

Krzysztof AMBORSKI¹
Włodzimierz DĄBROWSKI¹
Przemysław KOWALCZUK¹
Konrad MARKOWSKI¹

ZASTOSOWANIE BAZ DANYCH W STEROWANIU RUCHEM ULICZNYM

Zagadnienie sterowania ruchem drogowym jest obecnie bardzo ważnym elementem w związku z gwałtownie rosnącym ruchem ulicznym w miastach. Opracowanie efektywnej strategii działania w ustaleniu przełączeń świateł drogowych i wyznaczeniu alternatywnych dróg transportu w przypadku kolizji lub zatorów wymaga coraz większych nakładów pracy i gromadzenia znacznej ilości informacji. W referacie omówiono niektóre problemy związane z budową baz danych dla tego typu zadań.

APPLICATION OF DATA BASES IN TRAFFIC CONTROL

Control of traffic in urban conditions is nowadays very important element in connection with dramatic increase of traffic in the cities. Preparation of the effective strategy in traffic lights switching and determination of alternative transport ways in the case of collision or blockade demands more and more working load and gathering of big amount of information. In the paper is described basic problems connected with building of data base for this kind of problems.

1. WSTĘP

Sterowanie ruchem drogowym jest zagadnieniem o wysokim stopniu złożoności. W ruchu tym występują elementy sygnalizacyjne, układy świateł, ręcznie regulowane strumienie ruchu. Sygnalizacja powinna być skoordynowana zarówno w skali skrzyżowania jak i w skali rejonu sterowania ruchem. Celem głównym w zadaniu efektywnego sterowania ruchem powinno być opracowanie oprogramowania projektowego planów świateł ukierunkowanego na programowanie urządzeń sterujących. Rozwiązanie to umożliwi użytkownikowi dysponowanie układem Pomocy Decyzyjnej pozwalającym na skuteczne opracowywanie części obliczania planów świateł.

Elementem tego oprogramowania jest baza danych, która będzie zapewniać trwałe przechowywanie bieżących danych związanych z projektowymi artefaktami oraz dane historyczne z działania systemów. Ważnym elementem bazy są dane na temat położenia

¹Politechnika Warszawska, Wydział Elektryczny; 00-662 Warszawa, ul. Koszykowa 75
Tel. +48 22 234-7615, Fax +48 22 625-6633. E-mail: ambor@isep.pw.edu.pl

i rozmieszczenia przestrzennego i geograficznego elementów infrastruktury regulacji ruchu jak i samych danych geograficznych o skrzyżowaniach (mapy).

2. DANE PRZESTRZENNE

Dane przestrzenne zyskują w ostatnim czasie coraz większą popularność w związku z rozwojem technologii. Wykorzystywane są do tworzenia wielu systemów i usług sieciowych takich jak *Google Maps* czy systemy *GPS* (ang. *Global Positioning System*). Dzięki danym przestrzennym możliwe jest nie tylko stworzenie mapy terenu, ale także umiejscowienie i przetwarzanie obiektów na tej mapie. Ze względu na łatwość przetwarzania i analizy warto przechowywać dane przestrzenne w bazie danych. Daje to nowe możliwości nie tylko dostępu do danych, ale również ich eksploracji. Kilka przykładów operacji na danych przestrzennych przechowywanych w bazach danych to:

- Znajdowanie najkrótszej ścieżki pomiędzy punktami
- Wykonywanie m.in. sumowania, różnicy czy ilorazu obszarów.
- Obliczanie długości, pola powierzchni, obwodu obiektów, znajdowanie środka symetrii.

Dzięki przechowywaniu danych przestrzennych w bazach danych możliwe jest przetwarzanie danych przestrzennych i geograficznych. Są to systemy informacji geograficznej - Systemy *GIS* (ang. *Geographical Information System*)

Najpopularniejszym z nich jest *Google Maps*. Konkurencyjnym serwisem pochodzącym od Microsoftu jest *Bing Maps*. Z podobnych, polskich serwisów tego typu warto wymienić *Zum*, który oprócz wyznaczania trasy i wyszukiwania adresów umożliwia także wyszukiwanie firm.

Tworzeniem standardów z zakresu przechowywania i przetwarzania danych przestrzennych zajmuje się konsorcjum *Open Geospatial Consortium (OGC)* [5]. W skład tego konsorcjum wchodzi szereg organizacji komercyjnych, rządowych, badawczych i innych z całego świata. Dziełem tego konsorcjum są standardy takie jak: *WMS*, *WFS*, *WCS*, *GML*, *KML* i wiele innych. Standardy dotyczące przechowywania i dostępu do danych przestrzennych w relacyjnych i obiektowo-relacyjnych bazach danych opisują dokumenty zatytułowane „*Simple Features*” i „*Simple Features SQL*” [5]. Standardy te opisują sposoby przechowywania danych przestrzennych w bazach danych jak również definiują zbiór operacji, które służą do tworzenia i przetwarzania danych przestrzennych. Metody operujące na danych przestrzennych mają zazwyczaj przedrostek „ST” np. *STDifference*, która reprezentuje różnicę, czy *STUnion* reprezentująca sumę. Baza Microsoft SQL Server 2008 jest zgodna z tymi standardami.

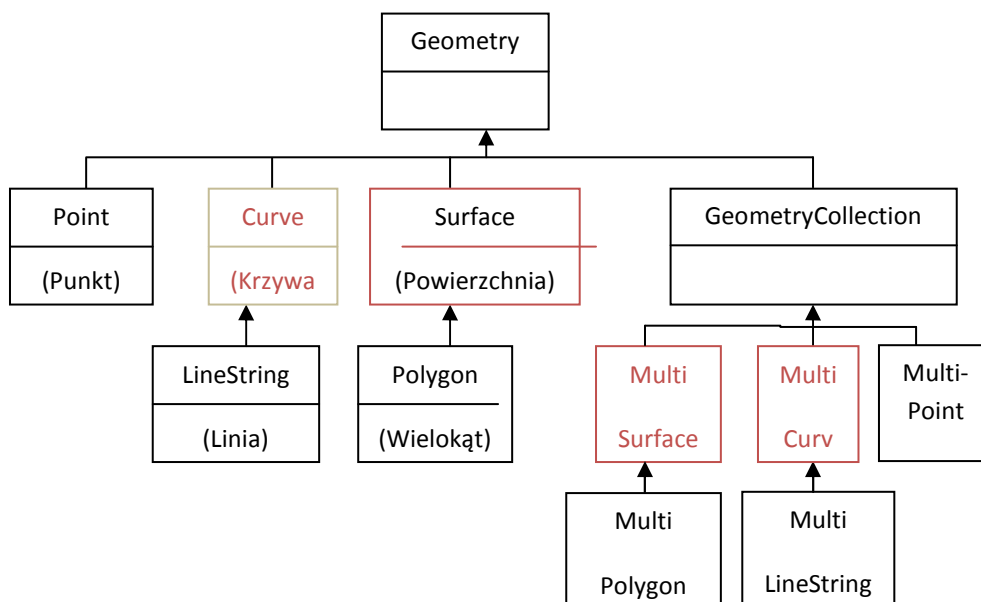
Dane przestrzenne są rodzajem danych nierelacyjnych. W SQL Server 2008 można wyróżnić dwa rodzaje danych przestrzennych:

- Dane geometryczne
- Dane geograficzne

Dane geometryczne są to dane umieszczone w euklidesowym układzie współrzędnych - w tzw. „układzie płaskiej ziemi”. W bazie MS SQL 2008 ten typ danych opisuje typ *GEOMETRY*, który należy stosować do opisanie obiektów, dla których z punktu widzenia ich wielkości i zastosowania nie jest istotna krzywizna Ziemi. Przykładem zastosowania danych geometrycznych może być np. plan budynku.

Drugą grupą danych przestrzennych są dane geograficzne - typ GEOGRAPHY. Używa się ich do umiejscowienia obiektów na kuli ziemskiej. Przy użyciu tego typu danych można tworzyć różnego rodzaju mapy. Obiekty, które można opisać danymi geograficznymi są obiektami, dla których można określić długość i szerokość geograficzną.

W przypadku danych geograficznych istotny jest system odniesienia. Mówi on o sposobie odwzorowywania rzeczywistej pozycji na pozycję w układzie współrzędnych. Systemy odniesienia określa standard organizacji *EPSG* a każdy z nich ma swój identyfikator zwany *SRID* (ang. *Spatial Reference Identifier*). Jednym z najpopularniejszych systemów jest WGS 84 (SRID 4326), który jest globalnym systemem odniesienia używanym m.in. w systemie GPS. Innym popularnym systemem jest NAD 27 (SRID 2029) używany w Ameryce Północnej. W Polsce poza systemem WGS 84 wykorzystywane są głównie systemy Pulkovo 1942 (SRID od 2171 do 2175) oraz ETRS89 (systemy oznaczane symbolami „2000” - SRID od 2176 do 2179 i „1992”, SRID 2180).



Rys.1. Hierarchia typów danych przestrzennych wg. *OGC*.

Na szaro oznaczone są typy niedostępne w MS SQL 2008

Można wyróżnić trzy podstawowe typy danych przestrzennych: punkt (POINT), linia łamana (LINESTRING) i wielokąt (POLYGON). Dodatkowo istnieją typy służące do przechowywania wielu danych powyższych typów. Są to odpowiednio MULTIPOINT, MULTILINESTRING i MULTIPOLYGON. Ostatnim typem danych przestrzennych w MS SQL Server 2008 jest, GEOMETRYCOLLECTION, który służy do przechowywania danych wszystkich powyższych typów.

Dane przestrzenne przechowywane są w bazie danych w jednym z trzech formatów, zaproponowanych przez konsorcjum *OGC* (ang. *Open Geospatial Consortium*):

- *WKB* (ang. *Well Known Binary*) - binarny format reprezentacji danych przestrzennych
- *WKT* (ang. *Well Known Text*) - tekstowy format reprezentacji danych przestrzennych
- *GML* (ang. *Geographical Markup Language*) - format reprezentacji danych przestrzennych oparty o *XML*

Aby utworzyć obiekt przestrzenny w MS SQL 2008 trzeba skorzystać z odpowiedniej metody dla danego formatu danych.

Dane przestrzenne są przechowywane nie tylko w postaci *WKT*, *WKB* czy *GML*. Na świecie istnieje wiele bardziej lub mniej popularnych formatów przechowywania danych przestrzennych. Najprostszym z nich jest format tekstowy, warto wspomnieć także format *KML* (ang. *Keyhole Markup Language*) wykorzystywany przez Google Earth. Kolejnym ważnym formatem, jednym z najpopularniejszych jest *ERSI Shapefile* stworzony przez *Environmental Systems Research Institute Inc.*

Do importu danych z formatów wymienionych powyżej dostępne są specjalne narzędzia. W przypadku *Shapefile* można skorzystać z *Shape2SQL* dostępnego pod adresem <http://www.sharpgis.net/page/SQL-Server-2008-Spatial-Tools.aspx>. Import z innych formatów jest możliwy np. poprzez skorzystanie z rozwiązania innej firmy i konwersję danych do *ERSI Shapefile*.

Przykładowy plik *ERSI Shapefile* można pobrać ze strony http://thematicmapping.org/downloads/TM_WORLD_BORDERS-0.3.zip.

Jest on udostępniany na licencji *Creative Commons*. Duża ilość danych przestrzennych, również na licencji *Creative Commons* udostępniona jest na stronach <http://downloads.cloudmade.com> oraz <http://www.mapcruzin.com>.

3. METODY I NARZĘDZIA RAPORTOWANIA

Integralnym elementem systemu powinny być narzędzia umożliwiające efektywny dostęp do zagregowanych danych i generujące zdefiniowane wcześniej raporty. Raporty powinny powstawać na podstawie danych zebranych w bazie danych. Definicje raportów powinny być wcześniej określone przez klienta. Narzędzia powinny zapewniać sprawne, efektywne i wydajne generowanie raportów oraz obsługę nie wymagającą wielogodzinne szkolenia z zakresu generowania raportów.

Przez *raport* należy rozumieć prezentację informacji, która jest rozpowszechniana wśród wybranej grupy użytkowników. Informacje zawarte w raportach mogą być prezentowane w różnych formatach.

Raportowanie standardowe bazuje na centralnym miejscu składowania danych. Posiada ono funkcję wyświetlania listy zawartości oraz katalogu dostępnych raportów. Dzięki temu użytkownicy mogą szybko odnaleźć interesujące ich raporty. Zazwyczaj miejsce to posiada dobre zabezpieczenia, które pozwalają kontrolować dostęp poszczególnych użytkowników do wybranych raportów.

Raportowanie „Ad hoc“ zakłada możliwość dostępu użytkowników do modułu, dzięki któremu będą mogli oni wybierać dane w rzutowaniu horyzontalnym lub wertykalnym. Dane otrzymane w wyniku zastosowania projekcji i filtracji są umieszczane w raporcie. Rozwiązanie takie dostarcza zazwyczaj również zbiór narzędzi do projektowania raportów oraz definiowania szaty graficznej raportów.

Raportowanie wbudowane polega na integracji raportów z portalami i aplikacjami wewnętrznymi korporacji lub zakupionymi od zewnętrznych dostawców.

Nowoczesne usługi raportowania są w stanie sprostać wymaganiom raportowania dzięki wielowarstwowości komponentów jakie zawierają. Ponadto podział komponentów na niezależne jednostki funkcjonalne powoduje, że architektura usług raportowania może być w szerokim zakresie skalowalna. Skalowalność ta powoduje, że mogą zostać zaspokojone potrzeby szerokiej grupy odbiorców raportów.

W zastosowaniu do baz danych do sterowania ruchem ulicznym można wymienić następujące elementy, które powinny być raportowane z bazy:

1. Plan sytuacyjny z rozmieszczeniem sygnalizatorów i detektorów, numeracją sygnalizatorów i detektorów (oraz oznaczeniami grup sygnałowych)
2. Schemat faz ruchu
3. Zestawienie sygnalizatorów wraz z danymi grup sygnałowych
4. Tablica minimalnych czasów międzyzielonych
5. Tabela przesunięć początków oraz końców sygnałów
6. Tabela prędkości przyjętych do obliczeń czasów międzyzielonych
7. Zestawienie detektorów
8. Diagram programu sygnalizacji
9. Diagram programów przejść międzyfazowych
10. Wyniki obliczeń przepustowości

4. WNIOSKI

Znajomość wybranych problemów związanych z danymi przestrzennymi, przedstawionych w referacie, może być przydatna w budowie baz danych dla sterowania ruchem drogowym – zwłaszcza do punktu pierwszego wymienionego w wykazie elementów raportowania. Zagadnienia raportowania elementów z bazy danych stanowią zbyt obszerny zakres, by przedstawić tu wszystkie możliwości – w referacie przedstawiono je jedynie w głównym zarysie.

4. BIBLIOGRAFIA

- [1] Amborski K., Dzieliński A., Kowalczuk P.: Symulacja sterowania miejskim ruchem ulicznym. Materiały VII Konferencji Naukowo-Technicznej LOGITRANS, Szczyrk, 14-16 kwietnia 2010
- [2] Gaca S., Suchorzewski W., Tracz M.: *Inżynieria ruchu drogowego*, Warszawa, WKiŁ 2008.
- [3] Kawalec P., Firl_g K.: *Badania symulacyjne sterowników lokalnych ruchu drogowego o strukturze rozproszonej*. Materiały Międzynarodowej Konferencji Naukowej „Transport XXI wieku”, Warszawa, 2004,
- [4] Suda J.: "Zarządzanie transportem miejskim. Zastosowanie w Warszawie" Materiały Warszawskiej Konferencji Transportu Publicznego, 10-11 październik 2005
- [5] <http://www.opengeospatial.org>