

SIP, SIT, GIS, GEOMATYKA

SIP

Systemy informacji przestrzennej na tle innych systemów informacyjnych charakteryzują się występowaniem w nich informacji przestrzennej.

Informacja przestrzenna jest informacja o położeniu (współrzędne w przyjętym układzie odniesienia), własnościach geometrycznych, relacjach przestrzennych obiektów, które są przedmiotem zainteresowania systemu i mogą być identyfikowane w odniesieniu do Ziemi.

Pojęcie obiektu rozumiane jest bardzo szeroko i obejmuje zarówno trwałe obiekty naturalne i sztuczne, jak również zjawiska przyrodnicze, społeczne i ekonomiczne.

Przestrzeń, w której obiekty są identyfikowane może być dwuwymiarowa lub trójwymiarowa w zależności od potrzeb.

Inną cechą wyróżniająca systemy informacji przestrzennej, a będącą konsekwencją występowania w nich informacji przestrzennej, jest możliwość jej kartograficznej prezentacji oraz możliwość dokonywania analizy pozwalającej uzyskiwać odpowiedzi dotyczące świata rzeczywistego modelowanego przez system.

Przykładami takiej analizy może być wyszukiwanie obiektów spełniających określone warunki, wykonywanie pomiarów czy określanie sąsiedztwa obiektów.

Systemem informacji przestrzennej nazywa się system pozyskiwania, przetwarzania i udostępniania danych zawierających informacje przestrzenne oraz towarzyszące im informacje opisowe o obiektach wyróżnionych w części przestrzeni objętej działaniem systemu. [Gaździcki 1990]

Dane o lokalizacji obiektu mogą być 2-wymiarowe (współrzędne x,y) lub 3-wymiarowe (współrzędne x,y oraz położenie nad poziomem morza).

Jeśli uwzględnia się czas jest to dynamiczny system informacji przestrzennej.

W funkcjonowaniu nowoczesnego społeczeństwa coraz większą rolę odgrywa informacja.

W dobie szybkiego rozwoju i tworzenia nowych standardów życia powstaje konieczność dostępu do informacji w sposób szybki i nieograniczony zarówno miejscem, jak i czasem.

Należy zauważyć, iż wartość informacji zależy od jej wiarygodności, a właściwie aktualności, szybkości dostępu, a także od sposobu udostępnienia czy prezentacji.

Jak wynika z przedstawionej definicji jednym z podstawowych elementów systemu informacji przestrzennej jest baza danych zawierająca informacje (przestrzenne i opisowe) o obiektach świata rzeczywistego reprezentowanych w systemie.

Aby można było ją utworzyć i efektywnie realizować wszystkie zadania stawiane przed systemem informacji przestrzennej konieczne są jeszcze inne jego składniki, do których zaliczamy odpowiednie *oprogramowanie oraz sprzęt i ludzi*.

Mówiąc o sprzęcie mamy na myśli nie tylko sprzęt komputerowy, ale również urządzenia peryferyjne służące do pozyskiwania danych (instrumenty geodezyjne, digitizery, skanery, autografy) oraz urządzenia do generowania opracowań tabelarycznych i kartograficznych (drukarki, plotery, naświetlarki).

Podstawą funkcjonowania systemu informacji przestrzennej jest zgromadzenie odpowiednich danych o obiektach świata rzeczywistego będących przedmiotem jego zainteresowania.

Dane te opisujące cechy poszczególnych obiektów nazywane są atrybutami.

Ze względu na rodzaj przechowywanej w atrybutach informacji dzielimy je na:

atrybuty przestrzenne - określające *położenie, wielkość i geometryczny kształt obiektów oraz ich przestrzenne (topologiczne) relacje,*

atrybuty opisowe - określające *nieprzestrzenne właściwości i relacje obiektów.*

Dokładność i szczegółowość informacji przechowywanych w systemach informacji przestrzennej prowadzi do wyodrębnienia z nich:

systemu informacji terenowej SIT (ang. **Land Information System, LIS**) - operujące informacją pierwotną (uzyskaną na podstawie bezpośrednich pomiarów terenowych lub na podstawie wielkoskalowych zdjęć lotniczych) pod względem dokładności odpowiadającą mapom wielkoskalowym (skala 1:5000 i większe),

systemu informacji geograficznej SIG - GIS (ang. **Geographics Information System, GIS**) - operujące informacją wtórną (przetworzoną), pod względem dokładności i szczegółowości odpowiadającą mapom średnio i małoskalowym, (skala 1:10 000 i mniejsze).

Dla systemu informacji o terenie przyjmuje się definicję wypracowaną przez Komisję 3 Międzynarodowej Federacji Geodetów, którą przedstawiamy poniżej.

***System Informacji o Terenie** jest narzędziem do podejmowania prawnych, administracyjnych i gospodarczych decyzji oraz pomocą w planowaniu i rozwoju.*

Składa się z bazy danych o terenie, dotyczącej określonego obszaru oraz procedur i technik dla systematycznego zbierania, aktualizacji i udostępniania danych.

Podstawą systemu informacji terenowej jest jednolity sposób identyfikacji przestrzennej danych w systemie, służący również do łączenia danych systemu z danymi innych systemów.

Definicja zawarta w naszym prawie geodezyjnym i kartograficznym jest następująca:

System informacji o terenie - baza danych przestrzennych dotyczących określonego obszaru oraz procedury i techniki służące systematycznemu zbieraniu, aktualizowaniu i udostępnianiu danych.

Systemem informacji geograficznej nazywa się system pozyskiwania, przetwarzania, weryfikowania, integrowania, manipulowania, analizowania i prezentacji danych, które są przestrzennie odniesione do Ziemi. Obejmuje on zazwyczaj bazę danych przestrzennych oraz odpowiednie oprogramowanie

Podstawowym elementem systemu informacji przestrzennej jest baza danych zawierająca informacje (przestrzenne i opisowe) o obiektach świata rzeczywistego reprezentowanych w systemie.

Główną cechą systemów SIP jest możliwości prezentacji kartograficznej zawartych w nich danych.

W zależności od potrzeb użytkowników różnią się informacją, funkcją i wielkością.

Powszechność Internetu sprawiła, iż coraz częściej spotyka się systemy, które mają formę serwisu internetowego.

Zaawansowane technologie i aplikacje pozwalają na natychmiastowy dostęp do danych, ich selekcje oraz prowadzenia analiz i uzyskiwania gotowych raportów.

Wszystko to ma na celu ułatwienie w podejmowaniu decyzji i wyborze optymalnego rozwiązania.

Niestety wraz z poprawą dostępności, zwiększa się również niebezpieczeństwo utraty danych.

W Polsce w budowie systemów **SIP** przodują jednostki administracji - województwa i miasta, dla których jest to jeden z najważniejszych elementów w rozwoju i funkcjonowaniu lokalnej społeczności, stanowiąc zarazem bogate źródło informacji dla potencjalnych inwestorów oraz turystów. Coraz więcej powstaje też systemów tematycznych czy branżowych m.in. systemy informacji przestrzennej Dorzecza Odry, Tatrzańskiego Parku Narodowego, Lasów Państwowych.

Ogromną popularnością cieszą się serwisy mapowe takie jak: Google Maps, Yahoo Maps czy ich polskie odpowiedniki - Zumi.pl, Targeo.pl i inne.

Są one czymś więcej niż zwykłymi mapami drogowymi z opcją wyszukiwania tras.

Obecnie to rozbudowane systemy, na które składa się kilka, a w niektórych przypadkach kilkadziesiąt warstw map.

Serwisy te zawierają szereg funkcji do pozyskiwania i analizy informacji.

Niestety mankamentem tych serwisów jest brak ujednolicenia standardów prezentacji danych.

Funkcje GIS

Funkcje systemu informacji przestrzennej możemy podzielić na cztery zasadnicze grupy:

- wprowadzanie danych,
- zarządzanie danymi,
- przetwarzanie danych,
- udostępnianie danych.

Każda z wymienionych funkcji jest jednakowo ważna.

Kolejność ich przedstawienia, jaką zastosowano powyżej, nie uwzględnia hierarchii ważności, a jest jedynie pewną chronologią ich zastosowania w trakcie tworzenia bazy danych i później w jej wykorzystywaniu.

W następujących podrozdziałach przedstawiono wykaz funkcji składających się na wyodrębnione grupy zasadnicze.

Należy pamiętać, że wykaz dotyczy ogólnie funkcji systemów informacji przestrzennej i w przypadku systemów SIT, ranga poszczególnych funkcji może być bardziej lub mniej znacząca.

W szczególności duża szczegółowość danych występujących w SIT powoduje jednocześnie ich dużą zmienność w czasie, co wprowadza konieczność zastosowania specjalistycznych mechanizmów odpowiedzialnych za aktualność danych.

Wprowadzanie danych

Wprowadzanie danych oprócz dosłownego rozumienia, zawiera w sobie jeszcze dodatkowe funkcje służące do weryfikacji i wstępnego opracowania wprowadzanych danych.

Do najważniejszych funkcji wprowadzania danych należy zaliczyć:

- pozyskiwane danych przestrzennych w drodze:
- pomiarów terenowych, również tych historycznych udokumentowanych przez szkice, dzienniki, zarysy,
- trójwymiarowej digitalizacji fotogrametrycznej (stereodigitalizacji) oraz innych metod fotogrametrii i teledetekcji,
- transferu danych z innych systemów,
- digitalizacji map,
- skanowania i wektoryzacji map.
- wprowadzanie danych opisowych interaktywnie lub wsadowo,
- wykrywanie błędów i redagowanie danych przestrzennych:

- kontrolowanie danych przestrzennych pod względem formalnym, tj. pod względem formatu i dopuszczalnych wartości, konstrukcji geometrycznej,
- interaktywna edycja obiektów (usuwanie, modyfikacja),
- wykrywanie błędów i redagowanie danych opisowych:
- kontrolowanie danych opisowych pod względem formalnym,
- wyszukiwanie i modyfikacja grupy danych.

Zarządzanie danymi

Zarządzanie danymi można określić jako zespół procesów, których głównym celem jest utrzymanie w należyłym stanie zasobów informacyjnych systemu.

Aby ten cel osiągnąć dane muszą być sprawdzane i korygowane przed wejściem do systemu, a sposób ich przechowywania powinien uwzględniać niezbędne zabezpieczenia przez fizycznym uszkodzeniem lub dostępem osób nieupoważnionych. Istotną rzeczą jest również, aby zastosowane struktury danych oraz mechanizmy wyszukiwania zapewniły użytkownikowi sprawne udostępnianie informacji.

Wśród funkcji przechowywania i zarządzania danymi można wyodrębnić następujące zadania szczegółowe:

- określanie praw dostępu poszczególnych użytkowników,
- wyszukiwanie danych z zastosowaniem różnych warunków,
- kontrola poprawności,
- archiwizacja danych.

Przetwarzanie danych

Do funkcji przetwarzania zaliczamy transformowanie, analizowanie, agregowanie, generalizowanie. Część z funkcji przetwarzania wykonuje jedynie operacje na obiektach bez ich zmian. Inna grupa funkcji przetwarzania generuje (kreuje) nowe obiekty na podstawie istniejących, a jeszcze inna może jedynie modyfikować obiekty istniejące.

Do podstawowych funkcji przetwarzania danych zaliczamy:

- konwersje i zmiany struktury danych:
- automatyczne lub interaktywne łączenie fragmentów baz z uzgodnieniem styków,
- generalizacja,
- generowanie warstw na podstawie regularnych i nieregularnych siatek punktów terenowych,
- wygładzanie linii przez aproksymację jej przebiegu linia krzywą,
- transformacje:
- transformacja danych wektorowych lub rastrowych do układu określonego współrzędnymi punktów łącznych,
- obliczanie współrzędnych w różnych odwzorowaniach kartograficznych,
- analiza przestrzenna:
- nakładanie warstw,
- agregowanie obiektów
- tworzenie obszarów buforowych,
- wyznaczanie pola części wspólnej obszarów,
- analiza sieciowa,
- obliczanie i bilansowanie objętości mas ziemnych,
- wyznaczanie obszarów zalewowych,
- wykonywanie przekrojów powierzchni oraz analiza widoczności,
- analiza statystyczna:

- ocena dokładności danych,
- analiza regresji i wariancji.

Udostępnianie danych

Do funkcji udostępniania danych zaliczamy udostępnianie w formie numerycznej lub w postaci wydruków na papierze.

Wraz z rozwojem Internetu coraz bardziej znaczące stały się różne formy udostępniania danych w Internecie.

Możemy wyróżnić następujące funkcje:

- funkcje ogólne
- wykonywanie rysunków na monitorach graficznych, ploterach i drukarkach,
- wykonywanie kopii obrazu wyświetlanego na ekranie,
- określenie znaków umownych, kolorów,
- generowanie zestawień i wyrysów,
- przekazywanie danych w ustalonych formatach zapisu,
- generowanie danych do standardowych serwisów internetowych WMS i WFS,
- inne formy udostępniania danych w internecie,
- sporządzanie mapy:
- automatyczny wybór sposobu symbolizacji w zależności od obiektu z możliwością interaktywnej modyfikacji,
- interaktywne umieszczanie, tytułów, legend, i opisów map,
- automatyczne umieszczanie nazw z możliwością ich interaktywnego przesuwania

Oprogramowanie GIS

Do oprogramowania GIS można zaliczyć każdy program **zawierający funkcje wprowadzania, gromadzenia, analizowania oraz wizualizacji danych geoprzestrzennych**.

Oprogramowanie GIS staje się coraz bardziej wyspecjalizowaną gałęzią przemysłu komputerowego, zawierającą szereg aplikacji, często specjalnie zaprojektowanych na potrzeby konkretnej branży (administracji, przemysłu, transportu).

Zasadniczo oprogramowanie GIS podzielić można na komercyjne i niekomercyjne.

Konieczność zakupu danego programu nie zawsze wiąże się jednak z jego jakością.

Okazuje się bowiem, że w wielu przypadkach oprogramowanie niekomercyjne daje dużo większe możliwości niż komercyjne.

Zasadnicza różnica między obydwoimi typami polega także na łatwości obsługi.

Oprogramowanie niekomercyjne ma często gorszy i mniej intuicyjny interfejs użytkownika, choć i ta cecha nie jest regułą.

Istotną kwestią, której nie sposób pominąć, jest możliwość wzajemnej współpracy oprogramowania. GIS jest dziedziną rozwijającą się bardzo dynamicznie.

Spowodowało to, że w chwili obecnej istnieje ponad sto formatów danych rastrowych, wektorowych i bazodanowych.

Sprawia to niejednokrotnie problemy z transferem plików i projektów pomiędzy poszczególnymi aplikacjami.

Standaryzacja prowadzona przez organizację OGC (Open Geospatial Consortium

<http://www.opengeospatial.org/>) poprawia stopniowo tę sytuację, i wprowadzone przez nią standardy są już w wielu przypadkach faktem.

Szerokie spektrum zastosowań programów GIS sprawia, że nie wszystkie operacje można wykonać w nawet szeroko rozbudowanych aplikacjach.

Stwarza to nie raz konieczność stosowania rozszerzeń, dodatkowych modułów lub nawet odrębnych programów. Innym sposobem zwiększenia funkcjonalności danego programu jest możliwość pisania własnych skryptów. Wymaga to posiadania pewnych umiejętności z zakresu programowania, choć niektóre programy posiadają tzw. edytory skryptów, które nieco ułatwiają ich tworzenie.

Inną ewidentną różnicą pomiędzy oprogramowaniem komercyjnym i niekomercyjnym jest wsparcie użytkownika ze strony producenta.

Dużą przewagę ma tutaj oprogramowanie odpłatne, którego producenci oferują rozbudowaną pomoc techniczną, liczne samouczki i literaturę przedmiotu, a także regularne aktualizacje.

Brak takiego wsparcia w przypadku oprogramowania niekomercyjnego często stanowi poważną przeszkodę w jego użytkowaniu.

Główne funkcje programów GIS:

- Przeglądanie danych
- Tworzenie danych (budowa i rozszerzanie bazy danych)
- Edycja danych (modyfikowanie danych)
- Gromadzenie danych
- Integracja danych z różnych źródeł
- Transformacja (np. przekształcenie układu współrzędnych)
- Zapytania (wyniki selekcji danych)
- Analiza (uzyskiwanie nowej informacji z oryginalnych danych)
- Tworzenie map

Oprogramowanie GIS można podzielić w następujący sposób:

- **Desktop GIS** - programy używane do tworzenia, edycji, zarządzania, analizowania i wyświetlania danych geoprzestrzennych.
Są one niekiedy sklasyfikowane w trzech kategoriach funkcjonalności:
GIS Viewer, GIS Editor i GIS Analyst.
- **DBMS** - Przestrzenne systemy zarządzania bazami danych są używane do przechowywania danych, ale często również analizy i zarządzania danymi.
- **Serwery mapowe (WebMap)** - oprogramowanie do wyświetlania i dystrybucji map w internecie.
- **Server GIS** - takie same funkcje jak desktop GIS, tylko że online.
- **WebGIS** - program służące do wyświetlania danych, a także zawierające funkcje analizy i zapytań przez przeglądarki internetowe,
np. Google Maps - funkcje wyświetlania i zapytań, również tworzenie i edycja danych (budowa własnych map)
- **Mobile GIS** - oprogramowanie dla telefonów komórkowych i komputerów przenośnych

Bazy danych

Bazę danych określa się jako **zbiór powiązanych wzajemnie danych**.

Powiązanie danych realizowane jest przez zastosowanie odpowiednich struktur danych.

Ponieważ jedna baza danych może być wykorzystywana przez różne programy aplikacyjne, dla odciążenia tych programów od powtarzających się czynności związanych z obsługą bazy danych, wszystkie funkcje z tym związane wykonywane są przez specjalny pakiet programów zwany systemem zarządzania bazą danych (DBMS - Database Management System).

Główne zadania DBMS można określić następująco:

1. zapamiętywanie danych oraz ich wyszukiwanie na podstawie różnych warunków,
2. oddzielenie funkcji zapamiętywania i wyszukiwania od programów aplikacyjnych, co powoduje, że programy stają się mniej wrażliwe na zmiany bazy danych,
3. umożliwienie korzystania z danych na podstawie ich logicznego opisu; system przejmuje całkowicie kontrolę nad wykorzystaniem urządzeń pamięciowych dla zapisu danych,
4. umożliwienie dostępu do danych wielu użytkownikom jednocześnie,
5. weryfikowanie danych za pomocą odpowiednio zdefiniowanych procedur kontrolnych,
6. ochrona danych (archiwizacja, zarządzanie prawami użytkowników).

Dostęp do bazy danych powinien być realizowany za pośrednictwem łatwego w użyciu języka zapytań oraz z zastosowaniem języków programowania wysokiego poziomu.

Z punktu widzenia stosowanych struktur można wyróżnić cztery podstawowe rodzaje baz danych:

- **hierarchiczne,**
- **sieciowe,**
- **relacyjne**
- **obiektowe.**

Wymieniona kolejność jest również kolejnością chronologiczną w jakiej poszczególne bazy powstawały.

Hierarchiczna

W hierarchicznej bazie danych stosuje się struktury typu drzewa.

Węzłom w strukturze drzewa odpowiadają zbiory rekordów danych.

Zbiór rekordów poziomu wyższego jest łączony relacjami 1:m (one-to-many) ze zbiorami poziomu niższego. Dzięki takiej budowie, wyszukiwanie określonych elementów w bazie odbywa się stosunkowo szybko. Istotną wadą baz hierarchicznych jest jednak redundancja danych wynikająca z faktu, że można wykorzystywać jedynie relacje typu 1:m.

Duże kłopoty sprawia również zmiana struktury istniejącej bazy.

Sieciowa

Sieciowa baza danych jest rozwinięciem bazy hierarchicznej przez dodanie możliwości zapisu relacji m:m (many-to-many).

Tak więc w bazie sieciowej poza relacjami hierarchicznymi występują dodatkowe połączenia, umożliwiające uzyskanie dostępu do danego rekordu bez potrzeby każdorazowego przechodzenia przez strukturę drzewa.

Wprowadzone zmiany spowodowały zmniejszenia redundancji danych przez dodatkowe możliwości powiązania danych, które już istnieją, ale nie wyeliminowały trudności związane ze zmianą struktury bazy istniejącej.

Relacyjna

W relacyjnej bazie danych wykorzystywana jest struktura tablicy.

W skład bazy wchodzi jedna lub więcej powiązanych ze sobą tablic.

Każda kolumna tablicy zawiera elementy tego samego typu, ma swoją nazwę i jest przez nią identyfikowana.

Zbiór wartości jakie mogą występować w danej kolumnie nazywa się jej dziedziną.

Wiersz tablicy, nazywany **rekordem** lub **krotką**, identyfikowany jest za pośrednictwem wartości zapisanych w nim elementów (atrybutów).

Funkcję klucza, jednoznacznie określającego poszczególne wiersze, może spełniać pojedyncza kolumna lub też kilka odpowiednio wybranych kolumn.

Podstawą sprawnego i bezpiecznego operowania relacyjną bazą danych jest właściwy podział danych na tablice, który dokonywany jest fazy projektowania bazy danych.

Wyszukiwanie danych w bazie dokonywane jest za pośrednictwem języka zapytań (query language).

W relacyjne bazy danych typowym językiem zapytań jest **język SQL** (ang. Structured Query Language).

Wyszukiwanie w więcej niż jednej tablicy dokonywane jest z wykorzystaniem wspólnych wartości tego samego typu atrybutów.

Operowanie baz relacyjnych na prostej strukturze jaką są tablice powoduje, że dane posiadające struktury złożone muszą być przechowywane w wielu powiązanych tablicach.

Proces rekonstrukcji tak rozdzielonych danych jest więc związany z przeszukiwaniem i analizowaniem zawartości wielu tablic.

Obiektowa

Obiektowe bazy danych rozwinęły się wraz z rozwojem i rozpowszechnieniem programowania zorientowanego obiektowo.

Cechą charakterystyczną obiektowych baz danych jest to, że *przechowują obiekty o dowolnych strukturach wraz z przywiązanymi do nich metodami (procedurami)*.

Dzięki takiemu rozwiązaniu bazy takie mają znaczną przewagę nad innymi rodzajami baz kiedy zachodzi konieczność przechowywania bardzo złożonych struktur.

Znaczącą wadą baz obiektowych w chwili obecnej jest problem z realizacją zapytań.

Większość współczesnych baz pozwala jedynie na proste przeszukiwanie przechowywanych obiektów.

Takie udogodnienia jakie bez problemów można wykorzystywać w bazach relacyjnych na razie są nieosiągalne i znajdują się jedynie w stadium rozwojowych prac badawczych.

Rozwiązanie w przyszłości tych problemów prawdopodobnie sprawi, że bazy te będą miały coraz większe zastosowania również w systemach informacji przestrzennej.

Obecnie najczęściej stosowanymi bazami danych w systemach informacji przestrzennej są **bazy relacyjne**.

Pakiet programów służący zarządzaniu relacyjną bazą danych nazywany jest **RDBMS** (ang. Relational Database Management System).

Bazy te z powodzeniem realizują wszystkie funkcje związane z zarządzaniem informacją opisową.

W przypadku zarządzania informacją przestrzenną pojawiają się natomiast pewne kłopoty wynikające z dużej liczby danych przestrzennych oraz konieczności dostępu do nich w trybie interaktywnym.

Ma to szczególne znaczenie przy wyszukiwaniu obiektów spełniających wymagane warunki przestrzenne (np. wybranie wszystkich obiektów leżących wewnątrz danego wielokąta) lub topologiczny (np. wybór obiektów stykających się z obiektem danym).

Skrócenie czasu dostępu wiąże się przede wszystkim ze zredukowaniem liczby kontaktów z pamięcią dyskową.

Służy temu najczęściej i najskuteczniej wyposażanie RDBMS w odpowiednie metody indeksowania przestrzennego zgromadzonych danych (Quad-tree, R-tree).

Modele danych przestrzennych

Model danych przestrzennych określa sposób reprezentacji obiektów świata rzeczywistego w aspekcie ich położenia przestrzennego, kształtu oraz istniejących między nimi relacji przestrzennych.

Ponieważ informacje przestrzenne stanowią podstawę systemu informacji przestrzennej z tego też względu model danych przestrzennych jest również bardzo ważnym jego elementem.

Od przyjętego modelu zależy bowiem zakres i forma reprezentowanych informacji przestrzennych, a co za tym idzie również możliwości i efektywność ich przetwarzania.

Podstawą każdego modelu danych przestrzennych jest wybór podstawowych (określonych przestrzennie) elementów geometrycznych wykorzystywanych do reprezentacji obiektów świata

rzeczywistego, czyli do budowania ich numerycznego przestrzennego modelu w systemie. Generalnie elementy geometryczne wykorzystywane w modelach danych przestrzennych można podzielić stosując do nich kryterium wymiaru w przestrzeni.

Otrzymujemy wtedy elementy:

- 0-D - zerowymiarowe - punkt,
- 1-D - jednowymiarowe - linia,
- 2-D - dwuwymiarowe - obszar.

Na analogicznej zasadzie można wyodrębnić element trójwymiarowy (bryłę).

W zależności od przyjętego modelu danych przestrzennych wymienione elementy geometryczne mogą być określane bezpośrednio ciągiem punktów o określonych współrzędnych lub budowane hierarchicznie tzn. element o wymiarze wyższym budowany jest z odpowiedniej liczby elementów o wymiarze niższym np. element 2-D może być zbudowany z przynajmniej trzech elementów 1-D. Dla większości obiektów świata rzeczywistego występujących w systemach informacji przestrzennej ich reprezentacja przestrzenna może być zrealizowana tylko jednym z wymienionych elementów geometrycznych.

Obiekty tak reprezentowane nazywane są objektami prostymi.

Wśród obiektów prostych wyróżniamy:

- obiekty punktowe, reprezentujące np. punkty osnowy geodezyjnej,
- obiekty liniowe, reprezentujące np. ogrodzenia, krawężniki,
- obiekty powierzchniowe, reprezentujące np. działki.

Podstawowy wpływ na wybór elementu geometrycznego służącego do reprezentacji obiektu świata rzeczywistego mają skala i przeznaczenie tworzonego opracowania.

Tak więc te same obiekty świata rzeczywistego (np. budynki) w opracowaniach wielkoskalowych będą obiektami powierzchniowymi, natomiast w opracowaniach małoskalowych obiektami punktowymi lub będą zupełnie pomijane.

Ponieważ jednak nie wszystkie, wyodrębniane na potrzeby systemu informacji przestrzennej, obiekty świata rzeczywistego dają się przedstawić w sensie przestrzennym przy pomocy jednego z tak zdefiniowanych obiektów prostych, wprowadza się pojęcie obiektu złożonego (kompleksowego) będącego kombinacją obiektów prostych.

Przykładem obiektu złożonego może być obiekt reprezentujący budynek, w którym dokonano połączenia obiektu powierzchniowego stanowiącego jego obrys z innymi obiektami towarzyszącymi jak np. schodami, tarasami itp.

Innymi przykładami obiektów złożonych są: obiekt powierzchniowy złożony z kilku rozłącznych obszarów oraz obiekt powierzchniowy zawierający w sobie inny obiekt powierzchniowy, przy czym granice tych obiektów się nie przecinają

Innym problemem związanym z prezentacją skomplikowanej rzeczywistości są obiekty tworzące różne konfiguracje wynikające z ich wzajemnych relacji przestrzennych (topologicznych).

Konfiguracje takie nazywane są strukturami obiektów.

Możliwość zapisu wspomnianych relacji jest bardzo ważnym elementem modelu danych przestrzennych. Istotne jest bowiem (z punktu widzenia przetwarzania informacji przestrzennej) czy relacje te zostaną zapisane bezpośrednio (np. przyleganie dwóch działek), czy też do stwierdzenia zachodzących relacji trzeba wykorzystać drogę analityczną, polegającą na porównaniu współrzędnych punktów granicznych.

Podstawowe struktury obiektów z jakimi najczęściej mamy do czynienia w systemach informacji przestrzennej są następujące:

- struktura typu drzewa (dotyczy obiektów liniowych), np. większość systemów rzecznych
- struktura sieciowa (dotyczy obiektów liniowych), np. systemy drogowe,
- struktura sieci poligonów (grupa przylegających do siebie obszarów), np. grupa działek gruntowych

Ostatnim problemem związanym z prezentacją przestrzenną rzeczywistości, a więc dotyczącym modelu danych przestrzennych jest reprezentacja obiektów o charakterze ciągłym, czyli występującym na całym rozpatrywanym obszarze.

Przykładem takiego obiektu jest powierzchnia terenu czy powierzchnie charakteryzujące określone zjawiska fizyczne.

Jeśli powierzchnię matematyczną opisującą zjawisko daje się wyrazić analitycznie w postaci:

$$z = f(x, y)$$

gdzie z jest wartością zjawiska, to problem prezentacji jest rozwiązany automatycznie gdyż na podstawie znanej postaci funkcji możemy określić wartość danego zjawiska w dowolnym punkcie. Ponieważ jednak przeważnie modelowanych zjawisk nie można określić funkcją analityczną, lecz jedynie w sposób dyskretny przez zbiór punktów, dla których wartość zjawiska została określona, dlatego też stosuje się inne rozwiązania.

Najczęściej stosowanymi metodami przestrzennej reprezentacji powierzchni są:

- reprezentacja elementami punktowymi, dla których określono wartość zjawiska i które rozmieszczone są regularnie (np. siatka kwadratów),
- reprezentacja elementami liniowymi, dla których wartość zjawiska jest określona i niezmienna (izolinie),
- reprezentacja w postaci elementów powierzchniowych będąca siecią nieregularnych trójkątów TIN (ang. triangular irregular network) opartych na punktach pomiarowych

Zależnie od wymiaru podstawowego elementu geometrycznego z jakiego tworzony jest model możemy wyróżnić trzy rodzaje numerycznych modeli przestrzennych:

- modele punktowe - podstawowym elementem geometrycznym jest punkt,
- modele liniowe - podstawowym elementem jest linia zbudowana z ciągu punktów,
- modele powierzchniowe - podstawowym elementem jest obszar,

które dodatkowo, w zależności od rozmieszczenia i kształtu podstawowych elementów, dzielone są na:

- modele regularne,
- modele nieregularne.

W modelach wektorowych podstawowym elementem jest twór jednowymiarowy (linia reprezentowana przez ciąg punktów). W szczególnych przypadkach modelu wektorowego nieregularnego linia może przedstawiać:

- element zero-wymiarowy, gdy długość linii wynosi zero, a ciąg punktów zawiera tylko jeden punkt,
- element dwuwymiarowy, gdy ciąg punktów reprezentuje linię zamkniętą stanowiącą granice pewnego obszaru.

Szczególnymi przypadkami modeli powierzchniowych są **teselacje**, które definiowane są jako podział części płaszczyzny na elementarne obszary będące figurami ustalonego kształtu.

Teselekcja w przestrzeni dwuwymiarowej może być więc porównana do mozaiki, której elementy pokrywają całkowicie dany obszar, nie nakładając się na siebie.

W teselacjach wyróżniamy teselacje regularne, które utworzone są z elementów w kształcie kwadratu, trójkąta równobocznego lub sześciokąta foremego.

Z wymienionych modeli największe znaczenie mają modele wektorowe nieregularne oraz modele rastrowe (czyli teselacje o elementach kwadratowych).

Modele wektorowe charakteryzują się jawnym występowaniem współrzędnych punktów opisujących poszczególne obiekty terenowe.

Do opisanych współrzędnymi obiektów odnoszą się także bezpośrednio ich atrybuty. W modelu rastrowym dane posiadają postać rastrową.

Element rastra jest najmniejszą rozróżnialną jednostką powierzchniową, której położenie jest odpowiednio identyfikowane np. przez podanie wiersza i kolumny w tablicy przyporządkowanej rastrowi.

Do elementów rastra przypisywane są również atrybuty.

Numeryczny Model Terenu

Numeryczny Model Terenu definiuje się jako *"numeryczną reprezentację powierzchni terenowej, utworzonej poprzez zbiór odpowiednio wybranych punktów leżących na tej powierzchni oraz algorytmów interpolacyjnych umożliwiających jej odtworzenie w określonym obszarze"* [Gaździcki 1990].

Idealne odtworzenie powierzchni terenu przez model nie jest możliwe, ponieważ ze względów ekonomicznych, czasowych i wielkości zbiorów danych, nie da się pomierzyć ani wyrazić całej złożoności powierzchni terenu.

Podstawowymi problemami związanymi z numerycznym modelem terenu są:

- problem odpowiedniego doboru charakterystycznych punktów powierzchni (ang. sampling problem) w celu uzyskania jak najlepszego efektu przy minimalizacji ilości danych,
- problem odtworzenia (przedstawienia) powierzchni na podstawie istniejących danych (ang. representation problem).

W praktyce podstawowe znaczenie mają dwa modele:

- Model GRID - regularny w postaci siatki kwadratów uzupełnione charakterystycznymi punktami i liniami szkieletowymi
- Model TIN - w postaci nieregularnej siatki trójkątów.

Model GRID

Model oparty jest na siatce kwadratów, której punkty węzłowe posiadają określone wysokości powierzchni terenowej.

Struktura taka jest wyjątkowo łatwa do przetwarzania, zabiera bardzo mało pamięci, a algorytmy używane do modelowania terenu są stosunkowo proste.

Im gęstsza siatka zostanie zastosowana tym otrzymany model będzie dokładniejszy.

Zwiększając gęstość siatki prowadzi jednak do sytuacji, że jest ona również zwiększana w miejscach o małym urozmaiceniu terenu, powodując tym samym znaczny wzrost nie wnoszących danych.

Rozwiązaniem jest uzupełnienie struktury o punkty charakterystyczne i linie szkieletowe lub zastosowanie siatki o strukturze hierarchicznej dostosowującej gęstość do stopnia skomplikowania rzeźby.

Wysokości w punktach węzłowych mogą pochodzić bezpośrednio z pomiaru (bezpośredniego lub fotogrametrycznego) lub być wyznaczone z innych modeli powierzchni terenowych.

Model TIN

Nieregularna sieć trójkątów powstaje głównie jako efekt bezpośrednich pomiarów terenowych, gdzie cały zakres opracowania zapełnia się trójkątami opartymi o punkty pomiarowe.

Ponieważ w tych modelach wykorzystywane są wszystkie punkty charakterystyczne model jest stosunkowo dokładny. Do tworzenia siatki trójkątów najczęściej wykorzystywana jest triangulacja Delaunay'a.

Trójkąty tworzone są w ten sposób aby żaden z punktów nie należących do niego nie był położony wewnątrz okręgu opisanego na trójkącie.

Istotą TIN jest np. przechowywanie oryginalnych danych pomiarowych podczas gdy w modelu GRID wysokości w punktach węzłowych przeważnie są już interpolowane.

Tworzenie NMT

Dane do stworzenia numerycznego modelu terenu uzyskiwane są przede wszystkim z trzech źródeł:

- pomiarów bezpośrednich,
- pomiary fotogrametryczne,
- digitalizacji istniejących map.

Niekiedy wykorzystuje się również altimetrię radarową lub laserową, dla modeli geologicznych wiercenia lub pomiary sejsmiczne.

Bezpośrednie pomiary terenowe

Pomiary bezpośrednie charakteryzują się wysoką dokładnością, a punkty wysokościowe (pikiety) w łatwy sposób są wprowadzane do systemów informatycznych.

Pomiary te są jednak pracochłonne i kosztowne.

Na ich podstawie otrzymuje się model nieregularny.

Przy pozyskiwaniu punktów należy zwracać uwagę na to, by dobrze charakteryzowały powierzchnię terenu.

Pomiary fotogrametryczne

Za pomocą instrumentów fotogrametrycznych lub zaawansowanych programów komputerowych możliwe jest automatyczne pozyskiwanie wysokości na zbudowanym modelu.

Najczęściej wysokości są pozyskiwane na siatce prostokątów lub kwadratów.

Ponieważ w ten sposób pozyskiwane wysokości nie oddają w pełni złożoności form terenowych można zastosować automatyczne zagęszczanie siatki przy dużych zmianach wysokości.

Przy interwencji operatora możliwe jest pozyskiwanie linii strukturalnych.

- Próbkowanie regularne:
Może być wykonywane jako profile lub w siatce kwadratów (grid).
Zaletą jest możliwość całkowitego zautomatyzowania pozyskiwania wysokości.
Wadami jest ograniczenie do terenów o małych zmianach wysokości.
Liczba pozyskanych punktów jest nieadekwatna do terenu: na terenach płaskich zbyt duża i za mała na terenach pofałdowanych.
Metoda generuje zbyt dużą liczbę punktów, ponieważ gęstość siatki musi być mała, by uniknąć dużych błędów.
- Próbkowanie progresywne:
Przy pozyskiwaniu wysokości dokonywana jest analiza i w zależności od zmian wysokości gęstość próbkowania ulega zmianie.
Zaletą jest operowanie na mniejszej liczbie punktów przy wyższej dokładności.
- Próbkowanie selektywne. Pozyskuje się dodatkowo linie strukturalne.
W połączeniu z próbkowaniem progresywnym nosi nazwę próbkowania kompozytowego.
Zaletą jest wyraźne poprawienie modelu terenu.

Niedogodność stanowi konieczność interwencji operatora, tak więc metoda jest jedynie częściowo automatyczna.

Zadania NMT

- Wyznaczanie wysokości
- Obliczanie objętości i bilansowanie robót ziemnych
- Przekroje terenowe
- Sprawdzanie widoczności
- Wyznaczanie maksymalnych spadków i ich azymutów
- Wizualizacja 3D
- Wyznaczanie obszarów zalewowych
- Tworzenie warstwic

Geoportal

Projekt Geoportal.gov.pl to infrastruktura węzłów Krajowej Infrastruktury Informacji Przestrzennych (KIIP), współpracujących ze sobą i świadczących usługi : od wyszukiwania i udostępniania danych, aż do ich analizy.

Geoportal tj. portal internetowy zgodny z dyrektywą **INSPIRE**, pełniący rolę brokera, udostępniającego użytkownikom dane i usługi geoprzestrzenne poprzez wyszukanie żądanych informacji. Jednym z wymagań zbudowanego rozwiązania jest zapewnienie interoperacyjności rozumianej jako możliwość współdziałania węzłów infrastruktury niezależnie od platformy sprzętowej, systemowej i programowej poprzez przyjęcie, że implementacja węzłów infrastruktury jest zgodna z uznanymi standardami światowymi (normy ISO i zalecenia OGC) oraz z opracowywanymi standardami krajowymi.

Geoportal udostępnienia:

1. opracowania i dane geoprzestrzenne, w tym dane o charakterze katastralnym (zawierające informacje dotyczące geometrii działek ewidencyjnych);
2. opracowania ortofotomap lotniczych i satelitarnych. oraz dodatkowo:
 - mapy sozologiczne wykonane w skali 1:50 000;
 - mapy hydrograficzne wykonane w skali 1:50 000;
 - mapy topograficzne rastrowe w skali 1:10 000, 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000;
 - dane o przebiegu granic jednostek podziału terytorialnego państwa;
 - dane z państwowego rejestru nazw geograficznych.

Sieć węzłów KIIP działa na trzech poziomach: centralnym, wojewódzkim, powiatowym.

W powiatach znajdują się bazy danych ewidencji gruntów i budynków (EGiB), natomiast w województwach znajdują się składnice danych topograficznych.

GEOPORTAL.GOV.PL udostępnia informacje geoprzestrzenne w formie przekierowań lub wskazań do danych zewnętrznych (dowolne serwisy z danymi przestrzennymi zarejestrowane w systemie) oraz umożliwia funkcjonowania również jako punkt dostępowy do danych wskazujący źródło danych (tzw. one stop).

Przegląd niektórych systemów informacji przestrzennej dostępnych online.

WROSIP <http://www.wrosip.pl/>

System informacji przestrzennej powiatu wrocławskiego.

Bogaty serwis map zawierając kilkadziesiąt warstw, m.in. planów miejscowych, ewidencji działek, komunikacji, ochrony środowiska. W serwisie znajdziemy również informacje dla inwestorów, oferty działek na sprzedaż oraz wiele innych ciekawych geoinformacji.

SIP TPN <http://www.gis.tpn.pl/>

System informacji przestrzennej Tatrzańskiego Parku Narodowego.

Posiadane przez TPN dane przestrzenne podzielone zostały na 3 poziomy dokładności. Poziom pierwszy, obejmuje swym zasięgiem Tatry i Podtatrze (obszar Euroregionu Tatry). Poziom szczegółowości warstw tematycznych odpowiada treści mapy 1:50.000. Do tworzenia danych wykorzystane zostały aktualne zdjęcie satelitarne oraz mapy topograficzne 1:50.000.

Poziom ten posiada następujące warstwy informacyjne: SIATKI WSPÓŁRZĘDNYCH, ADMINISTRACJA, OCHRONA PRZYRODY, UŻYTKOWANIE ZIEMI, WODY, DROGI, KOLEJE I WYCIĄGI, TURYSTYKA.

Poziom drugi obejmuje teren Tatr i Podtatrza i skupia się na wykorzystaniu danych pochodzących z map tematycznych w skalach 1:50.000 - 1:200.000.

W skład tego poziomu wchodzi następujące dane: MAPA SOZOLOGICZNA, MAPA GEOLOGICZNO GOSPODARCZA, MAPA HYDROGEOLOGICZNA POLSKI. W przyszłości poziom ten zasilą dane z Atlasu TATR.

Ostatni III poziom obejmuje swym zakresem teren Międzynarodowego Rezerwatu Biosfery "Tatry" i odpowiada szczegółowości mapy 1:10.000 - 1:25.000.

Do tworzenia warstw tematycznych wykorzystane zostały mapy topograficzne, a do ich aktualizacji pomiary GPS i wysokorozdzielcze zdjęcie satelitarne z satelity IKONOS.

Sprzęt

13 odbiorników GPS GeoExplorer 3 firmy Trimble- dokładność wg. instrukcji 1-5 m w trybie post-processing, 12 kanałowy odbiornik z wbudowaną anteną, możliwość prowadzenia pomiarów fazowych, monochromatyczny wyświetlacz o wielkości 160 x 160 pix, możliwość wgrania plików wektorowych i nawigacji

Odbiornik GPS GeoExplorer CE firmy Trimble- system operacyjny Windows Mobile 2003, 518 MB pamięci, wbudowana obsługa EGNOS/WASS, 12 kanałowy, dokładność w granicach 1-5 m, możliwość zainstalowania oprogramowania ArcPad i wgrania map rastrowych - np. fotomap.

Odbiornik GPS Pro XRS z rejestratorem TSC1 firmy Trimble- 12 kanałowy odbiornik, zintegrowana antena GPS/Beacon/Satelite umożliwiająca na odbiór poprawki różnicowej z Landsata lub Omnistara, dokładność z korekcją satelitarną- lepsza niż 1 m, możliwość wykonywania pomiarów fazowych.

Stacja bazowa GPS- odbiornik GPS ProXRS firmy Trimble, z anteną umieszczoną na dachu Dyrekcji TPN. Współrzędne anteny zostały wyznaczone przez dr Bałuta z AGH. Stacja zapisuje dane w formacie *.dat i *.ssf w godzinach 6.00 - 22.00 w odstępie 1 sek.

GPS wykorzystuje się najczęściej przy projektowaniu remontów szlaków, do pomiaru powierzchni przeznaczonych do zabiegów hodowlanych, do określenia lokalizacji obiektów (nory świstaków, drzewa pomnikowe, stanowiska florystyczne) a także przy pomiarach wyznaczania tras narciarskich na Kasprowym Wierchu.

Zebrane dane są korygowane w trybie post-processing a następnie eksportowane do postaci *.shp i dalej obrabiane w oprogramowaniu ArcGIS.

Wykorzystanie systemu nawigacji satelitarnej (GPS) w Tatrzańskim Parku Narodowym

Globalny System Pozycjonowania (GPS-NAVSTAR) tworzy konstelacja 26 wojskowych satelitów oraz naziemne stacje monitorujące.

Sygnały radiowe wysyłane przez satelity pozwalają na określenie dokładnej pozycji, prędkości i czasu, w każdym miejscu na kuli ziemskiej, niezależnie od pory dnia i warunków pogodowych.

Dzięki decyzji prezydenta Stanów Zjednoczonych z dnia 1 maja 2000 roku ograniczającej błąd wprowadzany do depechy satelitarnej, nawigacja do punktu o znanych współrzędnych waha się w granicach kilku metrów (bez korekcji RTK).

Programy

Podstawowym GIS-owym programem, który jest wykorzystywany w pracach w Tatrzańskim Parku Narodowym jest ArcGIS.

TPN w chwili obecnej wyposażony jest w licencję sieciową oprogramowania ArcGIS ArcINFO w wersji 9.1 wraz z rozszerzeniami (3D Analyst, Spatial Analyst, Geostatistical Analyst), a także 3 licencje sieciowe oraz kilka pojedynczych programu ArcGIS ArcView 9.1.

Podczas prac w terenie wykorzystywany jest także program ArcPad zainstalowany na palmptopie.

Oprogramowanie ArcGIS w TPN wykorzystywane jest w trzech głównych celach:

tworzenie map,

wizualizacja zjawisk przestrzennych, oraz

analizy przestrzenne.

Do wizualizacji bardzo często wykorzystywany jest rozszerzenie 3D Analyst.

Przy użyciu ArcScene wykorzystując ortofotomapę i NMT tworzone jest przestrzenne zobrazowanie terenu.

Wygenerowany w ten sposób obraz bardzo wiernie oddaje ukształtowanie terenu i pozwala spojrzeć na Tatry z powietrza lub z miejsc, które normalnie są niedostępne.

Tworzone mapy, bazujące na danych pozyskanych przy wykorzystywaniu technologii GPS, fotogrametrii i teledetekcji, stanowią obiektywny materiał do badania zmian, jakie zachodzą w środowisku przyrodniczym Tatr i dostarczają rzeczowych argumentów do dyskusji na ten temat (np. ograniczenia przestrzenne uprawiania narciarstwa w rejonie Kasprowego Wierchu).

Wizualizacja niektórych zdarzeń lub procesów pozwala w lepszy sposób dotrzeć do odbiorcy i wpłynąć na jego decyzje (wypadki śmiertelne w Tatrach, przebieg gradacji kornika).

SIP Gdańska

System informacji przestrzennej Miasta Gdańska obejmuje obecnie około 150 tematycznych warstw mapowych zintegrowanych z tekstową bazą danych (nie licząc zasobów branżowych). Dane te podlegają okresowej, systematycznej weryfikacji i uaktualnieniom, dzięki czemu zachowują wysoki stopień aktualności oraz są stopniowo rozbudowywane o kolejne zbiory, co powoduje, że już teraz tworzą niemal kompletny obraz miasta.

GIS Mazowska (MSIP)

Mazowiecki System Informacji Przestrzennej (MSIP) został utworzony decyzją Zarządu Województwa

Mazowieckiego jako element realizacji polityki państwa i Unii Europejskiej w zakresie społeczeństwa informacyjnego.

Podstawowym zadaniem MSIP jest gromadzenie i udostępnianie aktualnych danych oraz dostarczanie informacji wspomagających proces zarządzania województwem mazowieckim.

MSIP jest dostępny dla wszystkich struktur samorządu terytorialnego Mazowsza, jednostek administracji rządowej oraz pozostałych służb państwowych i publicznych.

Jednocześnie, fundamentalną zasadą działania MSIP jest ogólna dostępność dla każdego zainteresowanego, spełnianą przez udostępnienie informacji drogą internetową w tym Serwisie

Interaktywna mapa Warszawy

Podstawową warstwę mapy stanowią zdjęcia lotnicze, przetworzone do postaci tzw. "ortofotomapy".

Poza zdjęciami lotniczymi, na mapie umieszczono m.in.: granice dzielnic, nazwy ulic, punkty adresowe, granice i numery działek ewidencyjnych, główne siedziby Urzędu Miasta

GEOMATYKA

Geoinformatyka (geomatyka) – dyscyplina nauki i techniki zajmująca się pozyskiwaniem, przetwarzaniem, gromadzeniem, analizowaniem i udostępnianiem informacji przestrzennej.

W realizacji wyżej wymienionych zadań zaangażowany jest zespół środków technicznych (komputery, sieci teleinformatyczne), prawnych (ustawy i rozporządzenia), ekonomicznych (opłacalność inwestowania w sprzęt i oprogramowanie) oraz personalnych (użytkownicy, programiści i administratorzy systemów).

Zadania geoinformatyki realizuje się m.in. z użyciem oprogramowania Systemów Informacji Przestrzennej, które w zależności od szczegółowości oraz przedziałów skal można podzielić na

Systemy Informacji Geograficznej – skale 1:10 000 i mniejsze oraz

Systemy Informacji o Terenie – skale 1:10 000 i większe.

Elementarnym źródłem danych dla opracowań średnioskalowych i małoskalowych są zdjęcia lotnicze i satelitarne (fotogrametria) albo zobrazowanie wykonane spoza zakresu światła widzialnego np. skaniny laserowe, InSAR (teledetekcja).

Produktami finalnymi w Polsce są BDO – Baza Danych Ogólno geograficznych o szczegółowości 1:100 000, VMapa poziomu 2 (mapa wojskowa) o szczegółowości 1:50 000 oraz TBD – Baza Danych Topograficznych (tylko dla niektórych obszarów zurbanizowanych) o szczegółowości 1:10 000.

W Systemach Informacji o Terenie znajduje się przede wszystkim opracowania wielkoskalowe, w postaci mapy zasadniczej (skala 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 z dopuszczeniem skal większych) wraz z poszczególnymi nakładkami (uzbrojenie terenu, ewidencja gruntów i budynków, rzeźba terenu, sytuacja).

W Polsce geoinformatyka regulowana jest poprzez Prawo geodezyjne i kartograficzne (Dz.U.05.240.2027), rozporządzenia Ministra Rozwoju Regionalnego i Budownictwa w sprawie szczegółowych zasad i trybu założenia i prowadzenia krajowego systemu informacji o terenie z dnia 12 lipca 2001 r. (Dz. U. z 2001 r. Nr 80, poz. 866).

Pojęcie **geomatyka** oznacza ponadto badanie kształtów i wymiarów Ziemi, a więc zawiera w sobie także astronomię geodezyjną, techniki satelitarnego wyznaczanie wymiarów i parametrów ruchu Ziemi, geodezję wyższą i grawimetrię geodezyjną (geodezję fizyczną)

Obecnie rozważany jest w Ministerstwie Nauki i Szkolnictwa Wyższego wniosek o powołanie nowego kierunku studiów – geoinformatyka.

Jednak ze względu na chęć minimalizacji liczby kierunków studiów wątpliwe jest jego zatwierdzenie. Obecnie geoinformatyka jest specjalnością na kierunkach Geodezja i Kartografia (zazwyczaj), Informatyka Stosowana, Górnictwo, Geografia, Geologia.

System Informacji Geograficznej (GIS, ang. Geographic Information System) – system informacyjny służący do wprowadzania, gromadzenia, przetwarzania oraz wizualizacji danych geograficznych, którego jedną z funkcji jest wspomaganie procesu decyzyjnego.

Każdy system GIS składa się z: bazy danych geograficznych, sprzętu komputerowego, oprogramowania oraz twórców i użytkowników GIS.

W przypadku, gdy System Informacji Geograficznej gromadzi dane opracowane w formie mapy wielkoskalowej (tj. w skalach 1:5000 i większych), może być nazywany Systemem Informacji o Terenie (LIS, ang. Land Information System).

GIS

GIS jest efektem rewolucji w geografii dokonującej się w ciągu ostatnich kilkunastu lat, jak również oczywiście wynikiem gwałtownego rozwoju informatyki i metod zarządzania bazami danych (zbiorami informacji).

Powstanie GIS jest wynikiem połączenia prac prowadzonych w różnych dziedzinach: geografii, kartografii, geodezji, informatyce, elektronice.

Systemy GIS znajdują praktyczne zastosowanie w wielu dziedzinach.

Stąd bierze się różnorodność terminów określających systemy przetwarzające informacje geograficzne, jak system informacyjny bazy danych geograficznych, system danych geograficznych, system informacji przestrzennej.

Każde z tych określeń przybliża w pewien sposób funkcje realizowane przez poszczególne systemy. W praktyce najczęściej spotykane są systemy specjalizowane, ukierunkowane na wąską grupę zastosowań, jednakże istnieją również wielozadaniowe GIS ogólnego zastosowania.

Struktura danych

Pomimo różnorodności celów przetwarzania, we wszystkich GIS punktem wyjścia są dane związane z lokalizacją obiektów geograficznych.

Opisy obiektów geograficznych zasadniczo składają się z dwóch części, zawierających dwa różne rodzaje danych:

Dane przestrzenne mogą zawierać informacje zarówno o kształcie i lokalizacji bezwzględnej poszczególnych obiektów w wybranym układzie odniesienia, jak również o ich rozmieszczeniu wzajemnym względem innych obiektów (topologia), te z kolei dzielą się na:

- dyskretne, ciągłe oraz
- rastrowe
- wektorowe: punkty, linie, wielokąty (poligony)
- wektorowo-rastrowe

Dane opisowe (zwane także danymi nie-przestrzennymi lub atrybutowymi) – opisujące cechy ilościowe lub jakościowe obiektów geograficznych nie związane z ich umiejscowieniem w przestrzeni.

Uzupełnieniem informacji o obiektach świata rzeczywistego reprezentowanych w bazie danych jest symbolika, tj. graficzny opis postaci, w jakiej obiekty te mają być przedstawiane użytkownikowi. Istotnym składnikiem GIS jest cyfrowa geograficzna baza danych.

Zawiera ona opis poszczególnych obiektów geograficznych. Baza danych przestrzennych jest zazwyczaj ściśle zintegrowana z pozostałymi modułami funkcjonalnymi GIS, tzn. dostęp do niej jest możliwy tylko poprzez GIS.

Alternatywnym rozwiązaniem jest usytuowanie jej na zewnątrz systemu.

Wówczas stanowi ona odrębny system, komunikujący się z GIS poprzez dostęp do wspólnych zbiorów danych.

Często stosowane są rozwiązania, w których dane o lokalizacji (rozszerzone o identyfikatory) obiektów geograficznych wraz z ich opisem graficznym przechowywane są przez wewnętrzną bazę danych, natomiast dane atrybutowe przez bazę zewnętrzną względem GIS.

Rolę tę z powodzeniem może spełniać dowolny system zarządzania baz danych ogólnego zastosowania. Połączenie pomiędzy poszczególnymi typami danych opisujących konkretny obiekt geograficzny zapewnione jest dzięki istnieniu unikalnego identyfikatora, nadawanego obiektowi w procesie wprowadzania danych.

Struktura GIS

Geograficzny system informacyjny składa się z kilku grup programów (modułów) realizujących odrębne funkcje.

Są to:

- procedury wprowadzania i weryfikacji danych wejściowych,
- procedury zarządzania i przetwarzania w obrębie bazy danych (system zarządzania bazą danych),
- procedury przetwarzania i analizy danych geograficznych,
- procedury wyjściowe: prezentacji graficznej, kartograficznej i tekstowej danych,
- procedury komunikacji z użytkownikiem.

Wprowadzania danych

Źródłem danych wejściowych dla GIS mogą być wszystkie informacje, zebrane w dowolnej formie: mapa, ortofotomapa (zdjęcie lotnicze), obraz satelitarny, ankiety statystyczne, dokumenty z pomiarów geodezyjnych i obserwacji terenowych, jak również wszelkiego rodzaju informacje zapisane w postaci cyfrowej.

Dane wprowadzać można za pomocą skanerów.

Umożliwia natychmiastową wektoryzację danych, z drugiej zaś strony metoda ta jest wysoce czasochłonna, a co za tym idzie – droga.

Innym rozwiązaniem jest wektoryzacja map i dokumentów po uprzednim ich zeskanowaniu.

Wektoryzacja jednak jest procesem bardzo złożonym.

Żadna metoda nie pozwala jednak na pełną automatyzację.

Atrybuty nieprzestrzenne w bazie danych geograficznych, to zbiór nazw i liczb, cech jakościowych lub ilościowych obiektów.

Dla przykładu, droga może być wprowadzona do geograficznej bazy danych jako ciąg punktów (w przypadku wykorzystywania rastrowego formatu zapisu danych) bądź jako macierz (ciąg wektorów). Ponadto droga ta może charakteryzować się ustalonym sposobem prezentacji graficznej w systemie, określonym przykładowo przez takie cechy, jak kolor, grubość, rodzaj linii.

Sposób prezentacji graficznej obiektu może w pewnym stopniu wyrażać część przyporządkowanych mu atrybutów nieprzestrzennych (i tak np. dla drogi – jej grubość lub kolor mogą odpowiadać gęstości ruchu na niej lub rodzajowi nawierzchni).

Niemniej jednak w przypadku wprowadzenia większej liczby cech składających się na atrybuty nieprzestrzenne obiektu, wskazane jest ich wyodrębnienie. Pozwala to na uproszczenie przetwarzania danych.

Źródłem tych danych mogą być raporty i rocznik statystyczny, książka adresowa, słowniki nazw geograficznych itp.

Akwizycja i rejestracja tych danych jest także procesem czasochłonnym; przyczyną tego jest ich duża ilość.

W GIS często importuje się dane nieprzestrzenne z innych systemów.

Zarządzanie bazą danych

Dostęp do zbiorów danych zapisanych w postaci cyfrowej zapewnia system zarządzania bazą danych. Oferuje on między innymi procedury dopisywania, wyszukiwania, aktualizacji i porządkowania danych. W zależności od przyjętego logicznego modelu danych, baza może mieć różną strukturę: hierarchiczną, sieciową, relacyjną, lub może być zorientowana obiektowo.

Niezależnie jednak od sposobu konstrukcji bazy danych, jej zasadniczymi jednostkami są zazwyczaj rekordy składające się z pól. Rekordy te reprezentują poszczególne obiekty geograficzne lub kartograficzne, natomiast ich pola odpowiadają atrybutom.

Głównym celem stawianym przed systemem zarządzania geograficzną bazą danych jest umożliwienie szybkiego dostępu do danych.

Można wyobrazić sobie, że zbiór obiektów jednej klasy tworzy podkład (warstwę) mapy.

W ten sposób model mapy analogowej w zapisie cyfrowym wygląda, jak gdyby nałożono na siebie szereg folii, podkładów o różnym zakresie tematycznym.

Rozdział obiektów na poszczególne warstwy dokonywany jest w procesie rejestracji danych przestrzennych.

Czym innym jest jednak fizyczna alokacja i rozmieszczenie plików w pamięci komputera, a czym innym jej pojęciowa logiczna konstrukcja ułatwiająca użytkownikowi dostęp do żądanych informacji. Przekładnię między tymi dwoma aspektami: technicznym i logicznym, zapewniają odpowiednie procedury zarządzania systemem bazy danych.

Tak jak tematyczna organizacja bazy operuje pojęciem warstwy (podkładu, pokrycia) zawierającego obiekty, tak organizacja danych przestrzennych według lokalizacji operuje pojęciem regionu (strony). Baza danych jest wówczas dzielona na części, w których umieszczone są obiekty geograficzne sąsiadujące ze sobą na powierzchni Ziemi. Strony te mogą się dodatkowo dzielić.

Wyprowadzanie i obrazowanie danych

Wyprowadzanie danych polega na ich przedstawianiu w formie zrozumiałej dla użytkownika lub w formie umożliwiającej ich transfer do innego systemu przetwarzania.

Najczęściej wykorzystywaną formą prezentacji danych w geograficznych systemach informacyjnych jest ich wyświetlenie na monitorze w postaci graficznej przypominającej mapę.

Użytkownik dokonuje wyboru obiektów, które mają zostać wyświetlone.

Kryterium wyboru obiektów może być m.in. ich lokalizacja lub wartość atrybutów.

W trakcie wyświetlania mapy cyfrowej możliwa jest zmiana sposobu prezentacji graficznej poszczególnych obiektów lub ich grup.

Ponadto zazwyczaj dostępne są takie operacje, jak powiększanie i pomniejszanie fragmentu mapy,

zmiana kolorów, zmiana usytuowania napisów opisujących obiekty na mapie.
Do zaawansowanych technik wizualizacji zaliczyć należy możliwość prezentacji trójwymiarowej.
Procedury prezentacji umożliwiają w większości GIS uzyskanie trwałej kopii obrazowanych danych w postaci mapy.
Najczęściej wykorzystywanymi w tym celu urządzeniami są ploter oraz drukarka.

Zastosowania GIS

Szeroką grupę zastosowań GIS stanowi wszelkiego typu ewidencja – gruntów, budynków, a ogólnie rzecz biorąc: wszelkiego rodzaju zasobów. Szczegółowe informacje tego typu wykorzystują urbaniści, geodeci, konstruktorzy.

Zastosowanie warstwowej organizacji map umożliwia łatwą modyfikację jedynie wybranych obiektów, bez konieczności przerysowywania całej mapy.

Komputerowa ewidencja własności gruntów z powodzeniem może zastąpić tradycyjną, prowadzoną za pomocą rejestrów i map geodezyjnych (katastralnych).

Inną grupę zastosowań stanowi wykorzystanie GIS do przetwarzania informacji o lokalizacji wszelkiego rodzaju zjawisk, zwłaszcza tych cechujących się znaczną zmiennością w czasie.

GIS są bardzo wygodnym zjawiskiem w rejestracji poziomów emisji wszelkiego rodzaju zanieczyszczeń.

Dla potrzeb monitoringu środowiska naturalnego akwizycja danych dla GIS może być prowadzona z wykorzystaniem zdalnych czujników i urządzeń pomiarowych sterowanych komputerowo.

W tej grupie zastosowań mieści się również wykorzystanie GIS do analizy i obrazowania danych o charakterze statystycznym, takich jak np. zagrożenie przestępczością, występowanie chorób, struktura użytkowania gruntów.

GIS mogą również być bardzo wygodnym narzędziem do przetwarzania danych o infrastrukturze technicznej terenu, tj. o sieciach wodociągowych, gazowniczych, energetycznych, liniach komunikacyjnych.

Dane tego typu wymagają częstych modyfikacji.

Ponadto wymagana jest ich duża dokładność i aktualność.

GIS umożliwiają spełnienie tych wymagań. ten obszar zastosowań związany jest z technologią zwaną (Automated Mapping / Facilities Management), czyli w skrócie AM/FM.

Darmowe i wolne oprogramowanie GIS

W tym dziale prezentujemy wolne i otwarte oprogramowanie GIS; programy z wolnymi licencjami; darmowe przeglądarki GIS, danych geograficznych, rastrowych i wektorowych; darmowe edytory danych GIS itp.

GRASS (Geographic Resources Analysis Support System) - czołowy program GIS - open source, opracowany w ośrodku US Army CERL (Construction Engineering Research Laboratory) dla potrzeb armii amerykańskiej, obecnie rozwijany przez otwarty zespół programistów GRASS Development Team; działający w środowiskach Unixa, MS-Windows, MacOS X; ma budowę modułową co ułatwia jego rozwój przez grupę niezależnych od siebie programistów. Podręczniki i dokumentacje GRASSa na stronie NetGIS

Quantum GIS - działający w środowiskach Linux, Unix, Mac OS X i MS-Windows obsługujący wiele formatów rastrowych i wektorowych.

Umożliwia zarządzanie danymi geograficznymi, tworzenie własnych danych, zastosowanie danych GPS, wykonywanie analiz przestrzennych oraz tworzenie map.

Funkcjonalność programu może być rozszerzona poprzez wykorzystanie dodatkowych wtyczek. Program dostępny jest w 32 wersjach językowych.

SAGA GIS - system GIS działający w środowisku Windowsa i Linuxa, którego najistotniejszym elementem jest szeroki zestaw narzędzi do analizy danych przestrzennych w tym głównie rastrowych. Program służy również do przetwarzania danych wektorowych i tabelarycznych.

Dzięki interfejsom API (Application Programming Interface) i GUI (Graphical User Interface) intuicyjny w obsłudze.

SAGA została stworzona i jest rozwijana przez niewielki zespół specjalistów z Uniwersytetu w Getyndze w Niemczech.

Program wywodzi się od aplikacji DiGeM przeznaczonej do analizy terenu.

Pierwsza edycja SAGA GIS została opublikowana w lutym 2004, druga we wrześniu 2007.

MapWindow GIS - program GIS z możliwością przeglądania, edycji, analizy i wizualizacji danych przestrzennych.

ILWIS - obejmuje szereg funkcji do przetwarzania obrazów, analizy przestrzennych i map cyfrowych. Łatwy do nauczenia dzięki pomocy on-line oraz obszernym kursom z różnych dziedzin dostępnych na stronie internetowej programu.

Microdem - program do analiz i wizualizacji danych przestrzennych.

Jest on rozwijany przez zespół prof. Gutha w wojskowym ośrodku akademickim USNA.

MicroDEM obsługuje najpopularniejsze formaty obrazów rastrowych i wektorowych, np. JPG, GeoTIFF, Shp, Dxf.

Posiada możliwość pracy na numerycznych modelach terenu (SRTM, DTED, ASCII Arc Grid i innych), wielospektralnych zdjęciach satelitarnych czy bazach danych.

Można w nim wyświetlać punkty i ścieżki wyznaczone w terenie przy użyciu odbiornika GPS.

Tatuk Free Viewer 2.2 - przeznaczony do przeglądania rastrowych i wektorowych danych przestrzennych, obsługuje większość popularnych formatów GIS.

Zawiera możliwość wykorzystania własnych oraz ponad 3 tys. zdefiniowanych układów

współrzędnych oraz automatycznie rozpoznaje układy dla poszczególnych warstw kartograficznych.

Program można bezpłatnie ściągnąć ze strony TatukGIS.

Pozostałe programy:

Pozostałe programy:

ArcGIS Explorer

GeoExpress view

Cadcorp

CartoMap

CARIS

Dielmo Open Lidar

DLGV32Pro

Erdas ViewFinder 2.1

Erdas Atcor

FMaps

FME Universal Viewer

FWTools

Geographic Explorer

Geoconcept

GeoHawk

Geomajas

GeoServer
Guthrie CAD:GIS
gvSIG
Kalypso
Kosmo
Manifold Systems
MapGuide
MapInfo ProViewer
Mapmaker
MapServer
MSI Viewer
OpenEV
OpenJump
OpenMap
OSSIM
PCI Geomatics
Pitney Bowes Mapinfo
Rockware
Safe Software
Scanex RDC
TerraView
Thuban
uDIG

GPS - Globalny System Nawigacji

GPS (Global Positioning System) to amerykański system nawigacji satelitarnej obejmujący swym zasięgiem całą kulę ziemską.

Służy m.in. do wyznaczania pozycji geograficznej (długość, szerokość geograficzną oraz wysokość elipsoidalną).

System jest ogólnodostępny, z jego usług może korzystać każdy - wystarczy tylko posiadać odpowiedni odbiornik GPS.

Początki GPS

Zbudowany przez Departament Obrony USA system GPS (Global Positioning System) powstał w wyniku doświadczeń zebranych podczas tworzenia i użytkowania systemu nawigacji satelitarnej TRANSIT, a w szczególności satelitów serii TIMATION. TRANSIT był z sukcesem testowany przez Departament Marynarki Wojennej Stanów Zjednoczonych (U.S. Navy) od 1960 r.

Testy nowego systemu GPS rozpoczęto w 1972 r., a pierwszy satelita bloku I, SVN 1 został wystrzelony 22 lutego 1978 r.

Służący pierwotnie jedynie do celów militarnych system miał spełniać szereg założeń, w tym: możliwość wyznaczenia położenia w czasie rzeczywistym, niezależność od warunków, w których system jest wykorzystywany i odporność na zakłócenia zarówno przypadkowe jak i celowe, dokładność naprowadzania pocisków do celu 5 m, niska cena odbiornika, dostępność na całej kuli ziemskiej, synchronizacja czasu na poziomie 1 mikrosekundy, Nielimitowana liczba użytkowników, niewykrywalność odbiornika.

Generacje satelitów

Do dzisiaj powstało 6 generacji satelitów umieszczanych sukcesywnie na orbicie.

Były to kolejno satelity bloku I (SVN1 - SVN11), satelity bloku II (SVN13 - SVN21) - już nie pracujące, satelity bloku IIA (SVN22 - SVN40), satelity bloku IIR (SVN41 - SVN62), satelity bloku IIR-M oraz najnowsze satelity generacji bloku II F (pierwszy wystrzelony 28 maja 2010 r.)

Czas pracy ostatniej generacji satelitów szacowany jest na około 12 lat.

Satelity, tworzące tzw. segment kosmiczny systemu umieszczone są na orbitach kołowych o nachyleniu 55° (Block IIA, IIR, IIR-M) lub 63° (Block I) względem płaszczyzny równika na wysokości 20183 km.

Obieg Ziemi przez satelitę trwa 11h 58 min (pół doby gwiazdowej).

Obecnie na orbitach znajduje się 30 sprawnych satelitów (stan na maj 2010).

Ich pracę kontroluje tzw. segment naziemny systemu, czyli 12 stacji rozmieszczonych możliwie równomiernie na równiku w sposób, aby każdy z satelitów był stale widoczny z co najmniej dwóch stacji przez całą dobę.

Główna stacja nadzoru mieści się w bazie sił lotniczych Shriever AFB (poprzednio Falcon) w Colorado Springs (USA).

Pozostałe stacje nadzoru prowadzone przez Siły Lotnicze USA ulokowane są na Hawajach, Cape Canaveral, Wyspie Wniebowstąpienia, wyspie Diego Garcia oraz na Atolu Kwajalein.

Sześć stacji zarządzanych jest przez NGA (National Geospatial-Intelligence Agency), są to stacje w Waszyngtonie, Ekwadorze, Argentynie, Londynie, Bahrajnie i Australii.

Na podstawie prowadzonych przez nie obserwacji wylicza się nowe parametry orbit satelitów.

Prognozowane efemerydy, czyli dane o pozornym położeniu satelitów na nieboskłonie są wysyłane do satelitów nie rzadziej niż co 48 godzin i przez nie retransmitowane.

Zasady działania

Istotą działania systemu GPS jest dokładny pomiar czasu oraz odczyt położenia satelitów na orbicie. Każdy z satelitów wyposażony jest w zegar atomowy. Wysyła on sygnał na dwóch częstotliwościach nośnych $f_1 = 1575,42$ MHz (długość fali 19,029 cm) i $f_2 = 1227,6$ MHz (długość fali 24,421 cm).

Umożliwia to pomiar odległości między satelitami a odbiornikiem dwiema metodami: kodową i fazową. W praktyce do określenia pozycji w trójwymiarowej przestrzeni i czasu systemu konieczny jest jednoczesny odbiór sygnału z przynajmniej czterech satelitów.

Odbiornik użytkownika oblicza trzy pseudoodległości do satelitów oraz odchyłki czasu (różnicę między tanim i niedostatecznie dokładnym wzorcem kwarcowym zainstalowanym na odbiorniku i precyzyjnym zegarem atomowym na satelicie).

Dokładne współrzędne satelity są transmitowane w depeszy nawigacyjnej.

W przypadku możliwości odbioru sygnału jedynie z trzech satelitów, niektóre odbiorniki mogą pracować w trybie 2D, czyli bez odczytu wysokości.

W systemie GPS zastosowano dwa poziomy dostępu.

Dostęp precyzyjny przeznaczony jest dla sił zbrojnych USA oraz wojsk sprzymierzonych.

Dostęp standardowy o mniejszej dokładności wykorzystywany jest przez odbiorców cywilnych.

Pierwotnie był on celowo zakłócany pseudolosowym błędem, który uniemożliwiał uzyskanie odczytu precyzyjniejszego niż ok. 100 m, chyba że stosowało się uśrednianie wskazania, prowadząc długotrwały, stacjonarny odczyt.

Mechanizm zakłócający odbiór sygnału został wyłączony 1 V 2000 r. za prezydentury Billa Clintona, dzięki czemu dokładność określania pozycji dla użytkowników cywilnych wzrosła do ok. 4-12 metrów.

Sposobem na ustalenie dokładniejszej pozycji dzięki systemowi GPS jest stosowanie pomiaru różnicowego DGPS (ang. Differential Global Positioning System).

W metodzie tej wykorzystuje się tzw. stację bazową (referencyjną), czyli odbiornika ustawionego w dokładnie wyznaczonym punkcie, który wyznacza na bieżąco poprawki różnicowe dla poszczególnych satelitów, eliminując błędy zegara satelity, efemeryd i opóźnień sygnału wynikających z oddziaływania jonosfery i troposfery.

Do działania systemu różnicowego DGPS niezbędna jest możliwość przesyłania do drugiego odbiornika ruchomego wyznaczonych poprawek, np. przez łącze VHF (ang. Very High Frequency, czyli fale radiowe UKF o częstotliwości od 30 do 300 MHz) lub GPRS (ang. General Packet Radio Service - pakietowe przesyłanie danych w technologii komunikacyjnej operatorów sieci komórkowej GSM).

Procedurę tę można stosować zarówno w czasie rzeczywistym podczas pomiarów, jak i przez późniejsze przetworzenie zbieranych danych, tzw. postprocessing. Zastosowanie metody DGPS pozwala na osiągnięcie dokładności 0,5-2 m i większej.

Systemy wspomaganie satelitarne

Do przesyłania poprawek umożliwiających pomiary GPS ze zwiększoną dokładnością służą również systemy różnicowe o dużym zasięgu oparte o działanie satelitów geostacjonarnych. Zaliczają się do nich amerykański system 2 satelitów WAAS (ang. Wide Area Augmentation System) oraz europejski EGNOS (ang. European Geostationary Navigation Overlay Service). EGNOS składa się z 3 satelitów obejmujących swym zasięgiem Europę oraz z segmentu naziemnego, w tym 34 stacji pomiarowo-obszernych m.in. w Warszawie (odczytywanie depesz nawigacyjnych z satelitów GPS), 4 stacji kontrolnych (przetwarzanie danych i obliczanie poprawek różnicowych) i 6 stacji transmitujących (wysyłanie poprawek do satelitów, które przekazują je do użytkowników). Pobieranie poprawek do odbiorników GPS umożliwia także komercyjne naziemne stacje referencyjne tworzone na potrzeby dystrybutorów sprzętu geodezyjnego.

Systemy wspomaganie satelitarne.

Zadaniem systemów wspomaganie satelitarne (SBAS - Satellite Based Augmentation System) jest zwiększania precyzji i dokładności pomiarów przeprowadzanych z wykorzystaniem globalnych systemów nawigacji satelitarnej (GPS, GLONASS, Galileo itp.).

Dzięki funkcjonowaniu systemów wspomaganie satelitarne zdecydowanej poprawie ulegają podstawowe parametry nawigacyjne systemów nawigacji satelitarnej tj.:

dokładność, czyli zdolność systemu do określania pozycji mierzonego obiektu w granicach dopuszczalnego błędu systemu,

wiarygodność, która określa poziom zaufania do dostarczanej przez system informacji,

ciągłość, czyli zdolność systemu (satelitów) do nieprzerwanej pracy podczas całego swojego przelotu nad horyzontem użytkownika

dostępność określaną jako prawdopodobieństwo pełnienia usług nawigacyjnych w dowolnym momencie.

Istotną cechą systemów wspomaganie satelitarne (SBAS - Satellite Based Augmentation System) jest ich kompatybilność. Obok systemu EGNOS wyróżnić jeszcze możemy pionierski, amerykański system WAAS (Wide Area Augmentation System) oraz japoński MSAS (Multifunctional Satellite Based Augmentation System).

Są to systemy regionalne, jednakże na mocy porozumienia MOPS (Minimum Operational Performance Standards), transmitowane przez nie informacje mają taką samą strukturę. Dlatego też odbiorniki "rozumieją" zawartość odbieranych sygnałów niezależnie od systemu, który je emituje. Kooperacja ta powoduje także znaczący wzrost terenowej dostępności ich sygnałów, a w połączeniu z planowanymi ulepszeniami systemów satelitarnej umożliwi w przyszłości rzeczywisty, globalny serwis nawigacji satelitarnej.

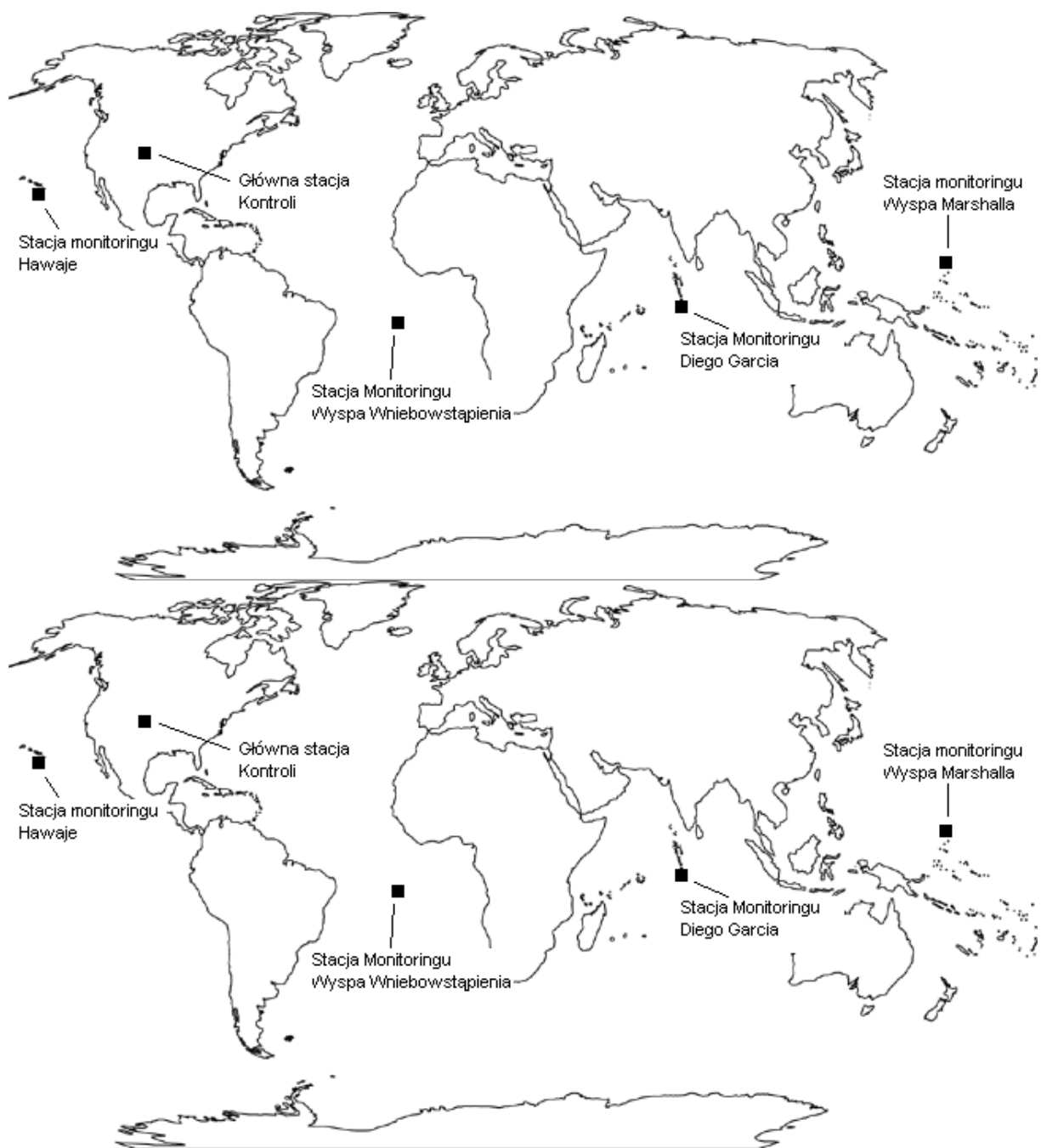
Segmenty GPS

Kosmiczny

Składa się z 24 satelitów (plus kilku rezerwowych) typu Navstar poruszających się po sześciu równomiernie rozmieszczonych orbitach kołowych, po cztery na każdej w równych odległościach, o czasie obiegu 12 godzin, na wysokości 20 200 km, nachyleniu 55° względem równika. Zawsze widocznych pozostaje od 5 do 12 satelitów.

Kontroli

Na segment kontroli składa się Główna Stacja Nadzoru MCS (Master Control Station) znajdująca się w Bazie Sił Powietrznych w Colorado Springs w USA. Stacje monitorujące (Monitoring Station) ulokowane są m.in. na Hawajach, Cape Canaveral, Wyspie Wniebowstąpienia. Anteny Naziemne.



Użytkowników

Technologia GPS znajduje coraz więcej zastosowań, stąd segment użytkownika tego systemu - odbiorniki użytkowników znacznie różnią się od siebie zarówno pod względem zaawansowania technicznego jak i oferowanych funkcji.

Nowoczesne odbiorniki GPS operują zazwyczaj na trzydziestu niezależnych kanałach, z których każdy jest przystosowany do odbierania i przetwarzania sygnałów z jednego satelity a procesy odbioru i przetwarzania sygnałów są prowadzone w takim wielokanałowym odbiorniku jednocześnie. Starsze odbiorniki operują na 8 lub 12 kanałach, co jednak jest wystarczające - w Polsce z reguły jednocześnie widocznych jest ok. 10-12 satelitów.

Odbiorniki GPS

Wśród odbiorników obecnych na rynku dokonać można pewnego podziału. Wyróżnić wśród nich można

Turystyczne

Przenośne odbiorniki przypominające wyglądem duże telefony komórkowe, wyposażone w monochromatyczny (starsze lub najprostsze modele) lub kolorowy wyświetlacz, czasami także slot na dodatkową kartę pamięci zewnętrznej.

Umożliwiają wyznaczenie aktualnej pozycji odbiornika i zazwyczaj zapisywanie śladu przebytej drogi (tzw. waypoint) oraz oznaczania punktów z nadawaniem im odpowiednich atrybutów (nazw, wartości etc.).

Niektóre z tego typu odbiorników ułatwiają dotarcie do wyznaczonej z góry pozycji czy nawigowanie na podkładzie wgranej wcześniej mapy wektorowej i/lub rastrowej.

Cechuje je dobra jakość wykonania, niska waga, odporność na warunki atmosferyczne, długi czas pracy na bateriach i prostota obsługi.

Wiodącymi producentami tej kategorii urządzeń są Garmin (topowy model odbiornika 60CSx) i Magellan.

Cena odbiorników turystycznych waha się od 200-300 PLN za odbiornik używany do około 2000 PLN za odbiornik nowej wysokiej klasy.

GPS Dataloggery

GPS Dataloggery, zwane także rejestratorami trasy to niedrogie urządzenia umożliwiające zapis położenia urządzenia w czasie.

Dzięki temu uzyskuje się zbiór punktów umożliwiający wizualizację przebytej drogi na mapach.

Są one wykorzystywane głównie do monitorowania pracy kierowców przez pracodawcę.

Niektóre urządzenia tego typu umożliwiają automatyczne łączenie trasy ze zdjęciami cyfrowymi wykonanymi w trakcie jej trwania (tzw. photo tagging).

Takie połączenie funkcji wykorzystywane jest przez wiele serwisów umożliwiających dzielenie się zdjęciami w sieci internetowej.

Niektóre programy dołączane do DataLoggerów umożliwiają również zapis informacji o miejscu wykonania zdjęcia bezpośrednio w pliku fotografii.

DataLoggery stosowane są także do oznaczania położenia infrastruktury technicznej ukrytej pod powierzchnią dróg.

Odbiorniki GPS do nawigacji samochodowej

Odbiorniki tworzone do nawigacji komunikacyjnej to dynamicznie rozwijający się segment rynku.

Cechuje je maksymalnie uproszczona obsługa, ograniczająca się zazwyczaj do nawigowania po dużym, czytelnym także przy jaskrawym świetle ekranie dotykowym, możliwość zamontowania nad deską rozdzielczą auta, tryb głośnomówiący, który ma prowadzić kierowcę po trasie bez patrzenia w ekran urządzenia oraz szereg dodatkowych funkcji, zależnych od zastosowanego oprogramowania.

Odbiorniki tego typu wyświetlają podkład mapowy adekwatny do zajmowanej pozycji, aktualizowany na bieżąco w trakcie jazdy. Umożliwiają prowadzenie do ustalonego wcześniej celu po drogach zapisanych w bazie danych programu nawigacyjnego (Automapa, Avigo etc.).

Producenci oprogramowania umieszczają w aktualizowanych bazach danych informacje o objazdach, fotoradarach, czarnych punktach, stacjach benzynowych, adresach posesji itd. Odbiorniki samochodowe nie muszą mieć dużej dokładności. Ich pożądaną cechą jest szybka gotowość do pracy po włączeniu, tzw. zimny start (ustalenie pozycji po włączeniu urządzenia).

Odbiorniki GPS w telefonach komórkowych

Nowoczesne telefony komórkowe wyposażone są coraz częściej w moduł GPS.

Pozwala on na korzystanie z aplikacji nawigacyjnych przewidzianych do zainstalowania, zgodnych z oprogramowaniem telefonu.

Nierzadko telefon z dużym wyświetlaczem może z powodzeniem zastąpić predefiniowany zestaw do nawigacji samochodowej.

Ograniczeniem tego typu odbiorników jest stosunkowo krótki czas pracy na akumulatorze, ewentualnie konieczność stałego zasilania np. z gniazdka samochodowego, a także z reguły mniejszy ekran.

Odbiorniki GPS w komputerach naręcznych typu Palmtop

Zastosowanie odbiorników GPS w palmtopach (nazwa zaczerpnięta od jednego z pierwszych producentów tego typu urządzeń firmy Palm) ograniczone jest jedynie przez zastosowane oprogramowanie, działające zazwyczaj w oparciu o system operacyjny Windows Mobile.

Nowoczesne moduły GPS typu SiRF Star III oraz możliwość podpięcia anteny zewnętrznej sprawiają, że urządzenia tego typu mogą służyć zarówno do nawigacji samochodowej jak i precyzyjnych pomiarów geodezyjnych z uwzględnieniem poprawek DGPS.

Na niekorzyść profesjonalnego wykorzystania prostych palmtopów przemawia jednak krótki czas pracy na akumulatorze oraz mała odporność na warunki zewnętrzne (co jednak można obejść stosując odpowiednie obudowy np. firmy OtterBox).

O użyteczności palmtopa decydują szybki procesor, duża pamięć operacyjna, slot na zewnętrzne karty pamięci, wysokokontrastowy ekran umożliwiający pracę w słońcu, komunikacja Bluetooth, WiFi oraz długi czas pracy na baterii.

Odbiorniki GPS do geodezji oraz zastosowań GIS

Najbardziej zaawansowanymi cywilnymi odbiornikami GPS są urządzenia tworzone na potrzeby pomiarów geodezyjnych. Umożliwiają uzyskanie poprawek różnicowych, pozwalają na określenie położenia obiektu z dokładnością submetrową (mniejszą niż 1 m), a przy zastosowaniu specjalnych procedur poniżej 1 cm. Zestawy GPS dla geodetów różnią się między sobą w zależności od wymogów, co do precyzji, różnią się także ceną, która nie wynosi mniej niż 10 000 zł. Typowy zestaw buduje zewnętrzna antena umieszczana na tyczce przy pomiarach stacjonarnych lub wystająca z małego plecaka dla mobilnego użytkownika kartującego teren oraz z rejestratora w formie komputera przenośnego - przypominającego palmtopa, jednak o zdecydowanie zwiększonej odporności na czynniki zewnętrzne i dłuższej (kilku-, kilkunastogodzinnej) możliwości pracy na bateriach, ewentualnie tabletu z ekranem dotykowym. Rejestratory mają często możliwość wykonywania zdjęć wbudowanym aparatem cyfrowym, łączności z innymi urządzeniami przez Bluetooth, komunikację przez WiFi czy odbieranie poprawek DGPS z sieci GSM.



Dla pomiarów mniej precyzyjnych wykorzystuje się anteny wbudowane w rejestratory. Rejestratory, pracujące zazwyczaj w oparciu o Windows Mobile, ewentualnie o Windows XP czy Vista w większych jednostkach, wymagają zastosowania odpowiedniego oprogramowania do zbierania danych.

Niemal każdy z wiodących dystrybutorów oferuje własny system rozwiązań softwareowych, umożliwiających jednak eksport pozyskanych danych przestrzennych do najpopularniejszych formatów zapisu DXF, DWG czy SHP.

Jednym z najbardziej znanych programów przeznaczonych do zbierania danych w terenie jest aplikacja ArcPad firmy ESRI, z której można korzystać bezpłatnie w sesjach 20-minutowych (ograniczenie to nie dotyczy wersji płatnej).

Wszystkie programy łączy możliwość pomiaru punktów, linii i powierzchni oraz nadawanie im odpowiednich atrybutów (opisów, wartości etc.).

Literatura

Adamczyk J., Będkowski K., 2006: Metody cyfrowe w teledetekcji. SGGW, Warszawa.

Bernasik J., 2000: Elementy fotogrametrii i teledetekcji. Wydawnictwo AGH, Kraków.

Bielecka E., 2006: Systemy informacji geograficznej. Teoria i zastosowania. PJWSTK, Warszawa.

Eckes K., 2006: Modele i analizy w systemach informacji przestrzennej. Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-

Dydaktyczne AGH, Kraków.

Gotlib D., Iwaniak A., Olszewski R. 2007: GIS. Obszary zastosowań. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.

Januszewski J., 2006: Systemy satelitarne GPS, Galileo i inne. PWN, Warszawa.

Jezioro P., Kozak J., 2004: Wprowadzenie do systemów informacji geograficznej. Ćwiczenia. Instytut Geografii

Lamparski J., 2001: Navstar GPS. Od teorii do praktyki. UWM, Olsztyn.

Litwin L., Myrda G., 2005: Systemy Informacji Geograficznej. Zarządzanie danymi przestrzennymi w GIS. Wydawnictwo Helion, Gliwice.

Longley P.A., Goodchild M.F., Maguire D.J., Rhin D.W., 2006: GIS. Teoria i praktyka. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.

Makowski A. (red.), 2005: System informacji topograficznej kraju. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa.

Mularz S., 2004: Podstawy teledetekcji – wprowadzenie do GIS. Politechnika Krakowska, Kraków.

Pikoń A., 2008: AutoCAD 2008 PL. Pierwsze kroki. Wydawnictwo Helion, Gliwice.

Tomlinson R., 2008: Rozważania o GIS. Wyd. ESRI Polska, Warszawa.

Ullman J. D., Widom J., 2000: Podstawowy wykład z systemów baz danych. WNT, Warszawa.

Urbański J., 1997: Zrozumieć GIS. Analiza informacji przestrzennej. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.

Zieliński T., 2005: Microstation V8 PL 2004 Edition. Politechnika Warszawska, Warszawa.

Góral W., Banasik P., Kudrys J., Skorupa B., 2008: Współczesne metody wykorzystania GPS w geodezji. UWN-D AGH, Kraków.

Hatakeyama A., 2000: ArcMap. Wyd. ESRI Press, Redlands.

Kwietniewski M., 2007: GIS w wodociągach i kanalizacji. PWN, Warszawa.

Lamparski J., Świątek K., 2007: GPS w praktyce geodezyjnej. Wydawnictwo GALL, Katowice.

Lausen G., Vossen G., 2000: Obiektowe bazy danych. Modele danych i języki. WNT, Warszawa.

Perencsik A., Idolyantes E., Booth B., Andrade J., 2004: ArcGIS 9. Introduction to CASE Tools. Wyd. ESRI Press, Redlands.

Pikoń A., 2008: AutoCAD 2008 i 2008 PL. Wydawnictwo Helion, Gliwice.

Świder K., Dec G., Trybus B., 2004: Inżynieria systemów informatycznych. Podstawy i praktyka budowy systemów oprogramowania. Oficyna Wydawnicza PRz, Rzeszów.