**



GEOS Geometry
Engine
Open
Source

<http://trac.osgeo.org/geos>

Geometry Engine, Open Source

- C++ port knihovny **Java Topology Suite**
- Implementuje specifikaci **OpenGIS Simple Features**
- Knihovna používána v dalších projektech jako je knihovna **GDAL**, geodatabáze **PostGIS** či desktopový **GRASS GIS**
- Funkce pro určení prostorových vztahů
 - `touches()`, `contains()`, `within()` atd.
- Funkce pro prostorové analýzy
 - `buffer()`, `convexHull()`, `union()`, `difference()`, atd.

Úvod

Podpůrné knihovny

Architektura

Historie, podpora

Open Simple Features for SQL

Geometrické objekty

Formy zápisu

Konstruktory

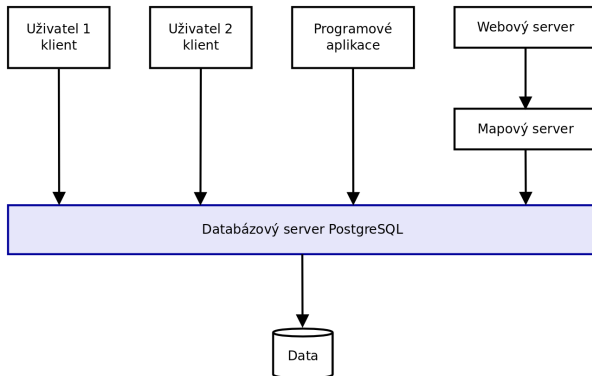
Prostorový index

Optimalizace

Prostorové operátory

Architektura server-klient

PostGIS



Úvod

Podpůrné knihovny

Architektura

Historie, podpora

Open Simple Features
for SQL

Geometrické objekty

Formy zápisu

Konstruktory

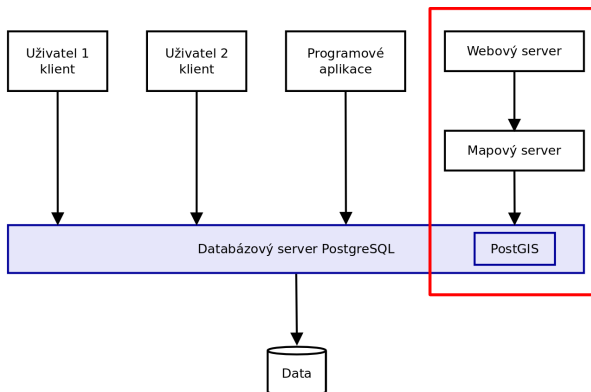
Prostorový index

Optimalizace

Prostorové operátory

Architektura server-klient

PostGIS



Úvod

Podpůrné knihovny

Architektura

Historie, podpora

Open Simple Features
for SQL

Geometrické objekty

Formy zápisu

Konstruktory

Prostorový index

Optimalizace

Prostorové operátory

Historie projektu PostGIS

- 2001 První stabilní verze (0.1), podpora pro MapServer (0.5)
- 2002 Prostorové indexování dat, podpora pro kartografická zobrazení (0.7)
- 2003 Podpora pro knihovnu **GEOS** (0.8)
- 2004 OpenGIS Simple Features, Lightweight geometry (0.9)
- 2005 Verze 1.0
- 2006 Verze 1.1, vylepšení výkonu
- 2007 Podpora **SQL/MM**, křivky (1.2), prefix **ST_** (1.3)
- 2008 Verze 1.4
- 2009 **Prepared geometry** (GEOS 3.1)
- 2010 Verze 1.5
- 2011 Začlenění nadstavby Raster a Topology do oficiální distribuce
- 2012 Verze 2.0, podpora pro rastrová a vektorová data v topologickém formátu



Úvod

Podpůrné knihovny
Architektura

Historie, podpora

Open Simple Features
for SQL

Geometrické objekty

Formy zápisu
Konstruktory

Prostorový index

Optimalizace

Prostorové operátory

Podpora PostGIS v ostatních projektech



- MapServer, <http://mapserver.org>
- GeoTools
 - GeoServer, <http://geoserver.org>
 - UDig, <http://udig.refractory.net>
- FDO
 - MapGuide, <http://mapguide.osgeo.org>
 - Autodesk Map 3D, <http://www.autodesk.com>
- JUMP
 - OpenJUMP, <http://openjump.org>
 - Kosmo, <http://www.opengis.es>
- GDAL, <http://gdal.org>
 - QGIS, <http://qgis.org>
 - GRASS GIS, <http://grass.osgeo.org>
- FME
 - ArcGIS Data Interoperability Extension,
<http://www.esri.com/datainteroperability>
 - zigGIS, <https://code.google.com/p/ziggis/>
- ESRI ArcGIS 9.3+,
<http://www.esri.com/software/arcgis>
- ...

Úvod

Podpurné knihovny
Architektura

Historie, podpora

Open Simple Features
for SQL

Geometrické objekty

Formy zápisu
Konstruktory

Prostorový index
Optimalizace

Prostorové operátory

Obsah přednášky

1 Úvod

Podpůrné knihovny
Architektura
Historie, podpora

2 Open Simple Features for SQL

3 Geometrické objekty

Formy zápisu
Konstruktory

4 Prostorový index

Optimalizace

5 Prostorové operátory

PostGIS



Úvod

Podpůrné knihovny
Architektura
Historie, podpora

Open Simple Features
for SQL

Geometrické objekty

Formy zápisu
Konstruktory

Prostorový index

Optimalizace

Prostorové operátory



„OGC Simple Features for SQL“ definuje

- 1 Typy geoprvků
- 2 Funkce pro analýzu a manipulaci s geoprvký
- 3 Metadatové tabulky
 - 1 `SPATIAL_REF_SYS`
 - 2 `GEOMETRY_COLUMNS`

Tabulka `SPATIAL_REF_SYS`

- `srid` – jednoznačný identifikátor SRS (Spatial Reference System)
- `auth_name` – název organizace (např. "EPSG")
- `auth_srid` – identifikátor v rámci uvedené organizace (např. kód EPSG)
- `srttext` – definice SRS ve formě Well-Known Text (viz OGC Coordinate Transformation Services Implementation Specification)
- `proj4text` – definice SRS v zápisu pro knihovnu PROJ.4

Úvod

Podpůrné knihovny
Architektura
Historie, podpora

Open Simple Features for SQL

Geometrické objekty

Formy zápisu
Konstruktory

Prostorový index

Optimalizace

Prostorové operátory



„OGC Simple Features for SQL“ definuje

- 1 Typy geoprvků
- 2 Funkce pro analýzu a manipulaci s geoprvký
- 3 Metadatové tabulky
 - 1 `SPATIAL_REF_SYS`
 - 2 `GEOMETRY_COLUMNS`

Tabulka `SPATIAL_REF_SYS`

- `srid` – jednoznačný identifikátor SRS (Spatial Reference System)
- `auth_name` – název organizace (např. “EPSG”)
- `auth_srid` – identifikátor v rámci uvedené organizace (např. kód EPSG)
- `srtext` – definice SRS ve formě Well-Known Text (viz [OGC Coordinate Transformation Services Implementation Specification](#))
- `proj4text` – definice SRS v zápisu pro knihovnu PROJ.4

Úvod

Podpůrné knihovny
Architektura
Historie, podpora

Open Simple Features for SQL

Geometrické objekty

Formy zápisu
Konstruktory

Prostorový index

Optimalizace

Prostorové operátory



Definice:

Column	Type	Modifiers
srid	integer	not null
auth_name	character varying(256)	
auth_srid	integer	
srttext	character varying(2048)	
proj4text	character varying(2048)	

Příklad: (EPSG 4326)

```
1 srid | 4326
2 auth_name | EPSG
3 auth_srid | 4326
4 srttext | GEOGCS["WGS 84",DATUM["WGS_1984",
5 SPHEROID["WGS 84",6378137,298.257223563,
6 AUTHORITY["EPSG","7030"]],TOWGS84[0,0,0,0,0,0],
7 AUTHORITY["EPSG","6326"]],PRIMEM["Greenwich",0,
8 AUTHORITY["EPSG","8901"]],
9 UNIT["degree",0.01745329251994328,
10 AUTHORITY["EPSG","9122"]],AUTHORITY["EPSG","4326"]]
11 proj4text | +proj=longlat +ellps=WGS84 +datum=WGS84 +no_defs
```

Úvod

Podpůrné knihovny

Architektura

Historie, podpora

Open Simple Features
for SQL

Geometrické objekty

Formy zápisu

Konstruktory

Prostorový index

Optimalizace

Prostorové operátory



„OGC Simple Features for SQL“ definuje

- 1 Typy geoprostorových objektů
- 2 Funkce pro manipulaci s objekty
- 3 Metadatové tabulky
 - 1 SPATIAL_REF_SYS
 - 2 GEOMETRY_COLUMNS

Úvod

Podpůrné knihovny
Architektura
Historie, podpora

Open Simple Features for SQL

Geometrické objekty

Formy zápisu
Konstruktory

Prostorový index

Optimalizace

Prostorové operátory

Tabulka GEOMETRY_COLUMNS

- `f.table_catalog`, `f.table_schema`, `f.table_name` – název katalogu (název databáze, pojem převzat z Oracle), databázového schématu a tabulky
- `f.geometry_column` – název sloupce s geometrií
- `coord_dimension` – dimenze souřadnic (2D, 3D, 4D)
- `srid` – identifikátor SRS pro danou tabulku (cizí klíč tabulky `SPATIAL_REF_SYS`)
- `type` – typ geoprisku (bod, lomená čára, polygon, ...)



„OGC Simple Features for SQL“ definuje

- 1 Typy geoprostorových objektů
- 2 Funkce pro manipulaci s objekty
- 3 Metadatové tabulky
 - 1 SPATIAL_REF_SYS
 - 2 GEOMETRY_COLUMNS

Tabulka GEOMETRY_COLUMNS

- `f_table_catalog`, `f_table_schema`, `f_table_name` – název katalogu (název databáze, pojem převzat z Oracle), databázového schématu a tabulky
- `f_geometry_column` – název sloupce s geometrií
- `coord_dimension` – dimenze souřadnic (2D, 3D, 4D)
- `srid` – identifikátor SRS pro danou tabulku (cizí klíč tabulky `SPATIAL_REF_SYS`)
- `type` – typ geoprisku (bod, lomená čára, polygon, ...)

Úvod

Podpůrné knihovny

Architektura

Historie, podpora

Open Simple Features for SQL

Geometrické objekty

Formy zápisu

Konstruktory

Prostorový index

Optimalizace

Prostorové operátory



Definice:

Column	Type	Modifiers
f_table_catalog	character varying(256)	not null
f_table_schema	character varying(256)	not null
f_table_name	character varying(256)	not null
f_geometry_column	character varying(256)	not null
coord_dimension	integer	not null
srid	integer	not null
type	character varying(30)	not null

Příklad:

```
1 f_table_catalog | pgis_student
2 f_table_schema | ruian
3 f_table_name   | obce
4 f_geometry_column | geom
5 coord_dimension | 2
6 srid           | 5514
7 type           | MULTIPOLYGON
```

Poznámka: Od verze PostGIS 2.0 je definován GEOMETRY_COLUMNS jako pohled

Úvod

Podpůrné knihovny
Architektura
Historie, podpora

Open Simple Features for SQL

Geometrické objekty

Formy zápisu
Konstruktory

Prostorový index

Optimalizace

Prostorové operátory

Obsah přednášky

1 Úvod

Podpůrné knihovny
Architektura
Historie, podpora

2 Open Simple Features for SQL

3 Geometrické objekty

Formy zápisu
Konstruktory

4 Prostorový index

Optimalizace

5 Prostorové operátory

PostGIS



Úvod

Podpůrné knihovny
Architektura
Historie, podpora

Open Simple Features for SQL

Geometrické objekty

Formy zápisu
Konstruktory

Prostorový index

Optimalizace

Prostorové operátory



OGC Simple Features

- Od verze 0.9 PostGIS podporuje všechny prvky a objekty definované specifikací **OpenGIS Simple Features for SQL**
 - POINT, MULTIPOINT
 - LINE, MULTILINE
 - POLYGON, MULTIPOLYGON
 - GEOMETRYCOLLECTIONS
- PostGIS umožňuje uložení 3D/4D geoprvků
 - 3DZ (výška), 3DM (měření)
 - 4D (ZM)

Úvod

Podpůrné knihovny
Architektura
Historie, podpora

Open Simple Features for SQL

Geometrické objekty

Formy zápisu
Konstruktory

Prostorový index

Optimalizace

Prostorové operátory

Rozšíření



OGC Simple Features

- Od verze 0.9 PostGIS podporuje všechny prvky a objekty definované specifikací **OpenGIS Simple Features for SQL**
 - POINT, MULTIPOINT
 - LINE, MULTILINE
 - POLYGON, MULTIPOLYGON
 - GEOMETRYCOLLECTIONS
- PostGIS umožňuje uložení 3D/4D geoprvků
 - 3DZ (výška), 3DM (měření)
 - 4D (ZM)

Úvod

Podpůrné knihovny
Architektura
Historie, podpora

Open Simple Features for SQL

Geometrické objekty

Formy zápisu
Konstruktory

Prostorový index

Optimalizace

Prostorové operátory

Rozšíření



OGC Simple Features

- Od verze 0.9 PostGIS podporuje všechny prvky a objekty definované specifikací **OpenGIS Simple Features for SQL**
 - POINT, MULTIPOINT
 - LINE, MULTILINE
 - POLYGON, MULTIPOLYGON
 - GEOMETRYCOLLECTIONS
- PostGIS umožňuje uložení 3D/4D geoprvků
 - 3DZ (výška), 3DM (měření)
 - 4D (ZM)

Úvod

Podpůrné knihovny
Architektura
Historie, podpora

Open Simple Features for SQL

Geometrické objekty

Formy zápisu
Konstruktory

Prostorový index

Optimalizace

Prostorové operátory

Rozšíření

- 1 **SQL-MM** (interpolované křivky)
 - CIRCULARSTRING
 - COMPOUNDCURVE
 - CURVEPOLYGON
 - MULTICURVE, MULTISURFACE



Definice

- Typu objektu (bod, lomená čára, ...)
- Souřadnice lomových bodů objektu

Rozhraní

- 1 OGC Well-Known Text (WKT)
- 2 OGC Well-Known Binary (WKB)

Konstruktory:

- Geometrie
 - `ST_GeomFromWKB(bytea, SRID) → geometrie`
 - `ST_GeomFromText(text, SRID) → geometrie`
- WKT/WKB
 - `ST_AsBinary(geometrie) → WKB`
 - `ST_AsText(geometrie) → WKT`

Úvod

Podpůrné knihovny
Architektura
Historie, podpora

Open Simple Features for SQL

Geometrické objekty

Formy zápisu
Konstruktory

Prostorový index
Optimalizace

Prostorové operátory



Definice

- Typu objektu (bod, lomená čára, ...)
- Souřadnice lomových bodů objektu

Rozhraní

- 1 OGC Well-Known Text (WKT)
- 2 OGC Well-Known Binary (WKB)

Konstruktory:

- Geometrie
 - `ST_GeomFromWKB(bytea, SRID)` → geometrie
 - `ST_GeomFromText(text, SRID)` → geometrie
- WKT/WKB
 - `ST_AsBinary(geometrie)` → WKB
 - `ST_AsText(geometrie)` → WKT

Úvod

Podpůrné knihovny
Architektura
Historie, podpora

Open Simple Features for SQL

Geometrické objekty

Formy zápisu
Konstruktory

Prostorový index
Optimalizace

Prostorové operátory



Definice

- Rozšíření pro 3D/4D objekty (3DZ, 3DM, 4D)
- Vestavěná informace o referenčním souřadnicovém systému

Rozhraní

- 1 Extended Well-Known Text (EWKT)
- 2 Extended Well-Known Binary (EWKB)

Konstruktory:

- Geometrie
 - ST_GeomFromEWKB(bytea) → geometrie
 - ST_GeomFromEWKT(text) → geometrie
- EWKT/EWKB
 - ST_AsEWKB(geometry) → EWKB
 - ST_AsEWKT(geometry) → EWKT

Úvod

Podpůrné knihovny
Architektura
Historie, podpora

Open Simple Features for SQL

Geometrické objekty

Formy zápisu

Konstruktory

Prostorový index

Optimalizace

Prostorové operátory



Definice

- Rozšíření pro 3D/4D objekty (3DZ, 3DM, 4D)
- Vestavěná informace o referenčním souřadnicovém systému

Rozhraní

- 1 Extended Well-Known Text (EWKT)
- 2 Extended Well-Known Binary (EWKB)

Konstruktory:

- Geometrie
 - ST_GeomFromEWKB(bytea) → geometrie
 - ST_GeomFromEWKT(text) → geometrie
- EWKT/EWKB
 - ST_AsEWKB(geometry) → EWKB
 - ST_AsEWKT(geometry) → EWKT

Úvod

Podpůrné knihovny
Architektura
Historie, podpora

Open Simple Features for SQL

Geometrické objekty

Formy zápisu
Konstruktory

Prostorový index
Optimalizace

Prostorové operátory



- `ST_GeomFromWKB (bytea, SRID)`
- `ST_GeomFromText (text, SRID)`
- `ST_MakePoint ()`
- `ST_MakeLine ()`
- `ST_MakePolygon ()`
- `ST_MakeBox2D ()`
- `ST_MakeBox3D ()`
- `ST_LineFromMultiPoint ()`
- `ST_Polygon ()`
- `ST_Boundary ()`
- `ST_BuildArea ()`
- ...

Úvod

Podpůrné knihovny
Architektura
Historie, podpora

Open Simple Features for SQL

Geometrické objekty

Formy zápisu

Konstruktory

Prostorový index

Optimalizace

Prostorové operátory

http://postgis.net/docs/manual-2.4/reference.html#Geometry_Constructors



1 Bod bez udání souřadnicového systému (různé způsoby, stejný výsledek)

```
SELECT ST_GeomFromText('POINT(-686651 -1058147)');
SELECT 'POINT(-686651 -1058147)::geometry;
SELECT ST_Point(-686651, -1058147);
```

2 Bod v systému S-JTSK EPSG:5514 (různé způsoby, stejný výsledek)

```
SELECT ST_GeomFromText('POINT(-686651 -1058147)',
                        5514);
SELECT ST_GeomFromEWKT('SRID=5514;
                        POINT(-686651 -1058147)');
SELECT 'SRID=5514;POINT(-686651 -1058147)::geometry;
SELECT ST_SetSRID(ST_Point(-686651, -1058147),
                  5514);
```

3 Vytvoření lomené čáry z bodových dat (GPS waypoints)

```
SELECT ST_MakeLine(gps_points.geom) FROM
  (SELECT geom FROM waypoints ORDER BY name)
AS gps_points;
```

Úvod

Podpůrné knihovny
Architektura
Historie, podpora

Open Simple Features for SQL

Geometrické objekty

Formy zápisu

Konstruktory

Prostorový index

Optimalizace

Prostorové operátory

Obsah přednášky

1 Úvod

Podpůrné knihovny
Architektura
Historie, podpora

2 Open Simple Features for SQL

3 Geometrické objekty

Formy zápisu
Konstruktory

4 Prostorový index

Optimalizace

5 Prostorové operátory

PostGIS



Úvod

Podpůrné knihovny
Architektura
Historie, podpora

Open Simple Features for SQL

Geometrické objekty

Formy zápisu
Konstruktory

Prostorový index

Optimalizace

Prostorové operátory



PostgreSQL podporuje

- **B-Tree** – indexování dat podle jedné osy
→ nepoužitelné pro prostorová data
- **R-Tree** – vhodné pro indexování multidimenzionálních dat,
jednotkou *minimální ohraničující obdélník*
- **GiST** (Generalized Search Tree)

PostGIS

- PostGIS od verze 0.6 používá GiST (schéma
"R-tree-over-GiST")

Úvod

Podpůrné knihovny

Architektura

Historie, podpora

Open Simple Features for SQL

Geometrické objekty

Formy zápisu

Konstruktory

Prostorový index

Optimalizace

Prostorové operátory



PostgreSQL podporuje

- **B-Tree** – indexování dat podle jedné osy
→ nepoužitelné pro prostorová data
- **R-Tree** – vhodné pro indexování multidimenzionálních dat,
jednotkou *minimální ohraničující obdélník*
- **GiST** (Generalized Search Tree)

PostGIS

- PostGIS od verze 0.6 používá GiST (schéma
“R-tree-over-GiST”)

Úvod

Podpůrné knihovny

Architektura

Historie, podpora

Open Simple Features for SQL

Geometrické objekty

Formy zápisu

Konstruktory

Prostorový index

Optimalizace

Prostorové operátory



```
CREATE INDEX ON <tabulka> USING GIST (<geometrie>);
```

- Prostorový index je použit pouze pro porovnání minimálních ohraničujících obdélníků geoprvků

→ Proto se uplatňuje **dvojitý prostorový dotaz**:

Úvod

Podpůrné knihovny

Architektura

Historie, podpora

Open Simple Features
for SQL

Geometrické objekty

Formy zápisu

Konstruktory

Prostorový index

Optimalizace

Prostorové operátory

Příklad:

```
SELECT COUNT(DISTINCT obce.kod) FROM ruian.obce AS obce  
JOIN zeleznice AS zelez ON  
ST_Intersects(zelez.geom, obce.geom);
```



```
CREATE INDEX ON <tabulka> USING GIST (<geometrie>);
```

- Prostorový index je použit pouze pro porovnání minimálních ohraničujících obdélníků geoprvků
- Proto se uplatňuje **dvojitý prostorový dotaz**:
- 1 V první fázi se vyhledají všechny objekty na základě jejich minimálního ohraničujícího obdélníku (MMO) – viz operátor překrytí “&&”
Poznámka: Funkce jako `ST_Intersect()` či `ST_Contains()` tento operátor používají automaticky, narozdíl od `_ST_Intersect()` či `_ST_Contains()`, které index nepoužívají
 - 2 V druhé fázi se provede přesnější dotazování pouze na podmnožině objektů vybraných v první fázi

Příklad:

```
SELECT COUNT(DISTINCT obce.kod) FROM ruian.obce AS obce  
JOIN zeleznice AS zelez ON  
ST_Intersects(zelez.geom, obce.geom);
```

Úvod

Podpůrné knihovny
Architektura
Historie, podpora

Open Simple Features for SQL

Geometrické objekty

Formy zápisu
Konstruktory

Prostorový index

Optimalizace

Prostorové operátory



```
SELECT COUNT(DISTINCT obce.kod) FROM ruain.obce AS obce
JOIN zeleznice AS zelez ON
ST_Intersects(zelez.geom, obce.geom);
```

1 S využitím prostorového indexu (ST_Intersects)

```
1  Aggregate  (cost=5446.36..5446.37 rows=1 width=8)
2    -> Nested Loop  (cost=0.00..5434.30 rows=4822 width=8)
3        Join Filter: _st_intersects("outer".geom, "inner".geom)
4        -> Seq Scan on zelez  (cost=0.00..76.89 rows=889 width=546)
5        -> Index Scan using obce_geom_gist on obce  (cost=0.00..6.01
6            rows=1 width=636)
7            Index Cond: ("outer".geom && obce.geom)
```

→ **4,032s**

2 Bez využití prostorového indexu (_ST_Intersects)

```
1  Aggregate  (cost=133012.73..133012.74 rows=1 width=8)
2    -> Nested Loop  (cost=77.78..128300.29 rows=1884976 width=8)
3        Join Filter: _st_intersects("inner".geom, "outer".geom)
4        -> Seq Scan on obce  (cost=0.00..986.61 rows=6361 width=636)
5        -> Materialize  (cost=77.78..86.67 rows=889 width=546)
6            -> Seq Scan on zelez  (cost=0.00..76.89 rows=889 width=546)
```

→ **20,114s**

Úvod

Podpůrné knihovny
Architektura
Historie, podpora

Open Simple Features
for SQL

Geometrické objekty

Formy zápisu
Konstruktory

Prostorový index

Optimalizace

Prostorové operátory

Obsah přednášky

1 Úvod

Podpůrné knihovny
Architektura
Historie, podpora

2 Open Simple Features for SQL

3 Geometrické objekty

Formy zápisu
Konstruktory

4 Prostorový index

Optimalizace

5 Prostorové operátory

PostGIS



Úvod

Podpůrné knihovny
Architektura
Historie, podpora

Open Simple Features for SQL

Geometrické objekty

Formy zápisu
Konstruktory

Prostorový index

Optimalizace

Prostorové operátory



A, B ... minimální ohraničující obdélník prvků

$A \& < B$ A překrývá nebo leží vlevo od B

$A \& > B$ A překrývá nebo leží vpravo od B

$A \ll B$ A leží vlevo od B

$A \gg B$ A leží vpravo od B

$A \& < | B$ A překrývá nebo leží pod B

$A | \& > B$ A překrývá nebo leží nad B

$A \ll | B$ A leží pod B

$A | \gg B$ A leží nad B

$A = B$ A je totožné s B

$A @ B$ A leží uvnitř B

$A \sim B$ A obsahuje B

$A \&\& B$ A a B se překrývají

$A \sim = B$ A jsou totožné B (geometricky)

Úvod

Podpůrné knihovny

Architektura

Historie, podpora

Open Simple Features
for SQL

Geometrické objekty

Formy zápisu

Konstruktory

Prostorový index

Optimalizace

Prostorové operátory