

Chương 5

TRUY VẤN KHÔNG GIAN

Mục tiêu:

- Các hàm cơ bản
- Các hàm hỗ trợ đo lường
- Các hàm tạo mới đối tượng
- Các hàm Topology
- Câu lệnh SQL có sử dụng các hàm không gian
- Thực hành trên PostgreSQL – PostGIS

Truy vấn không gian là một loại đặc biệt của truy vấn cơ sở dữ liệu với đối tượng truy vấn là dữ liệu không gian. Truy vấn này khác với truy vấn SQL trong một số trường hợp. Hai phần quan trọng nhất của truy vấn này là chúng cho phép sử dụng kiểu dữ liệu hình học (geometry/geography) như điểm, đường và vùng và các truy vấn này xem mỗi quan hệ không gian là mỗi quan hệ giữa các đối tượng hình học.

Để có thể thực hiện truy vấn không gian bằng ngôn ngữ SQL, cần phải có các hàm hỗ trợ sẵn đã được hệ quản trị CSDL cài đặt. Các hàm hỗ trợ có thể được phân thành các nhóm hàm sau:

- Đo lường: tính chiều dài của đối tượng dạng đường, tính diện tích của đối tượng dạng vùng và tính khoảng cách giữa 2 đối tượng,...
- Hàm không gian: Tạo ra các đối tượng mới từ các đối tượng không gian đã có như hàm Buffer (vùng đệm), lấy phần giao (Intersecting feature),...

- Quan hệ topology không gian: Trả kết quả truy vấn true/false về quan hệ không gian giữa hai đối tượng hình học, thí dụ 2 vùng này có giao nhau hay không? Hoặc vùng 1 có nằm trong vùng 2 hay không?...
- ...

Mỗi hệ quản trị CSDL khác nhau thì tên hàm cũng không giống nhau. Những hàm dưới đây là các hàm thường dùng nhất và đã được định nghĩa trong một số hệ quản trị cơ sở dữ liệu không gian (tên hàm được mô tả dựa theo tên hàm được định nghĩa trong PostGIS, PostGIS là phần mở rộng của PostgreSQL).

| Loại | Hàm | Giải thích | Kết quả trả về |
|-------------------|--------------------------|---|----------------|
| Đo lường | ST_Distance(geo,geo) | Khoảng cách ngắn nhất giữa 2 geo | Number |
| | ST_Length (geo) | Chiều dài của geo | Number |
| | ST_Area (geo) | Diện tích của geo | Number |
| | ST_Perimeter (geo) | Chu vi của geo | Number |
| Tạo mới đối tượng | ST_Buffer (geo, n) | Tạo vùng đệm cho geo với bán kính n | Geometry |
| | ST_Intersection(geo,geo) | Giao giữa 2 geo | Geometry |
| | ST_Union(geo []) | Hợp của các geo | Geometry |
| | ST_Difference(geoA,geoB) | Trả về phần geoA không thuộc B | Geometry |
| Quan hệ Topology | ST_Equals (geo, geo) | 2 geometry bằng nhau | True/false |
| | ST_Disjoint (geo, geo) | Trả về true nếu hai geometry không giao | True/false |

| | | | |
|--|--------------------------|---|------------|
| | | nhau | |
| | ST_Intersects (geo, geo) | Trả về true nếu 2 geo cắt nhau | True/false |
| | ST_Touches (geo, geo) | 2 geo có cùng biên | True/false |
| | ST_Crosses (geo, geo) | Trả về true nếu vùng cắt với 1 đường | True/false |
| | ST_Within (geo1, geo2) | Geo1 hoàn toàn nằm trong geo2 | True/false |
| | ST_Contains (geo1, geo2) | Geo1 hoàn toàn chứa geo2 | True/false |
| | ST_Overlaps (geo, geo) | Kiểm tra chồng lớp | True/false |

Thuật ngữ ‘geo’ là viết tắt của Geometry/Geography, mô tả đối tượng không gian (điểm, đường hoặc vùng).

5.1 Các khái niệm cơ bản

5.1.1 SRID

- SRID (Spatial Reference Identifiers): Xác định vị trí trên bề mặt trái đất.
- Là một con số nguyên mỗi giá trị số nguyên tương ứng với một hệ quy chiếu đã được định nghĩa trước.

Thí dụ:

SRID = 4326, tương ứng với hệ quy chiếu WGS84 toàn cầu.

SRID = 4269, tương ứng với hệ quy chiếu North America - NAD83.

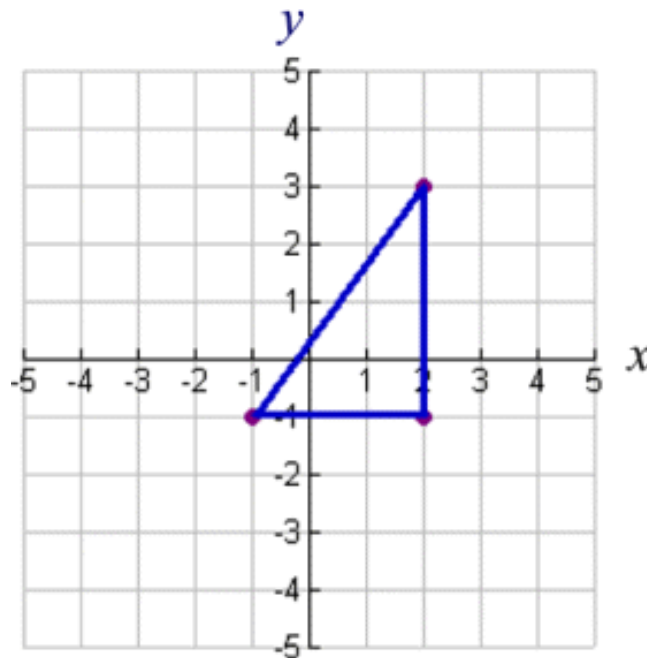
Giá trị SRID tương ứng với dữ liệu không gian có thể được sử dụng để ràng buộc phép toán không gian. Thí dụ phép toán không gian không thể thực hiện giữa 2 đối

tượng không gian khác nhau giá trị SRID hoặc dựa vào giá trị SRID để có thể chuyển đổi hệ thống tọa độ của các đối tượng không gian.

5.1.2 Geometry và Geography

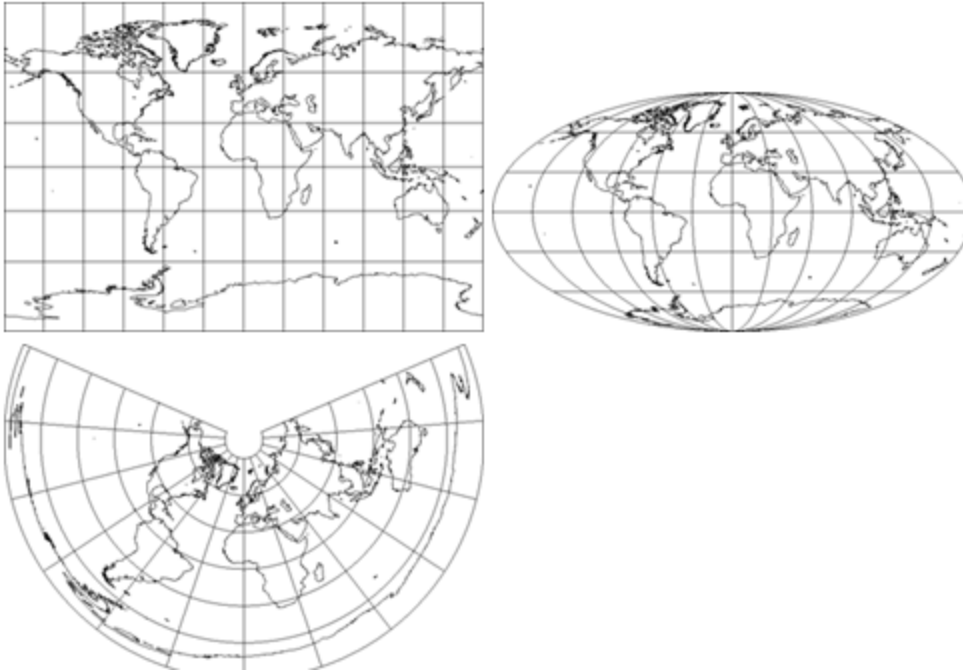
Geometry:

- Là kiểu dữ liệu không gian cơ bản được sử dụng để biểu diễn các đối tượng trong hệ tọa độ Euclide (tọa độ phẳng).
- Đối tượng không có thông tin về SRID.
- Đơn vị đo lường theo hệ quy chiếu đã chọn.



Geography:

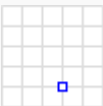
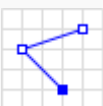
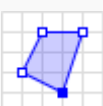
- Là kiểu dữ liệu không gian cơ bản được sử dụng để biểu diễn các đối tượng trong hệ tọa độ trái đất (tọa độ Ellipsoid).
- Đối tượng có chứa thông tin về SRID.
- Đơn vị đo lường là mét.




5.1.3 WKT

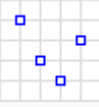
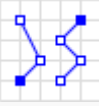
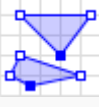

WKT (Well – Known Text) là ngôn ngữ đánh dấu kiểu văn bản dùng để biểu diễn cho các đối tượng hình học ở định dạng vector trên bản đồ.

Thí dụ:

| Loại | Thí dụ minh họa | |
|----------------------------|---|---|
| Point |  | POINT (30 10) |
| LineString |  | LINESTRING (30 10, 10 30, 40 40) |
| Polygon |  | POLYGON ((30 10, 40 40, 20 40, 10 20, 30 10)) |

| | | |
|--|---|--|
| |  | POLYGON ((35 10, 45 45, 15 40, 10 20, 35 10), (20 30, 35 35, 30 20, 20 30)) |
|--|---|--|

Minh họa đối tượng hình học cơ bản¹

| Loại | Thí dụ minh họa | |
|------------------------|---|--|
| <u>MultiPoint</u> |  | MULTIPOINT ((10 40), (40 30), (20 20), (30 10)) |
| | | MULTIPOINT (10 40, 40 30, 20 20, 30 10) |
| <u>MultiLineString</u> |  | MULTILINESTRING ((10 10, 20 20, 10 40), (40 40, 30 30, 40 20, 30 10)) |
| <u>MultiPolygon</u> |  | MULTIPOLYGON (((30 20, 45 40, 10 40, 30 20)), ((15 5, 40 10, 10 20, 5 10, 15 5))) |
| |  | MULTIPOLYGON (((40 40, 20 45, 45 30, 40 40)), ((20 35, 10 30, 10 10, 30 5, 45 20, 20 35), (30 20, 20 15, 20 25, 30 20))) |

Minh họa tập hợp đối tượng hình học²

¹ Trích dẫn từ trang http://en.wikipedia.org/wiki/Well-known_text

² Trích dẫn từ trang http://en.wikipedia.org/wiki/Well-known_text

Ngoài ra, WKT cũng được sử dụng để mô tả hệ quy chiếu như datum, geoid, hệ tọa độ và phép chiếu bản đồ của các đối tượng không gian.

Thí dụ:

UTM, Zone 17N, NAD27 — SRID 2029:

```
PROJCS["NAD27(76) / UTM zone 17N",  
  GEOGCS["NAD27(76)",  
    DATUM["North_American_Datum_1927_1976",  
      SPHEROID["Clarke 1866",6378206.4,294.9786982138982,  
        AUTHORITY["EPSG","7008"]],  
      AUTHORITY["EPSG","6608"]],  
    PRIMEM["Greenwich",0,  
      AUTHORITY["EPSG","8901"]],  
    UNIT["degree",0.01745329251994328,  
      AUTHORITY["EPSG","9122"]],  
    AUTHORITY["EPSG","4608"]],  
  UNIT["metre",1,  
    AUTHORITY["EPSG","9001"]],  
  PROJECTION["Transverse_Mercator"],  
  PARAMETER["latitude_of_origin",0],  
  PARAMETER["central_meridian",-81],  
  PARAMETER["scale_factor",0.9996],
```

PARAMETER["false_easting",500000],

PARAMETER["false_northing",0],

AUTHORITY["EPSG","2029"],

AXIS["Easting",EAST],

AXIS["Northing",NORTH]]

WGS84 — SRID 4326

GEOGCS["WGS 84",

DATUM["WGS_1984",

SPHEROID["WGS 84",6378137,298.257223563,

AUTHORITY["EPSG","7030"]],

AUTHORITY["EPSG","6326"]],

PRIMEM["Greenwich",0,

AUTHORITY["EPSG","8901"]],

UNIT["degree",0.01745329251994328,

AUTHORITY["EPSG","9122"]],

AUTHORITY["EPSG","4326"]]

5.1.4 WKB

WKB (Well-Known Binary) là ngôn ngữ đánh dấu kiểu nhị phân dùng để biểu diễn cho các đối tượng hình học trên bản đồ (tương tự như WKT) ở hệ thập lục phân.

Byte đầu tiên chỉ thứ tự byte của dữ liệu:

00 : big endian

01 : little endian

Phần thứ 2 là một số nguyên mô tả kiểu dữ liệu hình học, được mô tả như sau:

| Geometry types, and WKB integer codes | | | | |
|--|-----------|----------|----------|-----------|
| Type | 2D | Z | M | ZM |
| Geometry | 0000 | 1000 | 2000 | 3000 |
| Point | 0001 | 1001 | 2001 | 3001 |
| LineString | 0002 | 1002 | 2002 | 3002 |
| Polygon | 0003 | 1003 | 2003 | 3003 |
| MultiPoint | 0004 | 1004 | 2004 | 3004 |
| MultiLineString | 0005 | 1005 | 2005 | 3005 |
| MultiPolygon | 0006 | 1006 | 2006 | 3006 |
| GeometryCollection | 0007 | 1007 | 2007 | 3007 |
| CircularString | 0008 | 1008 | 2008 | 3008 |
| CompoundCurve | 0009 | 1009 | 2009 | 3009 |

| | | | | |
|-------------------|------|------|------|------|
| CurvePolygon | 0010 | 1010 | 2010 | 3010 |
| MultiCurve | 0011 | 1011 | 2011 | 3011 |
| MultiSurface | 0012 | 1012 | 2012 | 3012 |
| Curve | 0013 | 1013 | 2013 | 3013 |
| Surface | 0014 | 1014 | 2014 | 3014 |
| PolyhedralSurface | 0015 | 1015 | 2015 | 3015 |
| TIN | 0016 | 1016 | 2016 | 3016 |
| Triangle | 0017 | 1017 | 2017 | 3017 |

Thí dụ: POINT(2.0 4.0) được thể hiện ở định dạng WKB là:

000000000140000000000000004010000000000000

Trong đó:

- 1-byte integer 00 or 0: big endian
- 4-byte integer 00000001 or 1: POINT (2D)
- 8-byte float 4000000000000000 or 2.0: tọa độ x
- 8-byte float 4010000000000000 or 4.0: tọa độ y

5.2 Các hàm cơ hỗ trợ

5.2.1 ST_GeoFromText

ST_GeoFromText ³ trả về giá trị của đối tượng không gian dựa vào thông tin WKT.

Cú pháp:

ST_GeoFromText (Text)

Hoặc:

ST_GeoFromText (Text, integer)

Thí dụ:

5.2.2 ST_GeoFromWKB

5.2.3 ST_asText

Trả về giá trị WKT của hình học, không có SRID

Cú pháp:

text ST_AsText (geometry g1);

Thí dụ:

```
SELECT ST_AsText('010300000001000000050000000000000000
000000000000000000000000000000000000000000000000
F03F000000000000F03F000000000000F03F000000000000F03
F0000000000000000000000000000000000000000000000');

      st_astext
-----
POLYGON((0 0,0 1,1 1,1 0,0 0))
(1 row)
```

³ Lưu ý: Tên hàm trong PostgreSQL-PostGIS gần tương đương với tên hàm dùng trong SQL Server 2008 R2, chỉ có điểm khác biệt là ST_ và ST. Thí dụ: ST_GeoFromText là tên hàm trong PostgreSQL, đối với SQL Server 2008 R2 là STGeoFromText.

5.2.5 AddGeometryColumn

Thêm cột geometry vào bảng thuộc tính đã có (geometry_columns).

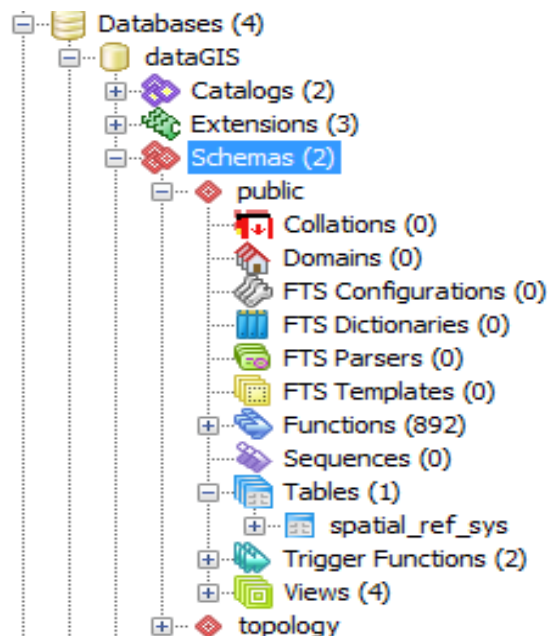
Cú pháp:

text **AddGeometryColumn**(varchar *table_name*, varchar *column_name*, integer *srid*, varchar *type*, integer *dimension*);

text **AddGeometryColumn**(varchar *schema_name*, varchar *table_name*, varchar *column_name*, integer *srid*, varchar *type*, integer *dimension*);

Trong đó:

- *table_name*: tên của bảng cần thêm cột không gian.
- *schema_name*: Tên schema chứa bảng, thí dụ **schemas** trong cơ sở dữ liệu dataGIS (gồm public và topology). Nếu đang ở sơ đồ hiện tại thì bỏ qua thông số <*schema_name*>.



- *column_name*: tên cột cần thêm theo kiểu không gian
- *srid*: tham chiếu vào bảng SPATIAL_REF_SYS.

- type: là chuỗi tương ứng với kiểu dữ liệu hình học (thí dụ: POLYGON hoặc MULTILINESTRING,...)
- dimension: mô tả số chiều của đối tượng không gian (0, 1, 2 hoặc 3)

Thí dụ: Bổ sung thêm thành phần không gian cho DiaVat (maDV, tenDV)

```
SELECT AddGeometryColumn ('DiaVat', 'the_geom',4326, 'POINT',2);
```

Hoặc

```
SELECT AddGeometryColumn('public','DiaVat','the_geom',-1,'POINT',2);
```

5.3 Phép toán đo lường

Trong phép toán đo lường, đơn vị tính toán được xác định như sau:

- Trường hợp đối tượng không gian là geometry: đơn vị tính được xác định theo đơn vị tính của hệ quy chiếu tương ứng.
- Trường hợp đối tượng không gian là geography: đơn vị tính được xác định theo mét

5.3.1 ST_Distance

Cú pháp:

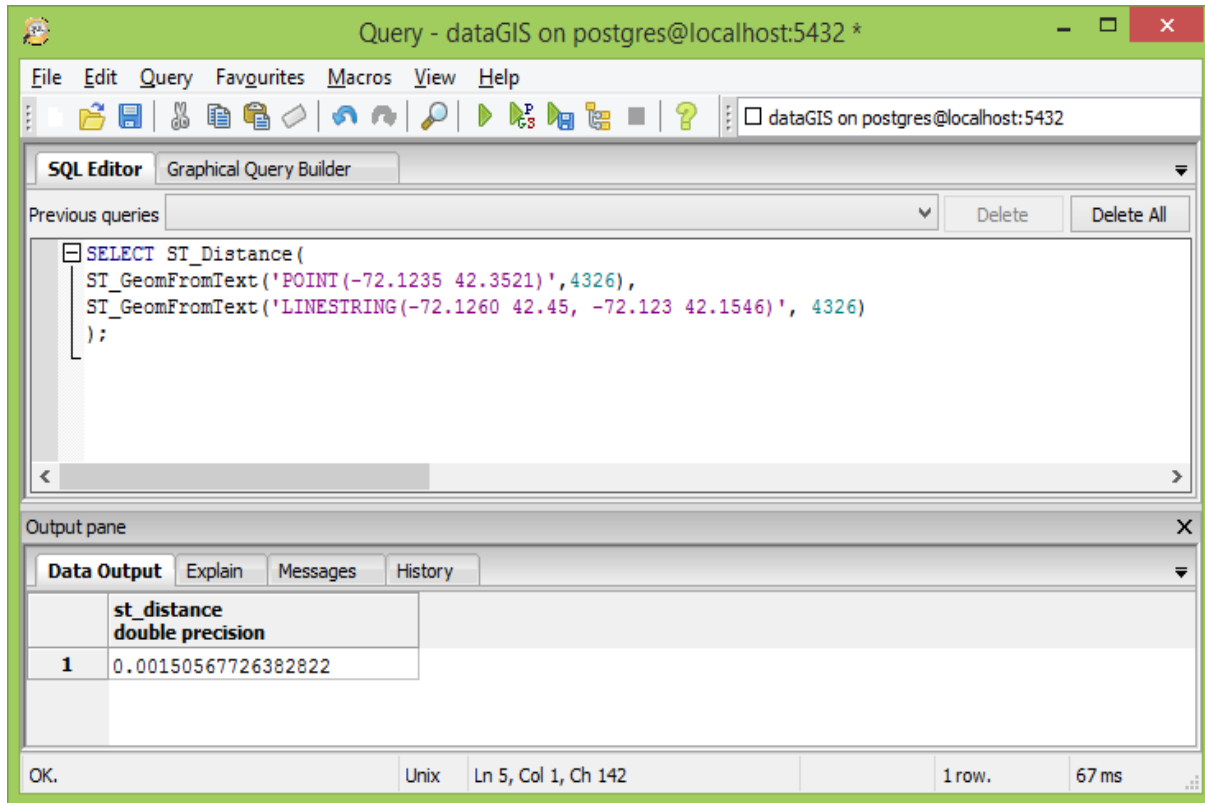
```
float ST_Distance(geometry g1, geometry g2);
```

```
float ST_Distance(geography gg1, geography gg2);
```

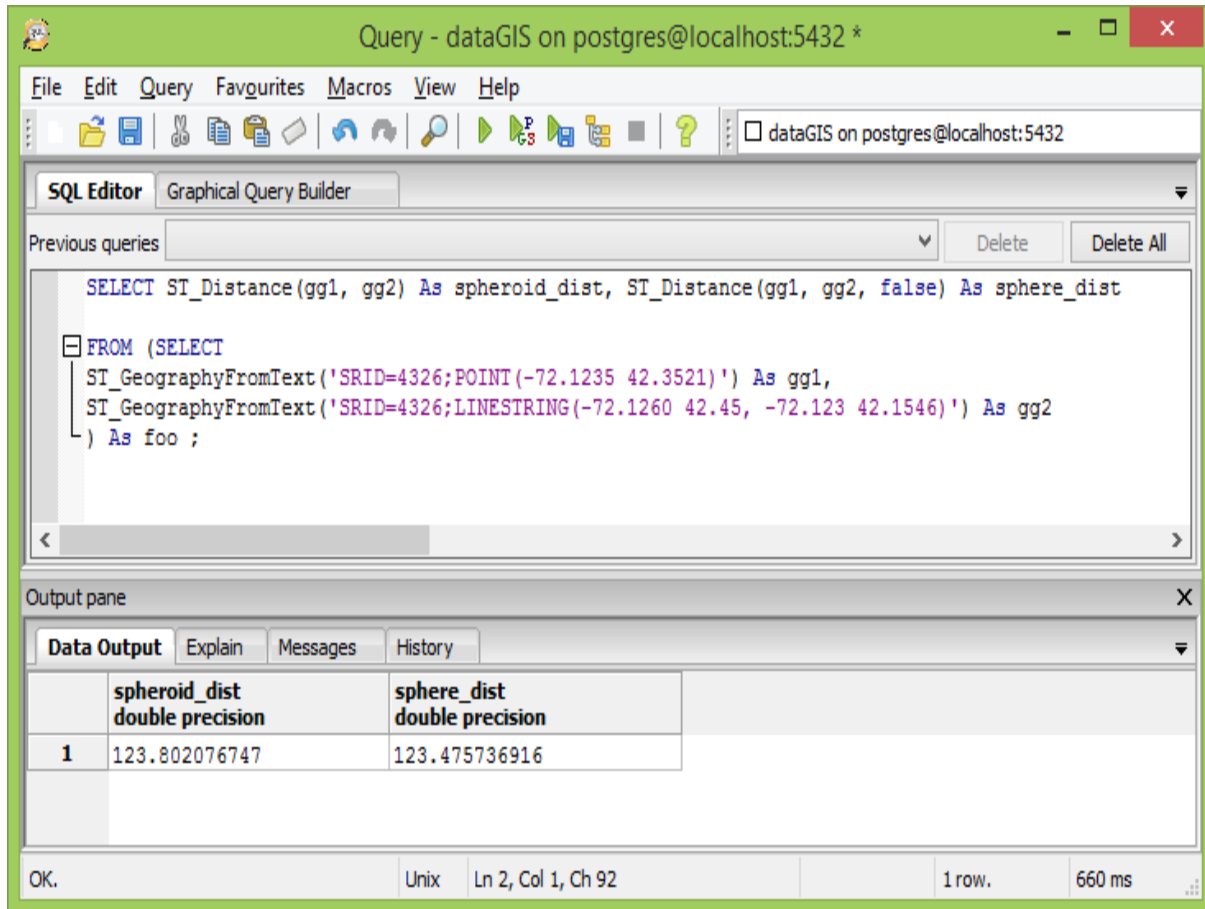
```
float ST_Distance(geography gg1, geography gg2, boolean use_spheroid);
```

Trả về khoảng cách ngắn nhất theo tọa độ decac giữa 2 đối tượng geometry 2D trong cùng đơn vị phép chiếu (cùng hệ quy chiếu).

Thí dụ 1:



Thí dụ 2:



5.3.2 ST_Length

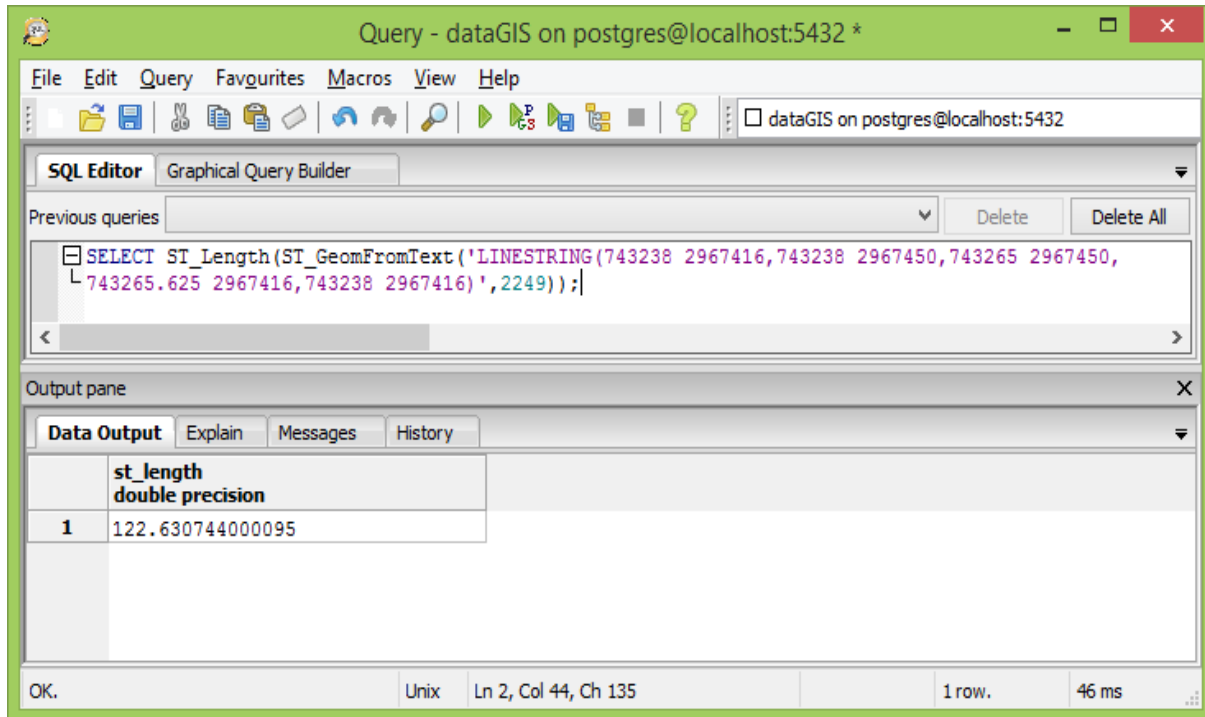
Cú pháp:

float ST_Length(geometry a_2dlinestring);

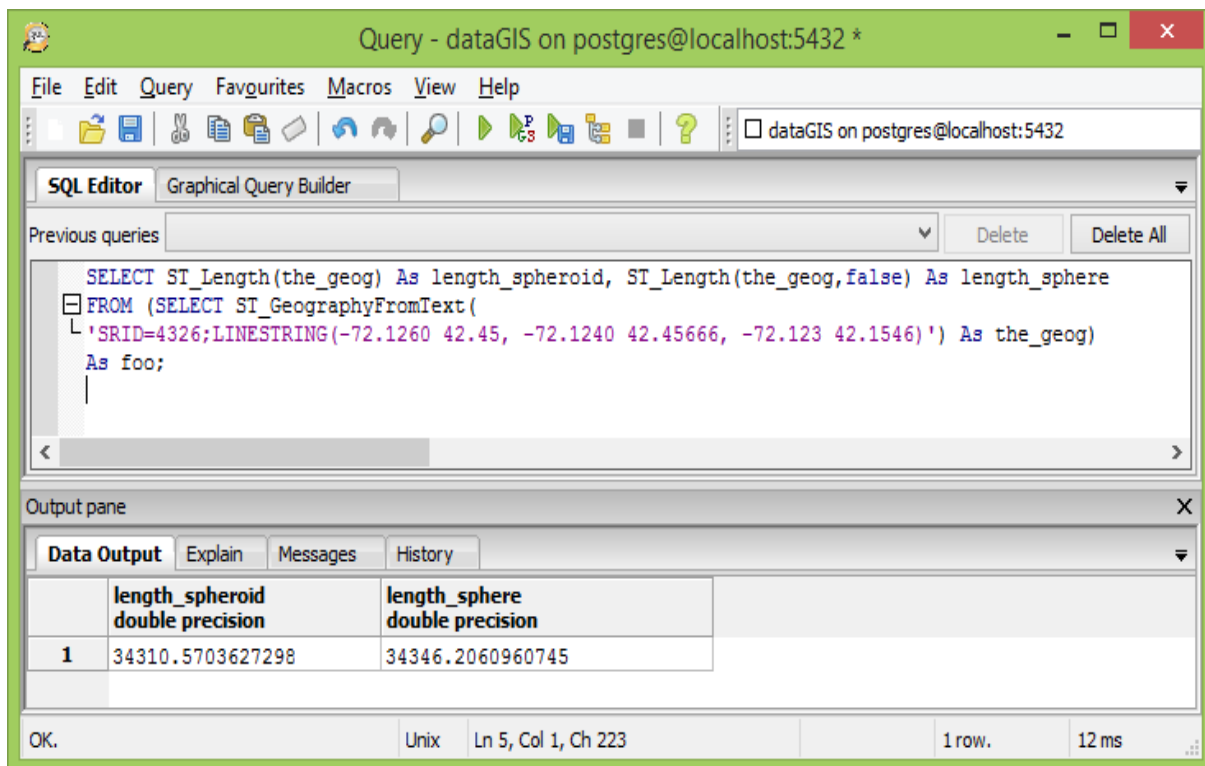
float ST_Length(geography geog, boolean use_spheroid=true);

Đối với geometry: Trả về độ dài đềcac của geometry nếu đó là linestring, multilinestring, ST_Curve, ST_MultiCurve. Trả về giá trị 0 nếu geometry là polygon.

Thí dụ 1:



Thí dụ 2:



5.3.3 ST_Area

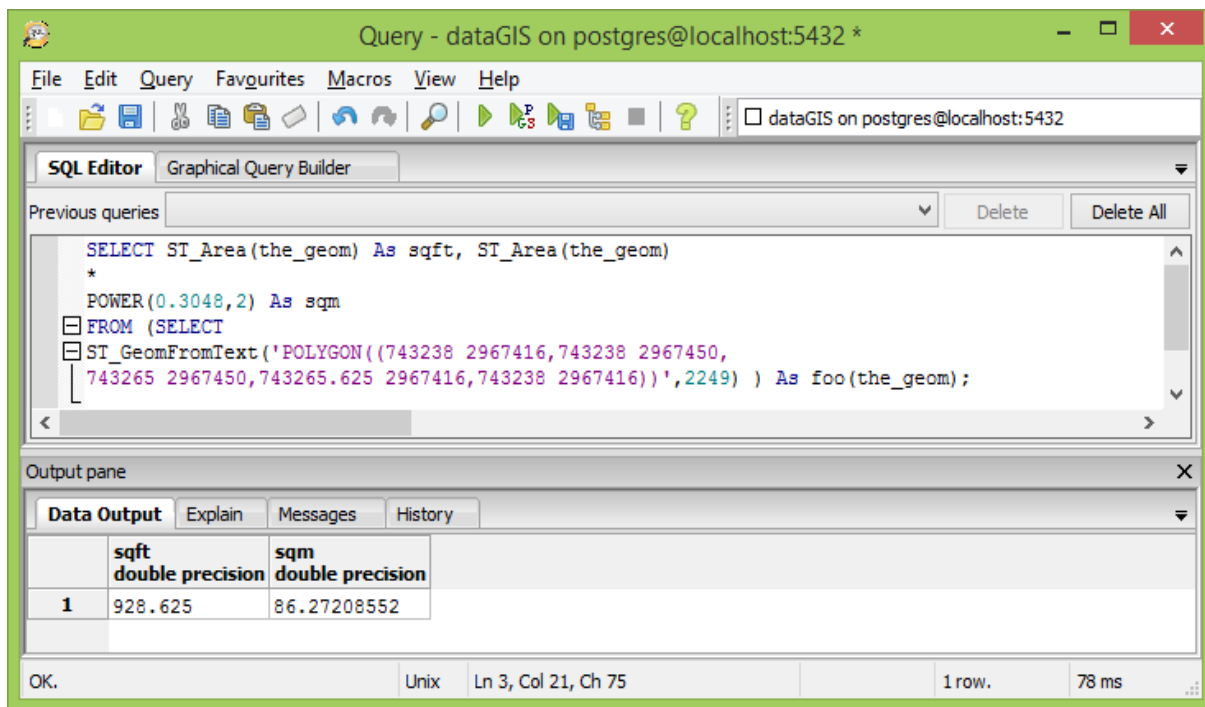
Cú pháp:

float ST_Area(geometry g1);

float ST_Area(geography geog, boolean use_spheroid=true);

Trả về diện tích của đối tượng không gian nếu đối tượng không gian đó là polygon hoặc multi-polygon.

Thí dụ: Tính diện tích của vùng đất thuộc bang Massachusetts (có srid = 2249 theo đơn vị Feet), và chuyển kết quả tính toán về đơn vị mét vuông (đơn vị feet * 0.3048^2)



5.3.4 ST_Perimeter

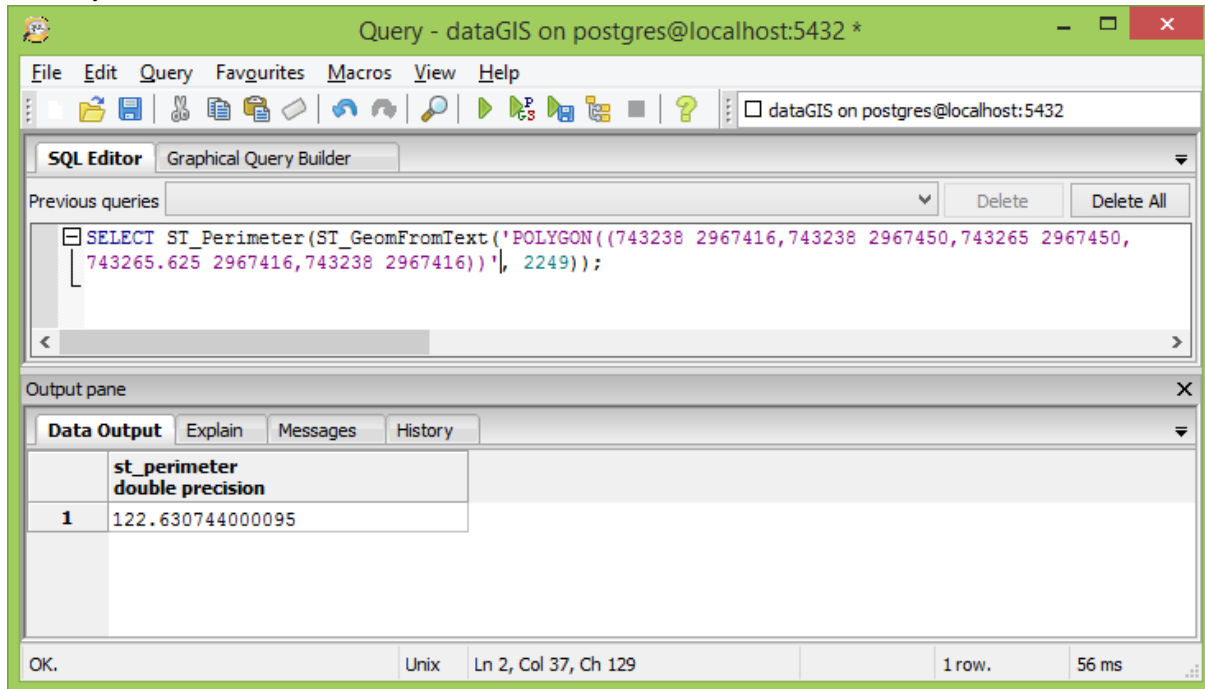
Cú pháp:

float ST_Perimeter(geometry g1);

float ST_Perimeter(geography geog, boolean use_spheroid=true);

Hàm ST_Perimeter trả về chu vi của đối tượng không gian nếu nó có dạng Polygon hoặc Multipolygon, ngược lại trả về giá trị 0.

Thí dụ:



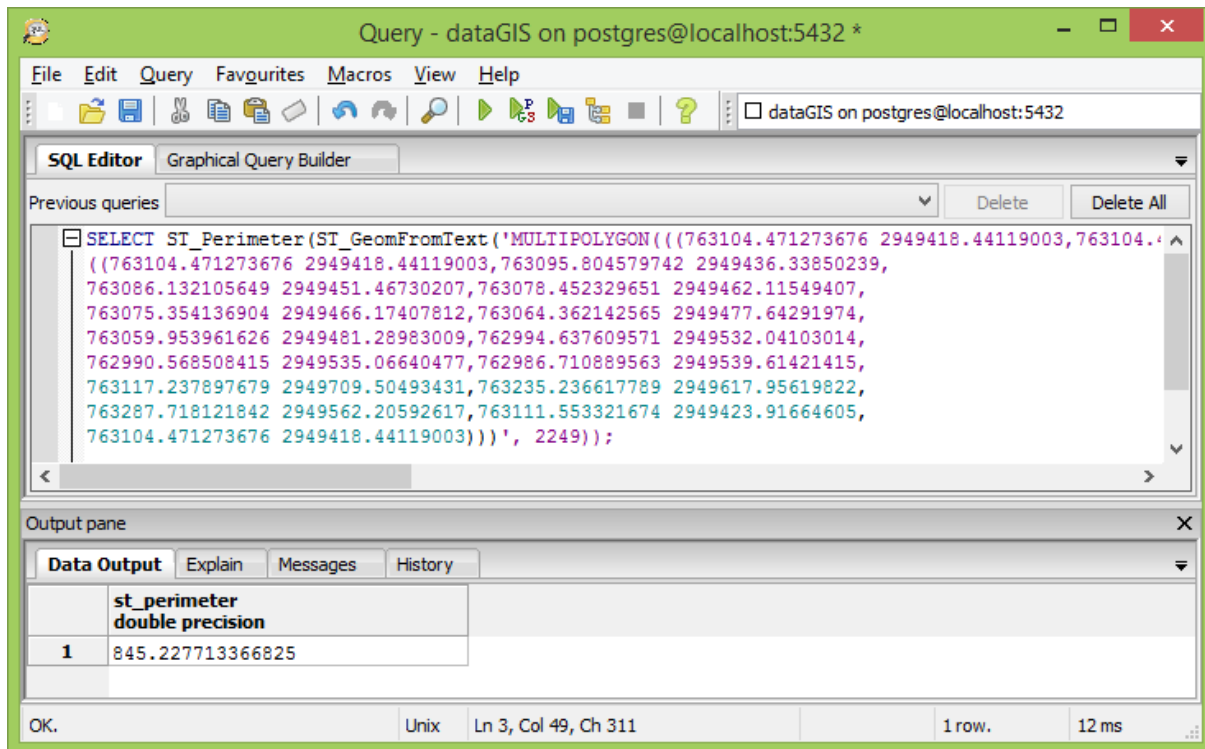
The screenshot shows the dataGISTool SQL Editor interface. The title bar reads "Query - dataGIS on postgres@localhost:5432 *". The menu bar includes File, Edit, Query, Favouirites, Macros, View, and Help. The toolbar contains various icons for file operations and execution. The SQL Editor pane shows the following query:

```
SELECT ST_Perimeter(ST_GeomFromText('POLYGON((743238 2967416,743238 2967450,743265 2967450,743265.625 2967416,743238 2967416))', 2249));
```

The Output pane is active, showing the results of the query in a table:

| | st_perimeter double precision |
|---|----------------------------------|
| 1 | 122.630744000095 |

The status bar at the bottom indicates "OK.", "Unix", "Ln 2, Col 37, Ch 129", "1 row.", and "56 ms".



5.4 Tạo mới đối tượng

5.4.1 ST_Buffer

Cú pháp:

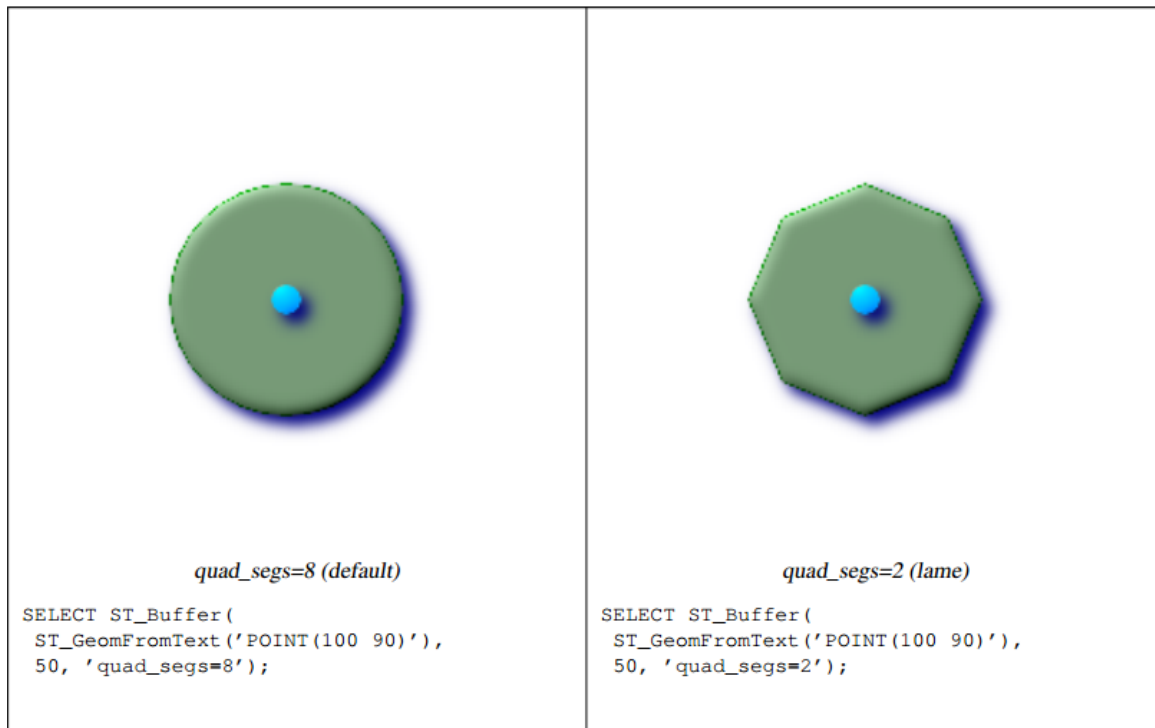
```
geometry ST_Buffer(geometry g1, float radius_of_buffer);
geometry ST_Buffer(geometry g1, float radius_of_buffer,
                    integer num_seg_quarter_circle);
geometry ST_Buffer(geometry g1, float radius_of_buffer,
                    text buffer_style_parameters);
geography ST_Buffer(geography g1, float radius_of_buffer_in_meters)
```





Trả về một đối tượng geometry/geography mới mà phạm vi được mở rộng tính từ tâm của g1 \leq bán kính vùng đệm (radius_of_buffer). Đơn vị của bán kính được đo bằng đơn vị của hệ thống tham chiếu không gian. Đầu ra của hàm có thể là POINT, MULTIPOINT, LINESTRING, MULTILINESTRING, POLYGON, MULTIPOLYGON và GEOMETRYCOLLECTION.

Lưu ý:

Tùy chọn:

- Num_seg_quarter_circle: số đoạn được sử dụng để xấp xỉ $\frac{1}{4}$ vòng tròn (mặc định là 8).
- Giá trị của buffer_style:
 - endcap= round|flat|square: kiểu kết thúc, mặc định là round.
 - joint = round|mitre|bevel: kiểu nối, mặc định là round.
 - mitre_limit: tỉ lệ giới hạn mép.



| | |
|---|---|
|  <p><i>endcap=round join=round (default)</i></p> <pre>SELECT ST_Buffer(ST_GeomFromText('LINESTRING(50 50,150 150,150 50)'), 10, 'endcap=round join=round');</pre> |  <p><i>endcap=square</i></p> <pre>SELECT ST_Buffer(ST_GeomFromText('LINESTRING(50 50,150 150,150 50)'), 10, 'endcap=square join=round');</pre> |
|  <p><i>join=bevel</i></p> <pre>SELECT ST_Buffer(ST_GeomFromText('LINESTRING(50 50,150 150,150 50)'), 10, 'join=bevel');</pre> |  <p><i>join=mitre mitre_limit=5.0 (default mitre limit)</i></p> <pre>SELECT ST_Buffer(ST_GeomFromText('LINESTRING(50 50,150 150,150 50)'), 10, 'join=mitre mitre_limit=5.0');</pre> |

5.4.2 ST_Intersection

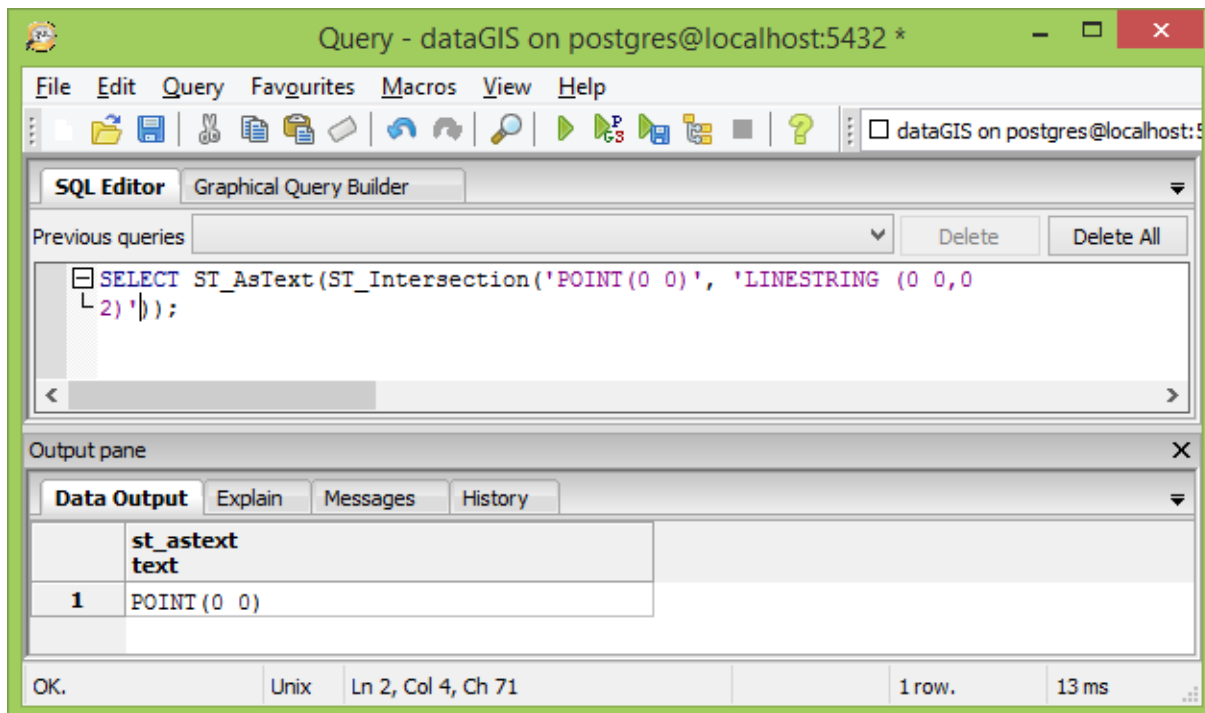
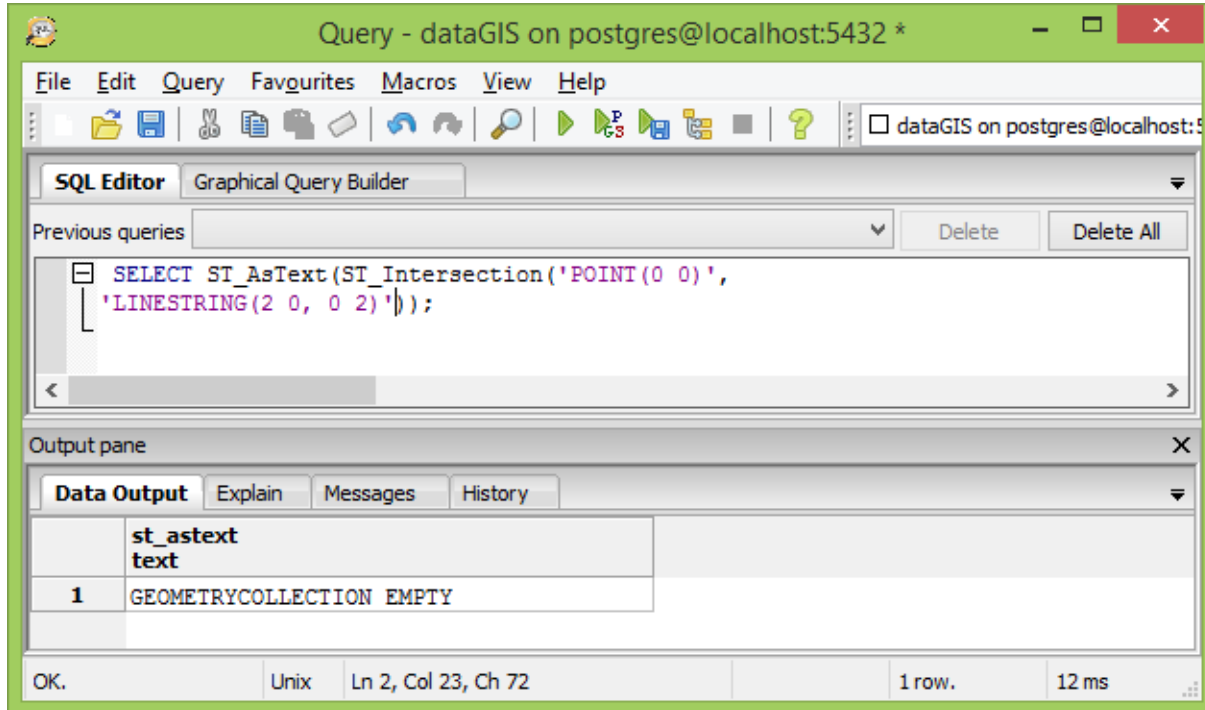
Cú pháp:

geometry ST_Intersection(geometry geomA , geometry geomB);

geography ST_Intersection(geography geogA , geography geogB);

Trả về đối tượng không gian là phần chung của geomA và geomB, nếu geomA và geomB không có điểm chung thì kết quả trả về là rỗng.

Thí dụ:



5.4.3 ST_Union

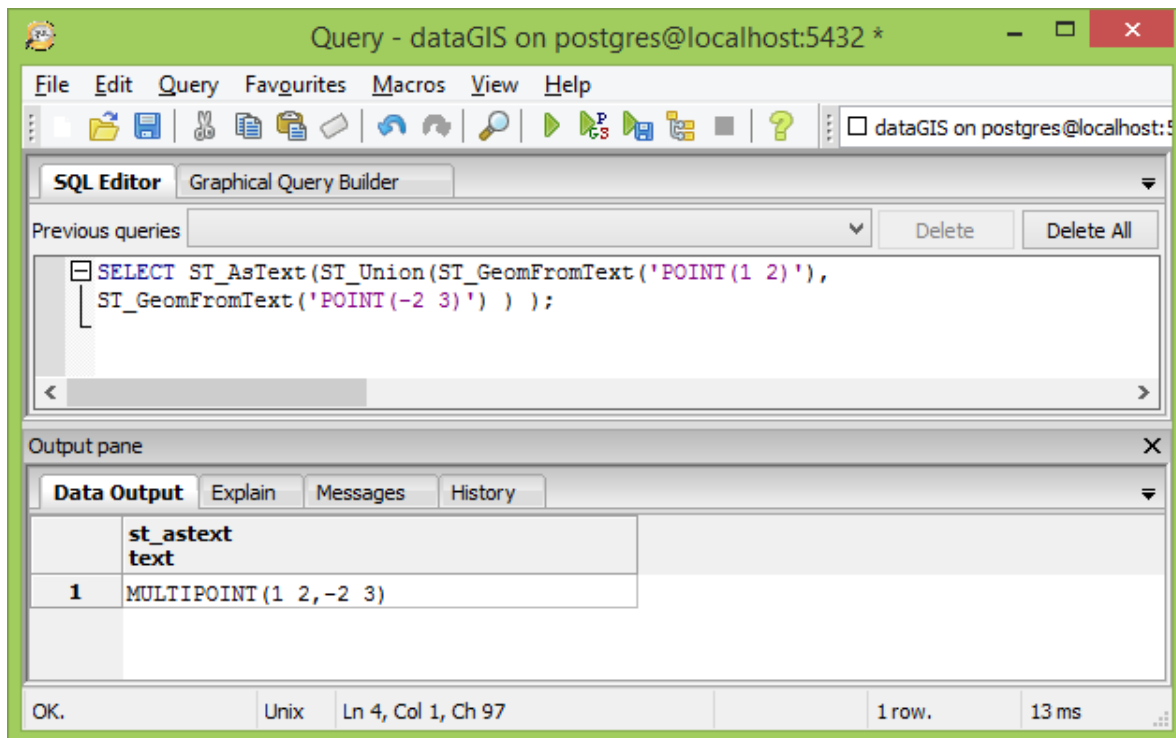
Cú pháp:

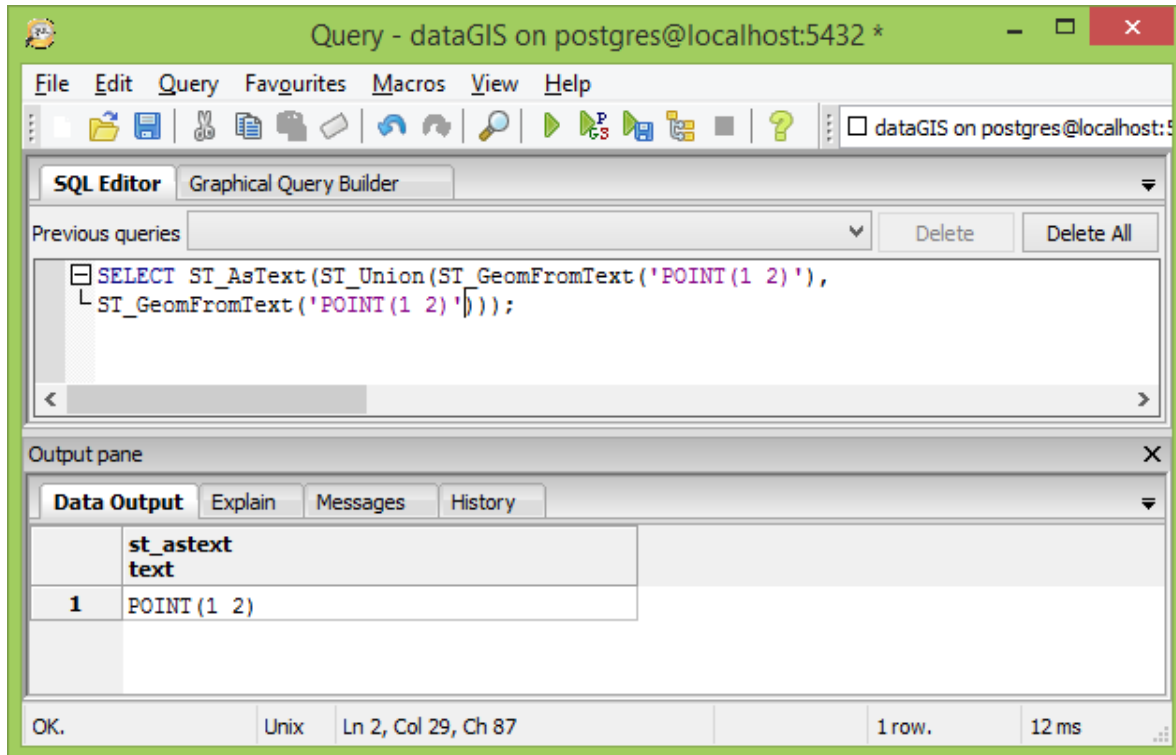
geometry ST_Union(geometry set g1field);

geometry ST_Union(geometry g1, geometry g2);

geometry ST_Union(geometry[] g1_array);

Trả về một hình hiển thị hợp của các hình. Kiểu trả về của hàm có thể là MULTI*, hình đơn lẻ hoặc tập hợp các hình.



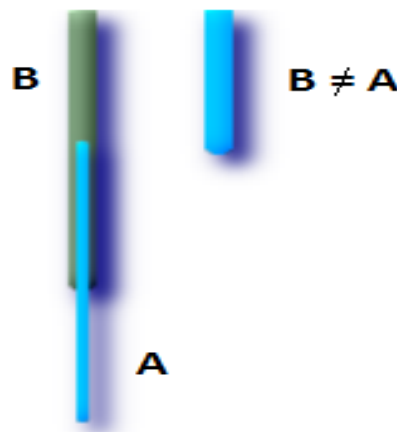


5.4.4 ST_Difference

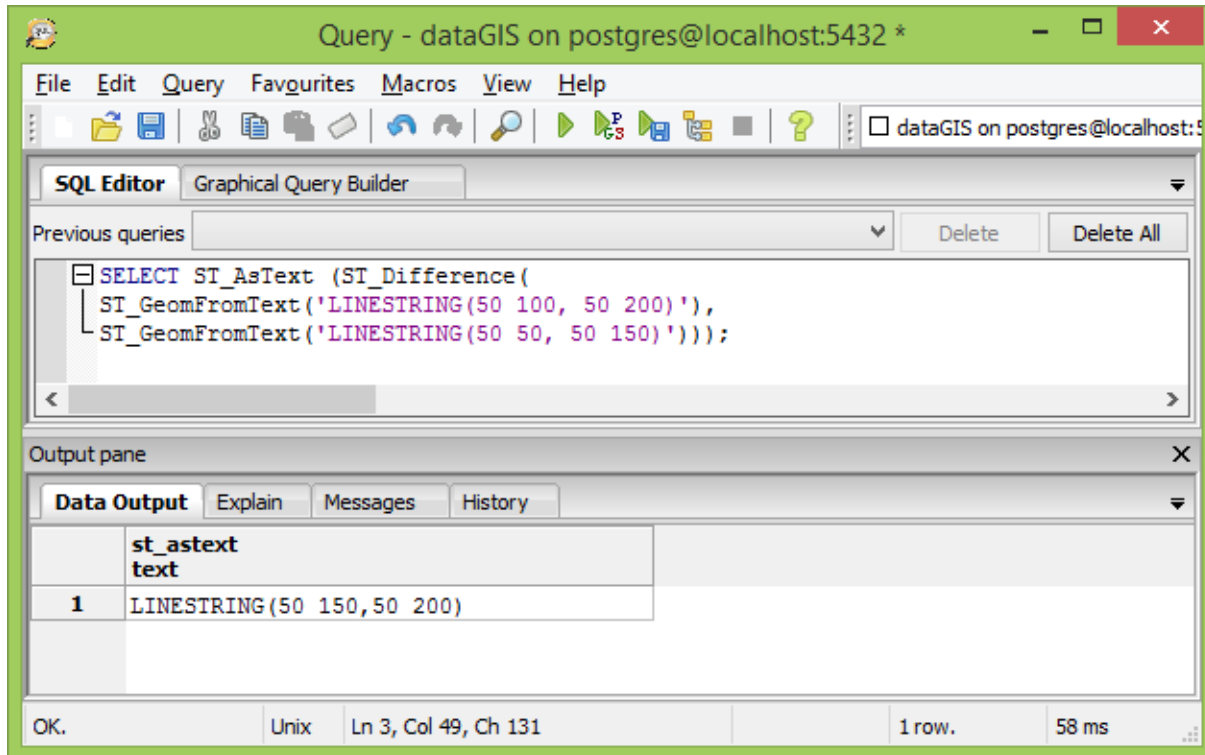
Cú pháp:

geometry ST_Difference(geometry geomA, geometry geomB)

Trả về đối tượng hình học là một phần của geomA không giao với geomB.



Thí dụ:



5.5 Phép toán Quan hệ Topology

5.5.1 ST_Equals

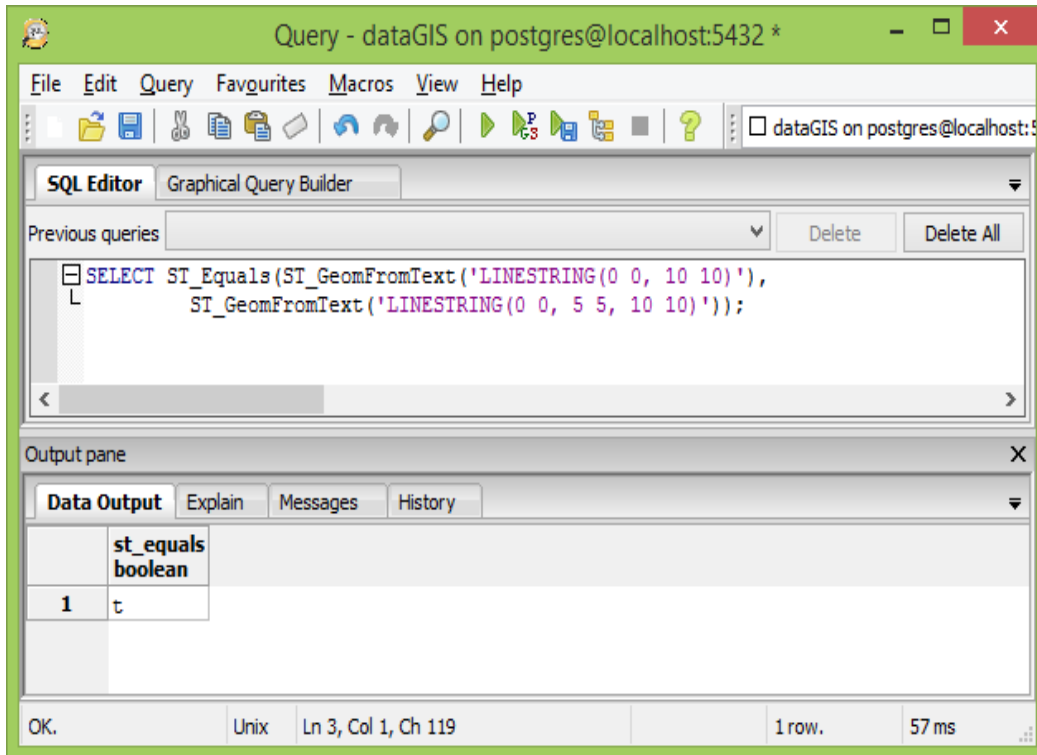
Trả về giá trị True nếu 2 đối tượng hình học giống nhau.

Cú pháp:

boolean ST_Equals(geometry A, geometry B)

Lưu ý: A bằng B trong không gian có nghĩa là A ở trong B và B ở trong A, thứ tự các điểm tạo thành đối tượng không gian có thể không giống nhau nhưng cấu trúc hình học thì giống.

Thí dụ:



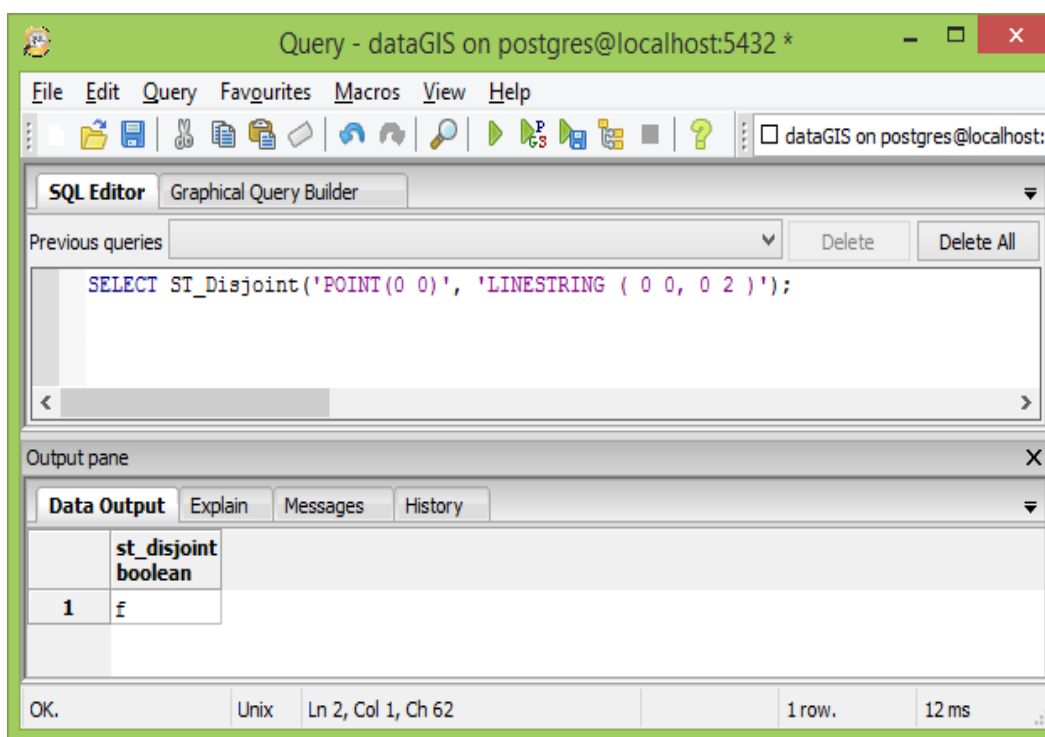
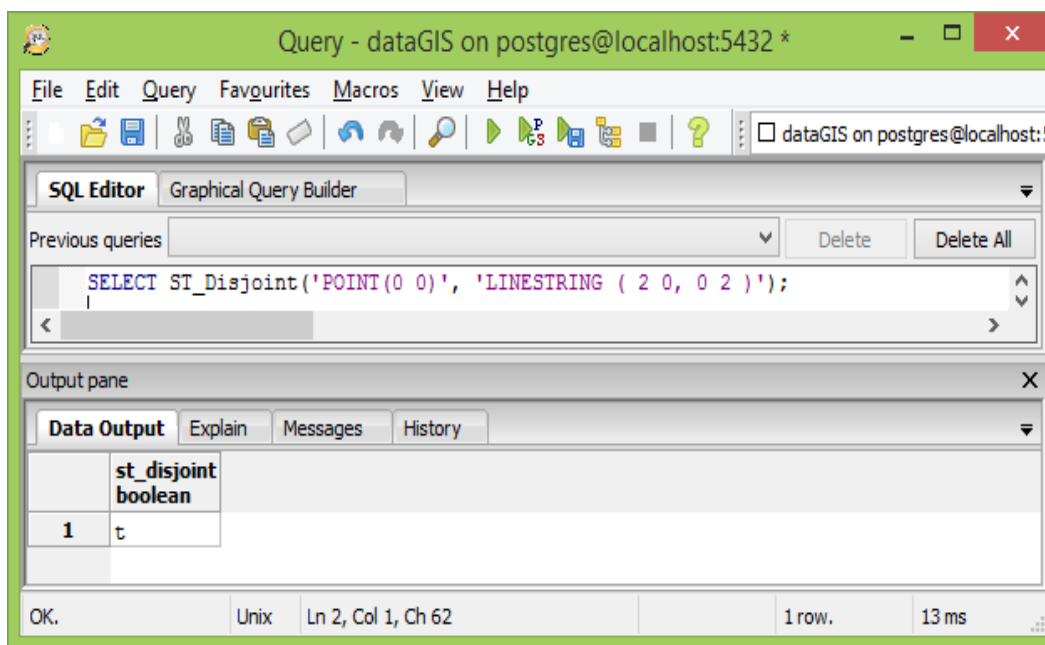
5.5.2 ST_Disjoint

Cú pháp:

boolean ST_Disjoint(geometry A , geometry B)

Trả về TRUE nếu các đối tượng hình học không giao nhau.

Thí dụ:



5.5.3 ST_Intersects

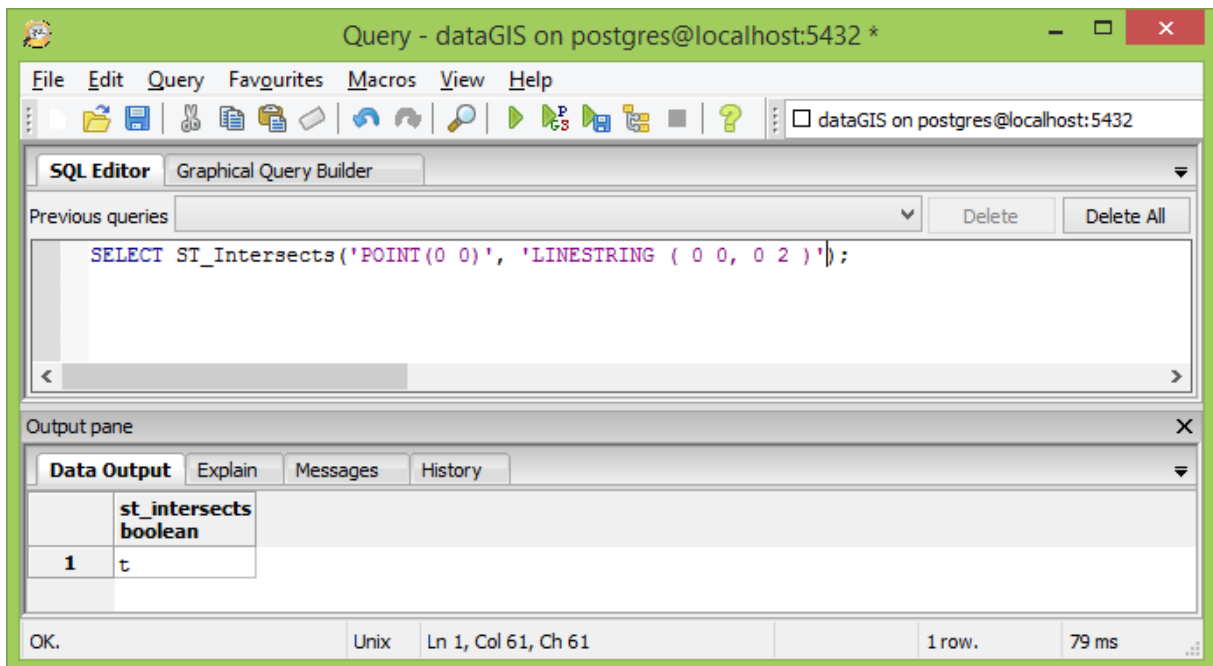
Cú pháp:

`boolean ST_Intersects(geometry geomA , geometry geomB);`

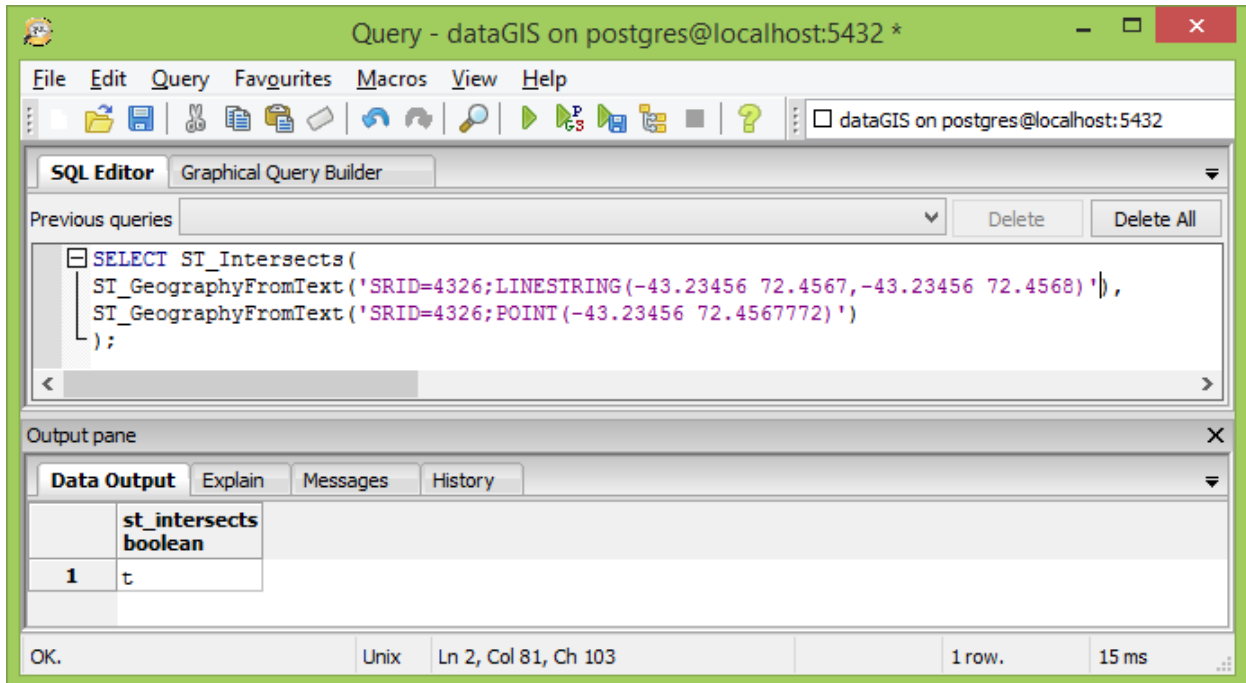
boolean ST_Intersects(geography geogA , geography geogB);

Trả về giá trị TRUE nếu các geometry/geography giao nhau và trả về False nếu không giao nhau (Disjoint). Đối với đối tượng geography thì sai số là 0.00001 mét.

Thí dụ 1: Xác định phần giao giữa 2 đối tượng điểm có tọa độ (0,0) và đường có tọa độ điểm đầu (0,0) và điểm cuối (0,2).



Thí dụ 2: Xác định phần giao giữa đối tượng điểm có tọa độ (-43.23456, 72.4567772) và đường có tọa độ điểm đầu (-43.23456, 72.4567772) và điểm cuối (-43.23456, 72.4568) nằm trên cùng hệ quy chiếu WGS84 toàn cầu.



5.5.4 ST_Touches

Cú pháp:

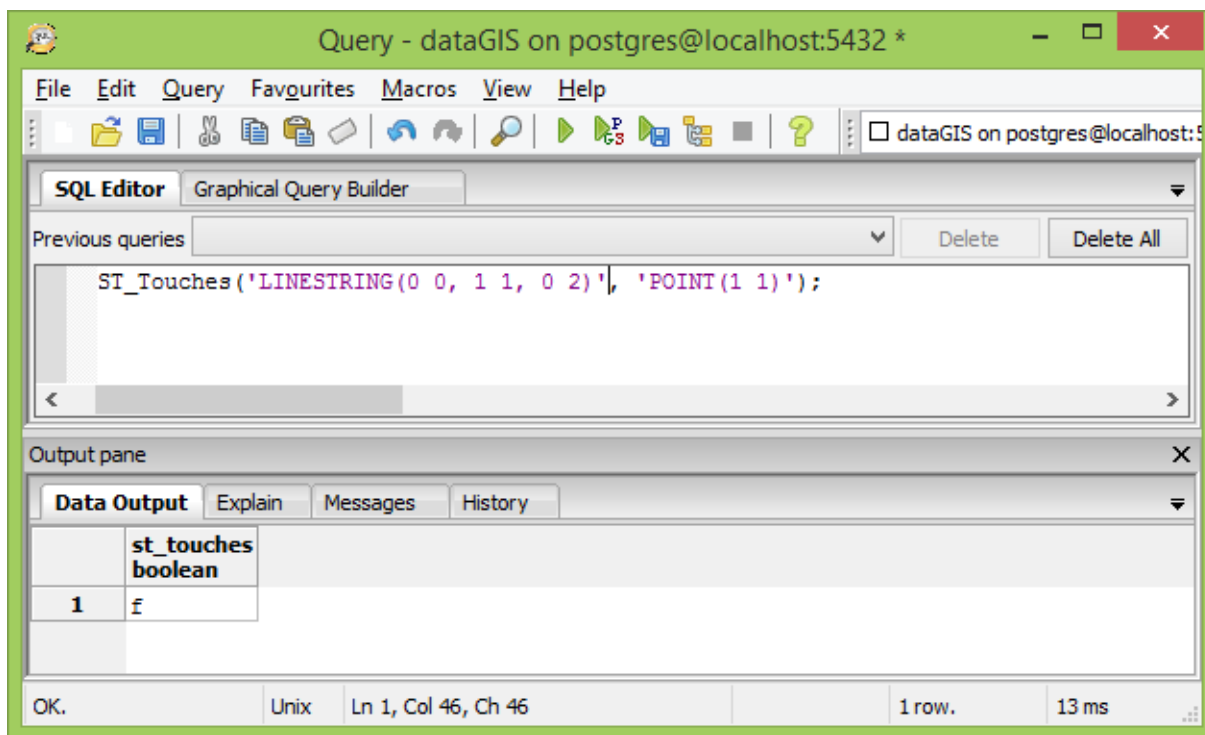
boolean ST_Touches(geometry g1, geometry g2);

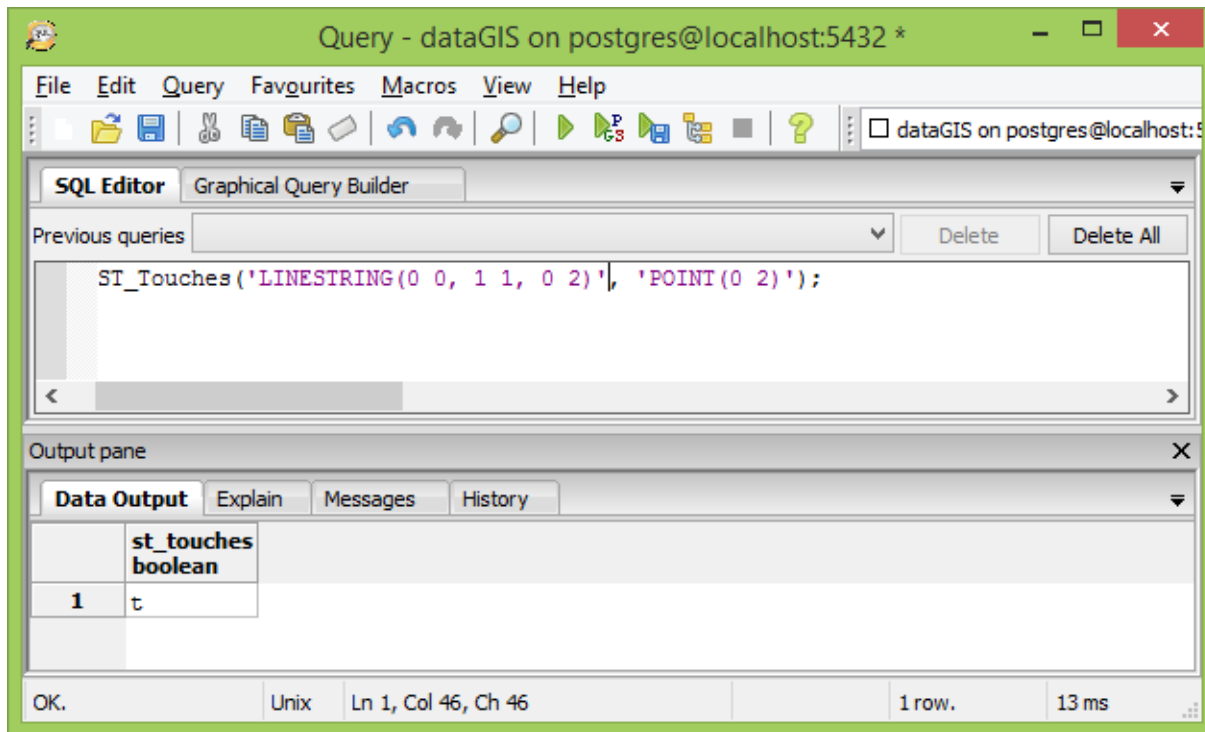
Trả về giá trị TRUE nếu các đối tượng hình học có ít nhất 1 điểm chung nhưng không giao nhau. Các đối tượng hình học được xét đến trong trường hợp này là Area/Area, Line/Line, Line/Area, Point/Area and Point/Line (Không áp dụng cho trường hợp Point/Point).





Thí dụ:

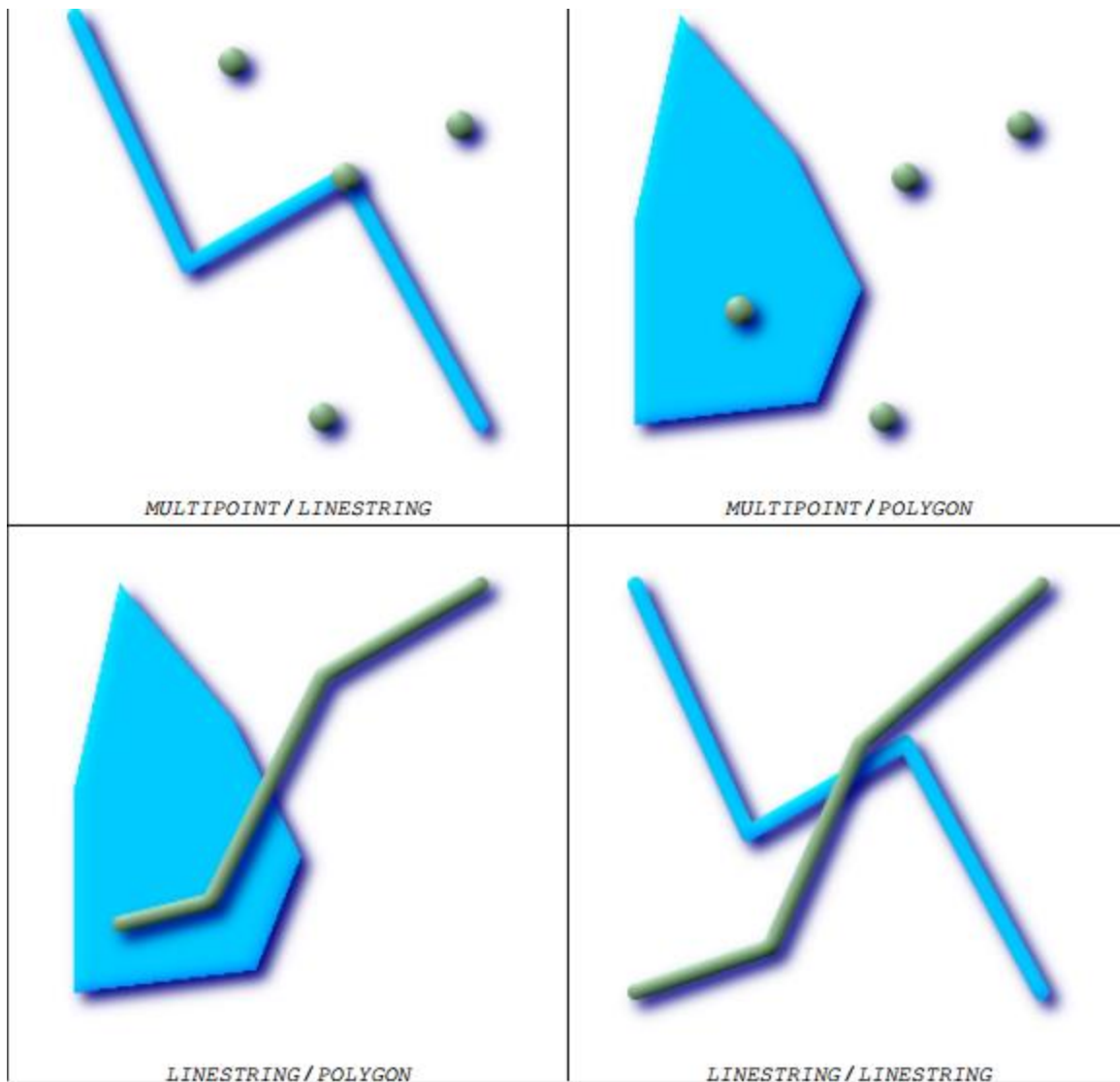




5.5.5 ST_Crosses

Trả về giá trị TRUE nếu hai đối tượng không gian có chung một phần giao nhau ngược lại trả về kết quả False.

Các đối tượng không gian được xét đến gồm Point/Line, Point/Polygon, Line/Polygon, Line/Line (Xem hình minh họa)



Thí dụ: Xác định danh sách các roads(id, the_geom) có một phần giao với highway(id, the_geom) , ta sử dụng câu truy vấn sau:

```
SELECT roads.id
```

```
FROM roads, highways
```

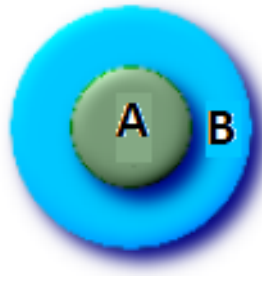
```
WHERE ST_Crosses(roads.the_geom, highways.the_geom);
```

5.5.6 ST_Within

Cú pháp:

`boolean ST_Within(geometry A, geometry B`

Trả về giá trị TRUE nếu đối tượng không gian A hoàn toàn nằm trong đối tượng không gian B.

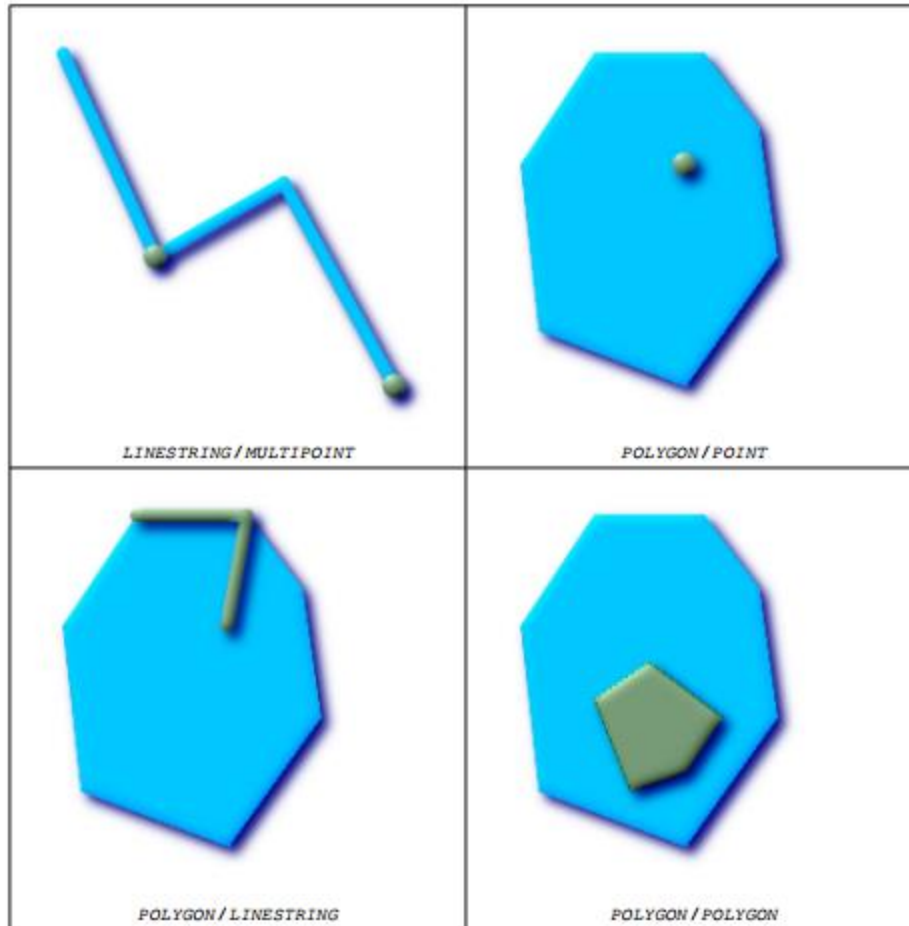


5.5.7 ST_Contains

Cú pháp:

`boolean ST_Contains(geometry geomA, geometry geomB)`

Trả về giá trị TRUE nếu và chỉ nếu B hoàn toàn nằm trong A. Các đối tượng không gian được xét đến gồm Line/Point, Polygon/Point, Polygon/Line, Polygon/Polygon.



5.5.8 ST_Overlaps

Cú pháp:

`boolean ST_Overlaps(geometry A, geometry B)`

Trả về giá trị TRUE nếu các đối tượng hình học có chung phần giao nhau nhưng không hoàn toàn chứa nhau. Các đối tượng hình học được xét ở đây gồm Point/Point, Line/Line, Polygon/Polygon.

