

Świat opanowują technologie globalne. Opanowują stopniowo. Najpierw są interesującą nowinką, wykorzystywaną gdzieś daleko, do specjalnych celów. Później zaczynają pojawiać się w pobliżu budząc sensację otoczenia. Następnie powszednieją, stają się kolejnym narzędziem pracy. Wreszcie są konieczne, niezastąpione w codziennej pracy, a ich awaria jest wytłumaczeniem niemożności działania.

Tak było z komputerami – od dowcipów na temat „elektronowych mózgow” do przyjętej bez zastrzeżeń tezy, że bank taki czy inny nie jest w stanie obsługiwać klientów, bo system komputerowy zawiodł. Tak jest z Internetem – dla wielu to wciąż jeszcze nowinka, ale czas kiedy bez zastrzeżeń przyjmujemy wytłumaczenie, że sklep nie może zaakceptować płatności naszą kartą, bo wysiadło łącze internetowe naszego banku, zbliża się wielkimi krokami.

Nadchodzi kolejna rewolucja – technologia globalna jak Internet i militarna jak mikroelektronika: GPS – Global Positioning System.

Navstar GPS, bo tak brzmi pełna nazwa systemu, powstał w roku 1973 jako wspólne przedsięwzięcie marynarki i lotnictwa USA. Od początku jednak był projektowany z myślą o udostępnieniu części usług użytkownikom cywilnym. Miał oferować kompletne rozwiązanie najważniejszego problemu nawi-

gacji – natychmiast dostarczać odpowiedzi na pytania „gdzie jestem?”, „jak daleko do celu?”, w każdym punkcie kuli ziemskiej, przez całą dobę, z dokładnością 10-15 metrów. W rzeczywistości oferuje znacznie więcej. GPS dał ludziom pracującym w terenie możliwość skorzystania z dobrodziejstw komputerowego przetwarzania danych. Dotychczas możliwości te miały tylko osoby zajmujące się informacją ilościową (księgowość, finanse) i jakościową (urzędnicy, dziennikarze). Ale co z informacją o lokalizacji?

Z pomocą przyszedł GIS – system informacji przestrzennej. Systemy GIS pozwalają robić z danymi przestrzennymi to, co z informacją ilościową i jakościową robią bazy danych: magazynować, przeglądać, a nade wszystko zadawać pytania, na które system błyskawicznie odpowie: „Znajdź wszystkie sprawne hydranty w promieniu 500 metrów”; „Znajdź wszystkie działki

przeznaczone pod zabudowę o powierzchni większej niż 10 arów”.

Niestety, systemy GIS są (podobnie, jak bazy danych) bezużyteczne, dopóki nie wypełni się ich informacją. W bazie danych łatwo umieścić dane np. finansowe lub magazynowe – wystarczy wprowadzić przy pomocy klawiatury odpowiednią liczbę dokumentów papierowych. Co innego z systemami GIS – za pomocą zeskanowanych tradycyjnych map i zdjęć lotniczych da się stworzyć za ledwie zgrab systemu, który trzeba dopiero żmudnie napęlić treścią – informacjami lokalnymi: opisami i lokalizacjami obiektów i obszarów.

Właśnie tutaj rejestrator GPS jest niezastąpiony: przeprowadzi osobę inwentaryzującą zasoby przestrzenne po zadanej wcześniej trasie (informując: teraz skręć w lewo, jeszcze 200 metrów prosto), pozwalając zebrać informacje jakościowe i przestrzenne o dowolnych obiektach: od pomników przyrody po linie energetyczne.

Ale nie koniec na tym – nowoczesne kartograficzne rejestratory GPS posiadają definiowalne elektroniczne formularze, dzięki którym można wprowadzić do pamięci nie tylko pozycję geograficzną obiektu, ale również cały jego opis: w przypadku linii energetycznych – stan poszczególnych słupów, konieczne naprawy itp. To wszystko wybierając z wcześniej zdefiniowanych menu wartości, np. „sprawny, uszkodzony, do wymiany”.

GPS zadba nawet o to, aby w rubryki typu numerycznego (np. ilość izolatorów do wymiany) wpisać wartość liczbową z określonego zakresu. Dzięki współpracującemu z odbiornikiem oprogramowaniu możemy przejrzeć i skorygować zebrane informacje, a następnie przemieścić je bezpośrednio do systemu GIS.

Tak powstałe mapy cyfrowe cechuje bardzo dobra dokładność tak informacji opisowej, jak i przestrzennej – eliminuje się bowiem błędy wynikające z ręcznego przepisywania danych, nierzetelności pracowników (każdy zarejestrowany punkt posiada datę i godzinę rejestracji, itp.).

Systemy GPS stanowią więc idealne narzędzie do tworzenia i aktualizacji wektorowych map cyfrowych. Ale na tym nie koniec – mając taką mapę możemy nie obawiać się, że zabłądzimy np. jadąc samochodem przez nieznanne miasto. Jak? Wystarczy dołączyć do komputera odbiornik GPS. To łatwe – nawet najprostsz, kosztujący 900–1000 złotych odbiornik ma wyjście pozwalające wpiąć go w standardowy port szeregowy.

Następnie wystarczy uruchomić specjalne oprogramowanie, aby komputer

pokazał bieżącą sytuację, wskazał drogę do celu, a nawet przemówił ludzkim głosem, wskazując gdzie skręcić.

Obecnie oprogramowanie tego typu produkuje kilka firm; zawierają one jeden lub więcej dysków CD-ROM z cyfrowymi mapami. Przodują tu firmy z Atlantyku oferując coraz dokładniejsze mapy USA. W Europie pionierem w dziedzinie nawigacji samochodowej jest firma Philips, której system CARIN (CAR Information and Navigation) ma szansę być montowany fabrycznie w niektórych modelach samochodów.

Wejźmy do samochodu i w drogę! Poprowadzi nas system nawigacyjny oparty na GPS według cyfrowej mapy stworzonej przez GPS. Obok widać autostradę w budowie. Geodeci wykonują pomiary. Ale gdzie taśmy miernicze; gdzie niwelatory? Dlaczego stoją beczynnienie obok czegoś, co wygląda jak płaski talerz leżący na trójnogu?

Jesteśmy świadkiem pracy geodezyjnego zestawu GPS. Zestawem takim pracuje się nieco podobnie, jak teodolitem lub niwelatorem – praca polega na wyznaczaniu kierunków i odległości (wektorów) od instrumentu do wybranych punktów. Z kilkoma jednak istotnymi różnicami: nasze dwa odbiorniki (odpowiednik teodolitu i tyczki) nie muszą się

wzajemnie widzieć – wystarczy, że widzą niebo. Stanowi to przełom w tradycyjnych metodach geodezyjnych – koniec z mozolnym obudowywaniem każdej przeszkody siatką pomiarów. Można wytaczać wektory o długości dziesiątków kilometrów i wciąż uzyskiwać dokładności kilku milimetrów.

Geodezyjne GPS-y stanowią arystokrację wśród odbiorników. Mają najwyższe parametry (odbierają obie częstotliwości emitowane przez satelity GPS), bardzo duże dokładności i cenę przekraczającą często 20 tys. dolarów za sztukę. Cóż, za kilkakrotne przyspieszenie prac pomiarowych trzeba słono płacić.

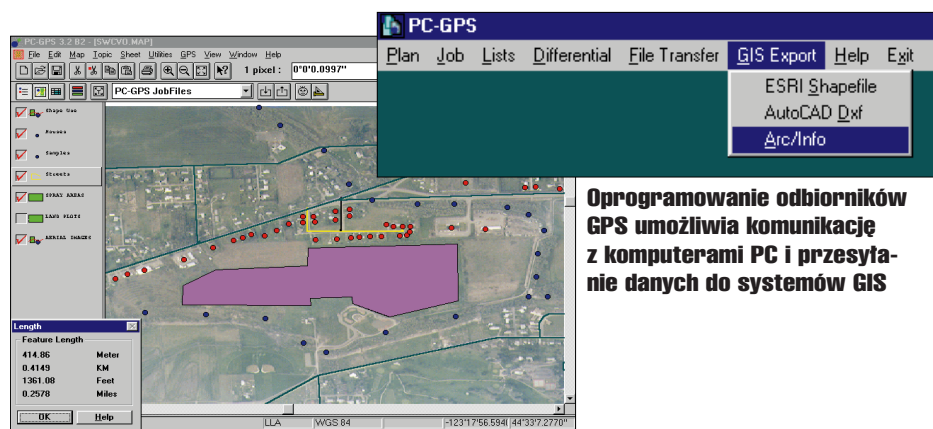
Jak to działa?

Nasuwa się pytanie: jak działa system GPS? Skąd bierze się sygnał, pozwalający znaleźć położenie punktów w przestrzeni?

Wysyłają go dwadzieścia cztery satelity aktywne i dwa zapasowe, krążące po orbitach kołowych na wysokości ok. 20 tys. kilometrów. Są to orbity tak wysokie, że umożliwiają korzystanie z systemu nie tylko samolotom, ale nawet innym satelitom.

Każdy satelita GPS wysyła sygnały radiowe o częstotliwościach 1575,42 MHz oraz 1227,60 MHz. Korzystanie z sygnału jest bezpłatne. Wystarczy odebrać sygnały pochodzące z czterech satelitów, aby poznać swoją pozycję.

► 48

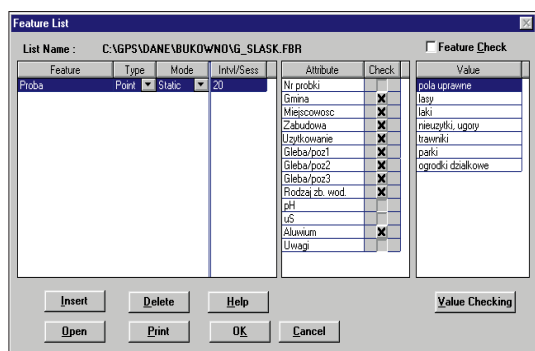


Oprogramowanie odbiorników GPS umożliwia komunikację z komputerami PC i przesyłanie danych do systemów GIS



Satelity poruszają się bowiem po niezwykle precyzyjnie wyliczonych orbitach. Dodatkowo wszelkie odchylenia od zadanego toru lotu są obserwowane przez stacje naziemne i raportowane satelicie. Ten wpłata informacje o odchyłce do transmitowanego sygnału. Tak więc w każdym momencie znana jest dokładna pozycja każdego satelity w przestrzeni.

Wystarczy poznać swoją odległość od trzech dowolnych satelitów GPS, aby wyliczyć swoją pozycję. Dlaczego od trzech?



Kartograficzne rejestratory GPS pozwalają na zapisanie szczegółowego opisu mierzonych obiektów

Jeżeli znamy odległość od jednego satelity, to wiemy, że znajdujemy się gdzieś na powierzchni sfery o środku w satelicie i promieniu równym poznanej odległości. Znana odległość od dwu satelitów lokuje nas na okręgu będącym przecięciem dwu sfer. Trzy sfery przecinają się tylko w dwóch punktach, z których jeden da się wykluczyć jako będący zbyt daleko od Ziemi lub poruszający się zbyt szybko. Czyli znamy naszą pozycję!

Ale jak poznać odległość od satelitów? Dokonuje się tego poprzez niezwykle precyzyjny pomiar czasu. Każdy z satelitów posiada na pokładzie cztery cezowe zegary atomowe – najdoskonalsze znane źródła czasu. Oprócz tego zegary te są stale monitorowane i synchronizowane z Ziemi.

Satelity transmitują nieprzerwanie aktualną godzinę. Ponieważ fala radiowa porusza się ze znaną prędkością – prędkością światła, opóźnienie sygnału można z łatwością przeliczyć na odległość.

Proste? Niestety, w tym celu odbiornik GPS musiałby posiadać własne atomowe źródło czasu, z którym porównywałby odbierane informacje. A cezowy zegar atomowy kosztuje co najmniej 100 tys. dolarów...

Jak więc działa odbiornik GPS? Posiada się dodatkowym, czwartym satelitą. Dzięki temu, rozwiązując układ czterech równań z czterema niewiadomymi może

on nie tylko poznać odległość od każdego z satelitów, ale również zsynchronizować swój wewnętrzny zegar kwarcowy z zegarami satelitów.

Dokładność pomiaru GPS zależy od klasy odbiornika i przyjętej metodologii pomiarów

Najmniej dokładne są odbiorniki nawigacyjne. Miałyby one dokładność 10–15 metrów, gdyby Departament Obrony USA nie zdecydował o zakodowaniu jednego z transmitowanych przez satelity sygnałów (tzw. kodu P) i przeznaczeniu go tylko dla wojska. Cywilom przypadł drugi typ sygnału – tzw. C/A. Kod ten jest emitowany tylko na jednej z dwu częstotliwości, co zmniejsza nieco dokładność. Co gorsza, kod C/A jest umyślnie zakłócany tak, że błąd obliczenia pozycji sięga 100 metrów.

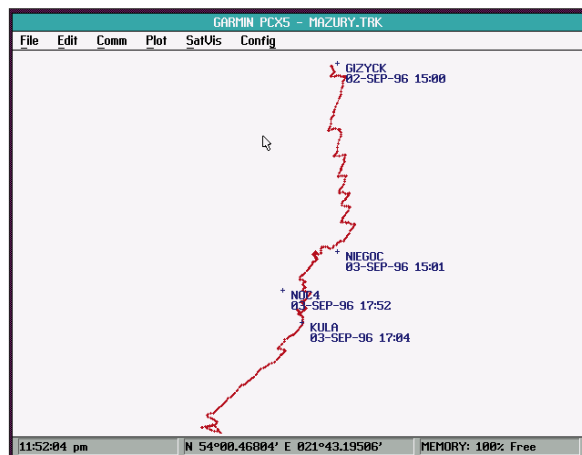
Dlatego powstał DGPS – różnicowy (względny) pomiar GPS. Zaważono bowiem, że dwa niezbyt oddalone odbiorniki GPS obserwują te same błędy i zakłócenia sygnału. Jeżeli więc jeden z odbiorników umieścimy nieruchomo na punkcie o znanych współrzędnych i włączymy, to możemy obliczyć błąd wyliczonej pozycji. Błąd ten, przesłany do drugiego odbiornika i odjęty od jego pozycji, powoduje radykalną poprawę dokładności – aż do

różnicy fazy odbieranego przez dwa (lub więcej) odbiorniki sygnału. Za pomocą pomiarów fazowych można osiągnąć dokładności poniżej jednego milimetra! Na tej zasadzie działają GPS-y geodezyjne.

Pomiar DGPS jest niezastąpiony wszędzie tam, gdzie potrzebna jest dokładność lepsza od kilkunastu metrów. Jego wadą jest fakt, że aby móc cokolwiek zmierzyć, trzeba dysponować co najmniej dwoma odbiornikami GPS. Jeden z nich należy bowiem umieścić w punkcie o znanych współrzędnych, czyniąc z niego tzw. bazę korekcyjną.

Ale na to też znaleziono sposób. Stacjonarny odbiornik GPS – „ baza korekcyjna ” może przecież obsłużyć dowolną liczbę odbiorników w promieniu ponad 300 kilometrów!

W związku z tym najlepszym rozwiązaniem jest stworzenie tzw. wspólnotowej (ang. Community), permanentnej stacji korekcyjnej. Stacja taka składa się z wysokiej klasy odbiornika GPS oraz komputera zbierającego dane korekcyjne. Komputer ten musi mieć możliwość dystrybucji zeskładowanej informacji korekcyjnej do wszystkich zainteresowanych. Dawniej stosowano w tym celu baterię modemów oraz zmodyfikowane oprogramowanie typu BBS (Bulletin Board System) – wszystko to zastąpił obecnie Internet.



Za pomocą odbiornika GPS możemy zarejestrować np. trasę naszych wakacyjnych wędrówek po Mazurach

około 20 cm. Do większości zastosowań kartograficznych i precyzyjnej nawigacji jest to aż nazbyt precyzyjny pomiar.

Następnie zauważono, że odbiornik zamiast odbierać kod generowany przez satelity może analizować samą falę radiową. Pomiar taki został nazwany fazowym, jako że opiera się na analizie

Takie właśnie systemy zaczynają pojawiać się w Polsce. Pierwszą permanentną, wspólnotową stacją korekcyjną zintegrowaną z Internetem uruchomił Uniwersytet Wrocławski. Następna była baza Katowickiego Instytutu Gospodarki Odpadami.

Jednocześnie powstaje Polska Sieć DGPS – inicjatywa, mająca za zadanie koordynowanie wysiłków przy tworzeniu kolejnych stacji korekcyjnych, współpracę oraz wymianę doświadczeń. (Informacji

o Polskiej Sieci DGPS można szukać w Internecie, pod adresem <http://www.horizont-kpg.com.pl/dgps/>)

Widać, że GPS wyrósł z okresu dziecięcego i jest technologią gotową do szerokiego zastosowania.

Kiedy przyjmiemy bez zmużenia oka wytłumaczenie „Nie mogliśmy panu dostarczyć przesyłki kurierskiej ponieważ zmieniamy układ współrzędnych w naszym systemie GPS”? Czas pokaże.

Michał Hobot