

Infrastruktura danych przestrzennych inaczej, cz. IV

PRZYSZŁOŚĆ SDI

Infrastruktura danych przestrzennych (SDI) lokuje się na pograniczu geodezji i informatyki. Polska służba geodezyjna i kartograficzna powinna budować SDI, wykorzystując firmy informatyczne do rozwiązywania problemów. Na razie jednak to firmy informatyczne starają się realizować własne komercyjne cele, wykorzystując do tego służbę geodezyjną i kartograficzną.

ADAM IWANIAK

• LATA 80. - ROZWIĄZANIA TYPU DESKTOP

Wdrożenia GIS rozpoczęto w Polsce w połowie lat 80. Oprogramowanie dostępne było dla systemów UNIX. W większości rozwiązań (ze względu na koszt i ograniczenia technologiczne) w jednym komputerze znajdowały się zarówno dane geograficzne, jak i oprogramowanie pozwalające na ich przetwarzanie i analizę. Większość wykorzystywanego w tym czasie oprogramowania nie oferowała możliwości podziału na dane geometryczne i opisowe, a więc wszystko zapisywano w jednym pliku binarnym. Wraz z rozwojem sieci komputerowych pliki z danymi zaczęto składować na serwerach plików. Przy realizacji małych projektów GIS to rozwiązanie często wykorzystywane jest do dzisiaj.

• LATA 90. - ARCHITEKTURA 2-WARSTWOWA

Kolejne lata przyniosły rozwój systemów GIS polegający na rozdzieleniu części opisowej i geometrycznej danych przestrzennych. Część geometryczna zapisywana była na serwerach w postaci plików binarnych (np. w formacie MicroStation), a część opisowa – pamiętana w relacyjnej bazie danych. Rozwiązanie to pozwoliło wykorzystywać do wykonania analiz i zarządzania standardowy mechanizm zadawania zapytań SQL, a także tworzyć wielodostępne systemy, które umożliwiały zasilanie i aktualizację danych (z pewnymi ograniczeniami) równoległe przez wielu operatorów (patrz rysunek obok).

Początkowo oprogramowanie wykonujące analizy przestrzenne znajdowało się w całości po stronie klienta, wykorzystując jego moc obliczeniową. Zapytania

atrybutowe realizowane były poprzez zapytania SQL do relacyjnej bazy danych. W odpowiedzi otrzymywano m.in. identyfikatory obiektów umożliwiające wyszukanie w części geometrycznej obiektów spełniających warunki określone w zapytaniu SQL.

Wraz z rozwojem baz danych wprowadzono mechanizm pozwalający przechowywać duże obiekty w postaci binarnej (BLOB – Binary Large Objects). W GIS-ie wykorzystano go do pamiętania geometrii obiektów. Pozwoliło to na zapisywanie danych geometrycznych i opisowych w jednej bazie danych. Dzięki takiemu rozwiązaniu wiele funkcji systemów GIS (związanych m.in. z zapewnieniem bezpieczeństwa, transakcjami, wielodostępem, odtwarzaniem danych po awarii) mogło zostać przeniesionych na stronę systemu zarządzania bazą danych. Zapis wszystkich danych w jednej relacyjnej bazie wiązał się również w większości przypadków ze zmianą modelu danych z postaci topologicznej na obiektową.

Firma Oracle już w 1997 roku wprowadziła mechanizm zwany opcją przestrzenną. Pozwalał on nie tylko przechowywać geometrię obiektów, ale również

dzięki wykorzystaniu indeksowania przestrzennego skracał czas dostępu do danych geometrycznych dużych obszarowo projektów GIS. Jednak główna innowacyjność tego rozwiązania polegała na możliwości zadawania zapytań do serwera bazy danych o obiekty spełniające określone warunki atrybutowe lub/i przestrzenne. Do znalezienia odpowiedzi wykorzystywane są więc zasoby serwera, a nie klienta. Podobną własność posiada rozwiązanie ArcSDE firmy ESRI.

• KONIEC LAT 90. - ARCHITEKTURA 3-WARSTWOWA

Rzeczywisty rozwój technologii informatycznych i popularyzacja internetu sprawiły, że GIS zaczęto implementować w architekturze 3-warstwowej. W podejściu tym oprogramowanie podzielone jest na trzy niezależne moduły: interfejs użytkownika, serwer aplikacji i bazę danych. Klient realizuje bardzo ograniczone zadania, najczęściej związane z interfejsem użytkownika. Za interakcje z serwerem bazy danych oraz główne obliczenia odpowiada warstwa pośrednia – serwer aplikacji. Udostępnia ona klientowi mechanizmy, za pomocą których może on przetwarzać dane. Jeżeli zadania warstwy pośredniej realizowane są przez więcej niż jeden serwer, mówimy o architekturze n-warstwowej. W praktyce systemy te działają w sieci internet/intranet.



Warto zauważyć, że idea architektury 3-warstwowej jest tak stara, jak same systemy informatyczne. Jej spopularyzowanie wiąże się z rozwojem technologii internetowych. Dzięki nim komponenty architektury 3-warstwowej mogą zostać rozproszone w globalnej sieci, uwalniając aplikacje z ograniczeń przestrzennych. Co więcej, systemy działające w architekturze wielowarstwowej łatwo poddają się skalowaniu i modernizacji. Nie bez znaczenia jest również fakt, że w tych systemach stosunkowo łatwo uwzględnić logikę biznesową (która często jest realizowana jako osobna warstwa).

Najpopularniejszym rozwiązaniem w SDI o architekturze n-warstwowej jest system umożliwiający dystrybucję danych przestrzennych w internecie. W tym przypadku klientem jest przeglądarka WWW, a serwerem aplikacji – oprogramowanie do wizualizacji i analizy danych przestrzennych (np. ArcIMS czy GeoMedia WebMap) zintegrowane z serwerem WWW (np. IIS lub Apache). Programy te łączą się z jedną lub kilkoma bazami danych. Mimo iż z serwisu korzystają tysiące użytkowników, to baza danych ma najczęściej tylko jednego klienta, którym jest serwer aplikacji.

Oprogramowanie łączące się z serwerem aplikacji, odgrywające rolę interfejsu użytkownika i wykorzystujące przeglądarkę internetową, nazywamy *cienkim klientem*. Natomiast program wykorzystujący protokół http do bezpośredniego łączenia się z serwerem aplikacji i przejmujący na siebie część obliczeń nazywany jest *grubym klientem*.

Zalety systemów GIS wykorzystujących architekturę 3-warstwową klient-serwer w porównaniu z 2-warstwą to:

- niski koszt udostępniania danych,
- łatwość obsługi,
- globalny zasięg,
- możliwość administrowania systemem z jednego miejsca,
- rozdzielenie funkcji systemu na niezależne moduły (znacznie ułatwia modernizację systemu).

Wadami niewątpliwie są:

- ograniczone możliwości wykonywania operacji na danych,
- wydłużony czas oczekiwania na mapę,
- możliwość kradzieży danych.

● PROGRAM NR 1 – PRZEGLĄDARKA WWW

Ogólnosiwiatowy wskaźnik przyrostu dochodów w branży GIS wynosi prawie 10% rocznie (<http://www.daratech.com/press/releases/2004>).

PROSTY SERWIS DYSTRYBUUJĄCY MAPY W INTERNECIE



com/press/releases/2004). Jest to obok biotechnologii, IT i kosmetyków jedna z najszybciej rozwijających się dziedzin. Tendencja ta utrzymuje się już od wielu lat, co sprawiło, że wielkie korporacje informatyczne zaczęły patrzeć w stronę branży GIS z coraz większym zainteresowaniem (co obserwujemy również w naszym kraju). Zgodnie z zapowiedziami ostatnia wersja Oracle'a 10g jest bardzo zaawansowanym narzędziem do tworzenia GIS-u. Również na podstawie ostatnich działań firmy Microsoft (wprowadzenie oprogramowania MapPoint oraz zapowiedź MSSQL 2005 z opcją przestrzenną) można wnioskować, że w najbliższych latach dostarczy ona zaawansowanych narzędzi do budowy systemów GIS. Firma Google – udostępniając interfejs programowy API do swoich usług, Google umożliwia rozwój usług dodanych (patrz. cz. I cyklu GEODETA 11/2005 – aktor *value adder*).

Rozwiązań wykorzystujących architekturę n-warstwową jest coraz więcej i ich liczba szybko będzie się powiększać. Możemy to zauważyć również w geodezji. Świetnym przykładem jest „kataster on-line” opracowany w ramach programu MATRA, który w swoich założeniach oszczędził od rozwiązań dominujących obecnie w systemach katastralnych i zbudował całkiem nową jakość, opartą na architekturze 3-warstwowej.

Ciągnąca się latami dyskusja o wyższości oprogramowania jednej firmy nad drugą zaczyna tracić sens, o ile kiedykolwiek go miała. Z jednej strony interoperacyjność sprawia, że możliwa jest wymiana danych pomiędzy coraz większą liczbą dostępnych na rynku progra-

mów GIS, z drugiej strony firmy informatyczne koncentrują się na budowie serwerów aplikacji (warstwy pośredniej) realizującej procesy biznesowe klientów. Procesy biznesowe może nie zawsze są unikalne, ale najczęściej wymagają indywidualnego podejścia, a więc nie mogą być realizowane przez gotowe oprogramowanie „z pudełka”. W konsekwencji firmy z branży GIS odchodzą od sprzedaży gotowych aplikacji na rzecz realizacji projektów informatycznych.

Tak jak przedstawiono to na powyższym rysunku, w systemach o 3-warstwowej architekturze podstawowym programem realizującym funkcje interfejsu użytkownika jest przeglądarka internetowa. Moim zdaniem to ona w najbliższych latach będzie dominującym narzędziem umożliwiającym dostęp i analizę danych przestrzennych. Nie oznacza to, że zmaleje liczba sprzedawanych pakietów GIS desktop. Zapewne będzie ona rosła, ale liczba użytkowników GIS wykorzystujących przeglądarki WWW będzie rosła niewspółmiernie szybciej.

Warto zauważyć, że to, co łączy rozwiązania Microsoft, Oracle czy Google, to otwarta architektura usług Web Services.

● USŁUGI WEB

„Pierwszą rewolucją internetową było dostarczenie ludziom informacji. Znajdujemy się teraz w okresie drugiej rewolucji, która skupia się na dostarczeniu informacji do systemów. XML jest narzędziem, które urzeczywistnia tę nową rewolucję, a usługi WWW są metodami, które kierują komunikacją między systemami” (C. Kochmer, E. Frandsen, 2002).

Usługi Web Services umożliwiają aplikacjom wymienianie się danymi oraz – co jeszcze istotniejsze – wykorzystywanie

możliwości innych aplikacji, niezależnie od tego, jak zostały zbudowane, w jakim systemie operacyjnym działają oraz za pomocą jakich urządzeń uzyskuje się do nich dostęp. Mimo iż Web Services działają niezależnie od siebie, mogą łączyć się w luźne konfiguracje usług, które wykonują określone zadania. Umożliwiają aplikacjom wymianę danych, wykorzystując XML jako uniwersalny język internetowej wymiany danych. Najważniejszymi standardami związanymi z serwisami Web są: XML, SOAP, UDDI, WSDL. Istotną cechą usług WWW jest ich niezależność od platformy i języka implementacji.

XML (Extensible Markup Language – rozszerzalny język znaczników) wzorowany jest na SGML (Standard Generalized Markup Language) i służy do definiowania formatu i struktury dokumentów. Umożliwia tworzenie swoich własnych znaczników formatujących definiowanych w DTD lub XML Schema i jest bardzo szeroko wykorzystywany w informatyce.

SOAP (Simple Object Access Protocol – prosty protokół dostępu do obiektów) jest standardem opracowanym przez konsorcjum W3C do przesyłania zapytań i odpowiedzi przez usługi WWW Services. SOAP wykorzystuje język XML do opisu typów danych oraz reguł dotyczących wywoływania zdalnych procedur i odczytu odpowiedzi.

UDDI (Universal Description, Discovery and Integration – uniwersalny opis, odkrywanie i integracja) jest specyfikacją baz danych, w których dostawcy usług rejestrują swoje usługi za pomocą dokumentów WSDL. Początkowo specyfikacja opracowana była przez IBM i Microsoft, a obecnie prowadzona jest przez OASIS (Organization for the Advancement of Structured Information Standards). UDDI Business Registry (UBR) to publiczny rejestr usług Web Services, który jest logicznie scentralizowany, natomiast fizycznie rozproszony i replikowany. UBR umożliwia przedsiębiorstwom reklamowanie swoich usług i pozwala wyszukiwać partnerów biznesowych. Działa jak elektroniczna książka telefoniczna, podzielona na trzy części:

- zielone strony – dane techniczne o usługach firmy oraz odnośniki URL do stron z informacją o każdej usłudze,
- białe strony – identyfikacja, adresy i inne dane kontaktowe firm rejestrujących swoje usługi,
- żółte strony – wykaz dostawców usług ułożony według klasyfikacji przemysłowej.

● **WSDL (Web Services Description Language – język opisu usług WWW)** jest opracowany w formacie XML. Dokument WSDL tworzony jest przez dostawcę usługi i publikowany w rejestrze UBR. Zawiera wszystkie informacje potrzebne do wywołania usługi (lokalizacja, nazwa, parametry). Chcąc skorzystać z usługi, programiści muszą ściągnąć dokument WSDL i wykorzystać informacje w nim zawarte do wywołania danej usługi. Koncepcja wykorzystania rejestrów UDDI do wzajemnego komunikowania się usług Web jest prosta. Klient (osoba lub program) potrzebujący określonej usługi przeszukuje katalogi UDDI. Po znalezieniu usługi, która spełnia jego kryteria, na podstawie metadanych (dokumentu WSDL opisującego usługę) automatycznie generuje komunikat żądania usługi i wysła go pod znaleziony adres URL.

Pomysł jest piękny w swojej prostocie, ale obecnie sprawdza się w tych średnich i dużych firmach, w których administrator posiada pełną kontrolę i wiedzę o poszczególnych usługach (a proces automatycznego generowania jest ograniczony). Aby usługi Web Services w ogólności realizowały złożony proces biznesowy, potrzebny jest mechanizm, który przejmie nad nimi kontrolę. Firmy Microsoft, IBM, Sun, SAP czy BEA intensywnie pracują nad opracowaniem i wdrożeniem odpowiednich standardów, jak BPEL, WCSI czy BPML.

● GEOINFORMACYJNE USŁUGI WEB

Jednym z podstawowych zadań konsorcjum OGC (Open Geospatial Consortium) jest standaryzowanie usług geoinformacyjnych, które zgodnie z założeniami są usługami Web Services. Dokładną klasyfikację usług można znaleźć w kompendium SDI (J. Gaździcki, 2003) oraz normie ISO 19119. Do podstawowych i najczęściej używanych usług (oprócz tych udostępnianych przez serwery katalogowe, opisanych przeze mnie w poprzednich odcinkach cyklu) należą usługi dostępu do danych WMS, WFS i WCS.

WMS (Web Map Server) to specyfikacja implementacyjna OGC (przyjęta jako norma ISO 19128) określająca interfejs serwera danych przestrzennych oparty na protokole HTTP. Taki serwer w odpowiedzi na żądania formułowane przez klienta udostępnia dane przestrzenne w postaci obrazu graficznego zgodnie z zasadami określonymi w specyfikacji (wynikiem może być np. mapa rastrowa w formacie GIF czy JPG w określonym

układzie współrzędnych i o zadanym rozmiarze). Usługa WMS pozwala na złożenie map poprzez kolejne wywołania odnoszące się do różnych warstw tematycznych udostępnianych przez dany serwer. Użytkownik może też skomponować własną mapę, wykorzystując niezależne źródła danych pochodzące od różnych dostawców. Specyfikacja WMS definiuje sposób, w jaki klient żąda mapy (określając nazwę warstwy, rozmiar zwracanego obrazu, współrzędne), i sposób opisu danych, którymi gospodaruje serwer. Stwarza to możliwość odwołania się przez klienta do kilku serwerów WMS i utworzenia spójnej mapy, składającej się z kompozycji przesłanych obrazów. Serwer WMS powinien obsługiwać następujące żądania:

- GetCapabilities – przesyłać opis informacji zawartych na serwerze oraz dopuszczalnych parametrów zapytań.
- GetMap – przesyłać mapę spełniającą kryteria żądania.
- GetFeatureInfo – przesyłać dodatkowe informacje na temat obiektów na mapie przesłanej na żądanie GetMap.

WFS (Web Feature Server) różni się od WMS tym, że udostępnia dane w postaci wektorowej, wykorzystując do tego format GML. Klient poprzez serwis WFS ma możliwość zamówienia tylko tej partii informacji, która go interesuje. Dzięki wykorzystaniu języka GML klient może lokalnie manipulować otrzymanymi danymi. Istotną cechą tego serwisu jest również umożliwienie edycji danych zgromadzonych na serwerze (jako opcja). Poprzez wysłanie odpowiednich komend klient może usuwać, dodawać lub aktualizować dane po stronie serwera.

Serwis WFS może również stać się klientem innego serwisu WFS. Jeśli jeden z serwerów nie dysponuje zamówionymi przez klienta danymi, WFS może kaskadowo skorzystać z informacji innych serwerów WFS i w rezultacie dostarczyć połączone dane. Serwer WFS powinien obsługiwać następujące żądania:

- GetCapabilities – przesyłać opis możliwości serwera; w szczególności musi wskazać, jakie rodzaje obiektów przesyła oraz jakie operacje na poszczególnych obiektach są możliwe do wykonania.
- DescribeFeatureType – przesyłać opis struktury obiektów, które obsługuje.
- GetFeature – przesyłać konkretne obiekty zgodne z warunkami postawionymi przez klienta i to zarówno atrybutowymi, opisowymi, jak i przestrzennymi.
- GetGmlObject – obsłużyć żądanie otrzymania obiektu poprzez odwołanie

do XLinks, a także poprzez wskazanie identyfikatora w pliku XML.

- Transaction – pozwala na tworzenie, modyfikację oraz usuwanie obiektów.

- LockFeature – pozwala na zablokowanie jednego lub więcej obiektów na czas trwania transakcji.

WCS (Web Coverage Server) stanowi rozszerzenie specyfikacji WMS. Odnosi się on bardziej do pokrycia terenu posiadającego określoną wartość dla każdego piksela niż do generowania map, jak to ma miejsce w przypadku WMS.

Warto zauważyć, iż otwarty charakter usług Web sprawia, że możliwe i stosunkowo proste jest tworzenie usług dodatkowych. Jest to jeden z kluczowych czynników mających wpływ na rozwój SDI, pozwala bowiem angażować inwencję i kapitał firm komercyjnych.

● 4-WARSTWOWA ARCHITEKTURA SDI

Model architektury usług geoinformacyjnych opracowany przez konsorcjum OGC (OGC 05-042r2) oparty został na następujących założeniach:

- składa się ona z czterech warstw: klienta, usług aplikacyjnych, usług przetwarzania, usług zarządzania informacją;

- usługi mogą być łączone z innymi usługami geoinformacyjnymi;

- interfejs usług ma być relatywnie prosty i opierać się na otwartych standardach;

- usługi komunikują się z wykorzystaniem powszechnie używanych standardów internetowych.

Warstwa usług zarządzania informacją zawiera usługi przechowywania i dostępu do danych i metadanych. Dostęp przeważnie jest ograniczony do wyspecyfikowanych danych lub metadanych spełniających określone przez klienta warunki. Usługi te mogą być wywoływane przez klienta, inne usługi z tej warstwy albo warstwy usług przetwarzania (należą do nich m.in. usługi WMS, WFS, WCS czy usługi serwerów katalogowych).

Warstwa usług przetwarzania obejmuje usługi zaprojektowane do przetwarzania map (w postaci rastrowej) i obiektów. Usługi te mogą być wywoływane przez klienta lub inne usługi należące do tej warstwy i mogą one wykorzystywać usługi z warstwy zarządzania informacją. Usługi przetwarzania obejmują m.in.: transformację współrzędnych, klasyfikację obrazów, geokodowanie czy klasyfikację tematyczną.

4-WARSTWOWA ARCHITEKTURA USŁUG SDI WEDŁUG OGC



Warstwa usług aplikacyjnych zawiera usługi zaprojektowane, aby wspierać *cienkiego klienta* w postaci przeglądarek WWW. Usługi te mają realizować wykonywane często przez klienta funkcje, takie jak: komponowanie map z wykorzystaniem WMS, edytowanie danych opisowych i geometrycznych obiektów, generalizacja obiektów i obrazów czy łączenie innych serwisów. Usługi te są używane przez klienta i wywołują inne usługi z warstwy aplikacyjnej, przetwa-

SDI JUTRA

- Rozwój SDI jest i będzie oparty na usługach Web Services.

- Programem najczęściej używanym przez użytkowników SDI i GIS będzie przeglądarka WWW.

- W branży GIS zostanie odnotowany znaczący wpływ największych firm softwarowych, takich jak Microsoft czy Oracle. Może to oznaczać, że oprogramowanie GIS będzie tańsze i lepiej zintegrowane z aplikacjami typu Office.

- Firmy GIS-owe będą się raczej koncentrować na budowie serwerów aplikacji do konkretnych rozwiązań niż sprzedawaniu gotowych programów.

- Dzięki interoperacyjności szybko będzie się zwiększała oferta darmowego oprogramowania posiadającego coraz większą funkcjonalność.

- Stale będzie rosła liczba usług geoinformacyjnych.

- ISO i konsorcjum OGC będzie musiało kontynuować prace nad osiągnięciem zgodności ze standardami WSDL/SOAP/UDDI oraz lepszym modelem łączenia usług geoinformacyjnych w celu tworzenia usług złożonych.

rzania i zarządzania informacją. Szczegółowy model łączenia usług został opisany w normie ISO 19119.

● KRAJOWA SDI A USŁUGI WEB

SDI może być rozpatrywana z różnych perspektyw: technologicznej, politycznej, finansowej czy organizacyjnej. Z technologicznego punktu widzenia SDI to zbiór usług Web Services umożliwiających wyszukanie, dostęp, przetwarzanie i wizualizację danych przestrzennych, które powinny być budowane zgodnie ze standardami ISO i OGC przez niezależne podmioty m.in.: jednostki organizacyjne administracji publicznej i firmy komercyjne. Geoportal tworzony w ramach krajowej infrastruktury danych przestrzennych ma ułatwiać użytkownikom wyszukanie, dostęp i łączenie usług geoinformacyjnych z „jednego miejsca” bez konieczności surfowania po internecie. Jednak o „wielkości” krajowej infrastruktury danych przestrzennych decyduje przede wszystkim ilość i jakość danych dostępnych przez usługi.

Geoportal, usługi Web i pozyskiwanie danych powinny być rozpatrywane jako niezależne zadania, a nie łącznie, jak to ma miejsce w projekcie GEOPORTAL.GOV.PL. W GIS stosunek kosztów pozyskania danych do sprzętu i oprogramowania ma się jak 8:1:1. Można zakładać, że w SDI jest on podobny. Jeżeli powyższe zadania będą realizowane w ramach jednego projektu, można oczekiwać z dużym prawdopodobieństwem, że to firmy informatyczne, a nie geodezyjne będą odpowiadać za pozyskiwanie danych. Wydaje się, że polska służba geodezyjna i kartograficzna powinna budować SDI, wykorzystując firmy informatyczne do rozwiązywania problemów. Na razie to jednak firmy informatyczne starają się realizować własne komercyjne cele, wykorzystując do tego służbę geodezyjną i kartograficzną.

DR INŻ. ADAM IWANIAK

jest adiunktem w Katedrze Geodezji i Fotogrametrii oraz kierownikiem Laboratorium GIS

AR we Wrocławiu

Literatura

- Gaździcki J., 2003, Kompendium infrastruktury danych przestrzennych, skrócone tłumaczenie „The SDI Cookbook” v. 1.1, GEODETA1-4/2003;
- Kochmer C., Frandsen E., 2002, JSP i XML, Helion;
- Iwaniak A., 2005, Rola serwisów WMS WFS i generalizacji w upowszechnianiu informacji geograficznej, III - Ogólnopolskie Sympozjum Geoinformacyjne, tom III, z. 2, Warszawa;
- OGC 05-042r2 Open GIS Web Services Architecture Description, <http://www.geospatial.org>;
- OGC 02-112 Topic 12: OpenGIS Service Architecture (ISO 19119), <http://www.geospatial.org>;
- Norma ISO 19119; Geographic Information - Services.