

WOJCIECH POMIANOWSKI
Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN
Warszawa

Metafory warstwy, mapy i stylu graficznego w ArcGIS, MapInfo i Aviso

Zarys treści. Metodę semantyczną przedstawioną w poprzednim artykule autora zastosowano do analizy podstawowych metafor trzech programów GIS, z których dwa są popularnymi produktami rynkowymi, a trzeci jest dziełem autora.

Słowa kluczowe: geoinformatyka, GIS, inżynieria oprogramowania, kartografia komputerowa

Kierując się przedstawioną wcześniej metodą semantyczną (W. Pomianowski 2005), będziemy analizować najważniejsze metafory GIS użyte w trzech programach kartograficznych uniwersalnego przeznaczenia. Dwa z nich – ArcGIS¹ i MapInfo – są dobrze znanymi pakietami komercyjnymi, trzeci – Aviso został zaprojektowany i zrealizowany przez autora niniejszego artykułu. Będzie to pierwsza okazja do publicznego zaprezentowania tego systemu².

Celem artykułu nie jest omówienie wszystkich funkcji realizowanych przez trzy programy – zadanie to spełniają podręczniki i firmowa dokumentacja. Zajmiemy się tym, w jaki sposób programy adaptują stare (lub tworzą nowe) pojęcia kartograficzne i udostępniają je użytkownikom za pośrednictwem metafor. Jasna i logiczna struktura systemu metafor jest miarą jakości oprogramowania nie mniej ważną od funkcji, które ono realizuje. Wbrew pozorom, jest ona bardziej

istotna nie tyle podczas pierwszego kontaktu z oprogramowaniem, ale na dalszych etapach jego eksploatacji. Użytkownicy, których celem jest opracowanie map „jednorazowego użytku”, a więc takich, których żywot kończy się z chwilą opublikowania, mogą w ogóle nie spostrzec złej struktury systemu metafor. Różnica staje się widoczna wtedy, gdy użytkownik pracuje nad projektem kartograficznym o większym stopniu złożoności i dłuższym horyzoncie czasowym.

Rozpoczynając przegląd metafor GIS natrafiamy na trudność: czy mapa składa się z warstw, czy może warstwy budują mapę? Między pojęciami w systemach GIS istnieją gęste powiązania i trudno zdecydować, które z nich jest najbardziej autonomiczne. W pierwszej kolejności zostanie omówiona warstwa – podstawowa cegielka budująca treść mapy, bez zrozumienia której nie można zrozumieć funkcjonowania mapy komputerowej. Nazwy innych metafor, których opis znajdzie czytelnik w dalszej części artykułu, zostaną poprzedzone znakiem →.

1. Warstwa

Trzy systemy: ArcGIS, MapInfo i Aviso posługują się metaforą warstwy w podobnym znaczeniu. Analogiem dla warstwy jest przezroczysty arkusz folii, na którym znajduje się rysunek (w kontekście GIS – rysunek kartograficzny). Mapa składa się z jednej lub kilku warstw.

Podstawową rolą warstwy jest organizowanie treści mapy. Trudno sobie wyobrazić pracę z mapą, która byłaby bezładnym zbiorem obiektów składowych, pozbawionym jakiegokolwiek struktury. Metafora warstwy ma dodatkową zaletę: łączy aspekt organizacyjny i wizualny: pozwala sprawnie zarządzać treścią mapy i daje możliwość osiągnięcia dobrego efektu graficznego.

¹ ArcGIS i MapInfo są zastrzeżonymi znakami towarowymi odpowiednio: Environmental Systems Research Institute i MapInfo Corporation. W tekście oparto się na następujących wersjach programów: ArcGIS 8.3, MapInfo Professional 6.5PL, Aviso 4 wersja 2.7, wszystkie przeznaczone dla systemu operacyjnego Microsoft Windows. Polskie tłumaczenia terminów pochodzą, w miarę możliwości, od producentów. Gdy użyta jest ogólna nazwa rodzajowa ArcGIS, to mowa o terminach i funkcjach obecnych na wszystkich trzech poziomach tego systemu, a więc ArcView, ArcEdit i ArcInfo.

² W artykule mowa o nowym, zbudowanym od początku systemie oznaczonym numerem 4 i będącym w użyciu od 2002 roku. Nie jest on kontynuacją programu Aviso, o którym była mowa w artykule opublikowanym w „Polskim Przeglądzie Kartograficznym” T. 28, 1996, nr 4, s. 221–230.

Z odniesienia do przezroczystej folii wynikają w sposób oczywisty następujące właściwości:

1. Warstwy można na siebie nakładać. Ich kolejność można zmieniać.

2. Rysunek na warstwie wierzchniej może przeszkadzać w oglądaniu rysunku na warstwie spodniej, natomiast niepokryta rysunkiem część warstwy nie stanowi takiej przeszkody. Kwestia wzajemnego zasłaniania treści nasuwa pytanie o to, czy sama treść warstwy może być przezroczysta, a to należy do właściwości → stylu graficznego nadanej treści warstwy.

3. Warstwę można chwilowo odłożyć na bok, ukryć, na co używane jest określenie „wyłączyć”. Wszystkie trzy systemy zaopatrują warstwę we właściwość „widoczna”. Aviso pozwala dodatkowo włączać i wyłączać widoczność osobno na wydruku i na ekranie. Wszystkie systemy mają możliwość określenia przedziału skal, w którym warstwa włącza się automatycznie (poza nim pozostaje niewidoczna).

Każda warstwa jest przeznaczona do użycia na mapie. Czy oznacza to, że warstwy mogą istnieć samodzielnie, niezależnie od mapy? W MapInfo i Aviso – nie, natomiast w ArcGIS istnieje możliwość zapisywania warstw jako samodzielnych plików dyskowych i wykonywania na nich prostych czynności porządkowych programem ArcCatalog³. Nawet jednak w tym przypadku warstwa nie uzyskuje charakteru samodzielnego dokumentu – nie można jej redagować poza mapą. Jest to zrozumiałe, ponieważ dopiero w kontekście mapy warstwa uzyskuje skalę, odwzorowanie i właściwe położenie w stosunku do innych warstw i powierzchni Ziemi.

We wszystkich trzech systemach regulujemy szatę graficzną mapy za pośrednictwem warstw. To, co w dalszej części artykułu będzie nazwane stylem graficznym, można przypisać całej warstwie, grupom obiektów lub pojedynczym obiektom warstwy. Aby zrozumieć logikę redagowania treści warstwy, należy najpierw poznać metody prezentacji kartograficznej oraz model powiązania między stylem graficznym i obiektem, które wspólnie określają typ warstwy.

1.1. Rodzaje warstw

Systematyczny przegląd pozostałych właściwości warstw powinien być poprzedzony typologią warstw, która brałaby pod uwagę właściwości

i czynności rozszerzające zarysowaną wcześniej podstawową metaforę. Jest to jednak bardzo trudne: nie tylko brak jednolitej typologii, która miałaby zastosowanie do wszystkich trzech systemów, ale nawet logika wewnętrznego podziału na typy nie jest w pełni czytelna. Być może ścisła typologia nie jest niezbędna (obywają się bez niej użytkownicy), ale warto wyróżnić trzy najważniejsze kryteria różnicujące warstwy:

1) istnienie lub nieistnienie dyskretnych obiektów, ich typ geometryczny i sposób zapisu położenia,

2) istnienie lub nieistnienie bazodanowego źródła danych i sposób jego powiązania z warstwą,

3) rodzaj prezentacji kartograficznej.

Projektanci systemów GIS mają skłonność do mieszania kryteriów i upraszczania typologii, zwłaszcza, że kombinacje niektórych kategorii są bezsensowne albo niedozwolone w danym systemie. Na pewno wspólny mianownik trzech systemów stanowią:

- warstwy wektorowe (punktowe, liniowe i powierzchniowe), których charakterystyczną cechą jest obecność dyskretnych obiektów i przedstawienie ich w sposób zbliżony do ich naturalnej geometrii;

- warstwy kartodiagramów, które są pokrewne warstwom wektorowym, ale wykorzystują do prezentacji tylko położenie obiektów, a ich kształt zastępują diagramem;

- warstwy rastrowe, które nie posiadają dyskretnych obiektów i pozwalają przypisywać pewną zmienną właściwość większym fragmentom przestrzeni⁴.

Pierwsze dwa typy są ściśle powiązane z bazą danych, trzeci jest powiązany z samodzielnymi plikami rastrowymi na dysku⁵.

Zasadniczo różne podejście stosowane jest do etykiety, czyli napisów na mapie. W Aviso istnieje osobny typ warstwy „Etykiety”, w której każdy napis jest osobnym obiektem powiązanym z bazą danych. W MapInfo etykiety nie mogą tworzyć samodzielnej warstwy, stanowią jedynie dodatek do obiektów w warstwie innego typu. W ArcGIS możliwe są oba rozwiązania.

Inne typy warstw, specyficzne dla poszczególnych systemów to:

- rysunek CAD (ArcGIS),
- model TIN (ArcGIS),
- siatka współrzędnych (Aviso),

³ Powiązanie między warstwą zapisaną w pliku *.LYR a mapą jest statyczne. Oznacza to, że zmiana treści warstwy na jednej mapie nie przenosi się na inne mapy, na których wykorzystano tę warstwę. Aby tak się stało, należy usunąć warstwę i dodać ją od nowa na pozostałych mapach.

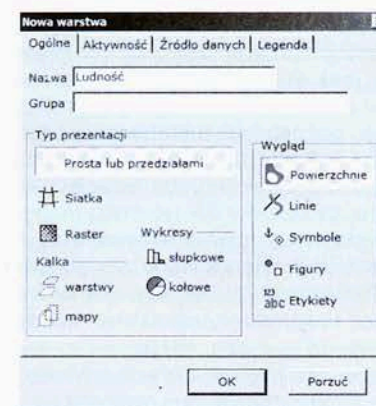
⁴ Typy mają służyć jako wygodny skrót myślowy dla użytkownika. Przy bardzo ścisłym podejściu w warstwie rastrowej można oczywiście wskazać dyskretny obiekt, ale istotą rastra jest to, że używa się go w całości.

⁵ Warstwy rastrowe w ArcGIS mogą wykorzystywać bardziej złożoną strukturę przechowywania niż proste pliki.

- kalka warstwy (Aviso),
- kalka mapy (Aviso).

Należy rozróżnić dwa powody, dla których wprowadza się dodatkowe typy warstw. Pierwszy wynika z potrzeby obsługi danych pochodzących z innego systemu (np. CAD) i jest tylko obejściem problemu, ponieważ nigdy nie prowadzi do połączenia obcej logiki z logiką GIS. Drugi bierze się z rozpoznania danych o rzeczywistej innej strukturze i zachowaniu (np. model TIN).

Pojęcie typu warstwy może nie być wyrażone *explicite*. W ArcGIS rzadko używa się tego pojęcia, ponieważ istnieje bardzo ściśle powiązanie między warstwą a bazodanowym → źródłem danych. Typ warstwy zostaje nadany w chwili,



Ryc. 1. Tworzenie warstwy i dwustopniowy wybór jej typu (Aviso)

Fig. 1. Layer type definition in Aviso. Simple or range-based presentation logic may be applied to area, line, point or label object type

w której użytkownik „przeciąga” źródło danych na mapę lub wybiera je w inny sposób (przy okazji można wyrazić zdziwienie, że operację nazwano **Dodaj dane**, a nie **Dodaj warstwę**). Z tego samego powodu typ wektorowy występuje od razu w odmianie punktowej, liniowej i powierzchniowej, tak samo jak zawartość → źródła danych.

W Aviso natomiast wybór typu warstwy odbywa się jawnie na samym początku jej tworzenia. Najpierw wybieramy **Typ prezentacji** (ryc. 1). Następnie, jeśli warstwa ma przedstawiać obiekty wektorowe, wybieramy **Wygląd** obiektów czyli sposób, w jaki ich geometria obiektów odczytana z bazy danych zostanie przekształcona w geometrię na mapie. Aviso nie wymaga, aby obiekty na mapie miały taką samą geometrię, jak obiekty źródłowe pobrane z bazy danych. W większości przypadków wygląd można później zmienić bez utraty zawartości warstwy.

1.2. Zarządzanie warstwami

Zarówno w ArcGIS, jak i w Aviso, do zarządzania warstwami służy osobne okno, widoczne cały czas na ekranie. Użytkownik może wskazać warstwę i wykonać na niej pewną operację, co podkreśla materialny charakter warstw. Może również, zgodnie ze standardem przyjętym w środowisku Windows, kliknąć prawym guzikiem myszy i otworzyć okno **Właściwości warstwy**, które przedstawia komplet informacji o warstwie i pozwala je zmieniać. W MapInfo zarządzanie warstwami odbywa się za pomocą okna **Przegląd warstw**, które niestety musi być na nowo otwierane przed wykonaniem każdej czynności. Ponieważ nie jest ono stale obecne na ekranie, użytkownik nie ma wizualnej kontroli nad treścią mapy tak, jak w pozostałych dwóch systemach.

ArcGIS i Aviso rozwiązują problem różnego zestawu właściwości dla różnych typów warstw przez dodawanie odpowiednich zakładki w oknie, dzięki czemu użytkownik może poznać, jakie właściwości mają zastosowanie dla danego typu, a jakie nie. MapInfo dodaje lub usuwa komendy w różnych, trudnych do odgadnięcia miejscach systemu menu, co na pewno nie polepsza orientacji użytkownika.

Logika zarządzania warstwami w MapInfo budzi poważne zastrzeżenia. Już tworzenie nowej warstwy odbywa się w dziwny i niekonsekwentny sposób. Do tworzenia warstw wektorowych, które wykorzystują zmienną (np. kartogram) oraz warstw rastrowych służy komenda **Mapa | Stwórz mapę tematyczną**. Warstwy „nietematyczne” (np. z samymi granicami powiatów) tworzy się natomiast komendą **Plik | Otwórz zbiór**, która – jak podpowiada intuicja – powinna raczej otwierać mapę lub tablicę z danymi. Warstwa tematyczna może powstać dopiero po utworzeniu odpowiedniej, a więc odwołującej się do tego samego źródła danych, warstwy nietematycznej – usunięcie tej drugiej powoduje automatyczne usunięcie pierwszej. Trzeba również przyjąć do wiadomości, że nie istnieje pusta mapa – aby w ogóle uzyskać mapę, trzeba utworzyć jakąkolwiek warstwę; pojedynczej warstwy nie da się usunąć. Wiele z istotnych parametrów warstw można regulować tylko w chwili ich powstawania, co powoduje, że redagowanie mapy przypomina jazdę ulicą jednokierunkową. Oczywiście można wszystkie czynności powtórzyć, ale taki sposób pracy można stosować jedynie do map jednorazowego użytku.

Największym grzechem MapInfo jest ustawiczne mieszanie pojęć warstwy, mapy i źródła danych (tablicy). Zamieszanie podtrzymuje

podręcznik MapInfo (1999), w którym wyraźnie zatytułowano rozdział 6 „Mapy jako warstwy”, a w nim umieszczono następującą informację: „Jeśli z rekordami w bazie danych są związane obiekty geograficzne, możesz tę bazę otworzyć jako warstwę w oknie mapy”. Po przeczytaniu tego zdania oraz kolejnych wyjaśnień w podrozdziale „Tworzenie mapy”, nie sposób odróżnić co jest zbiorem danych, co mapą, a co warstwą.

1.3. Grupa warstw

Kiedy liczba warstw na mapie zwiększy się do kilkudziesięciu, użytkownik z zadowoleniem przyjmie możliwość włączania/wyłączania lub zarządzania wieloma warstwami na raz. Spośród omawianych trzech systemów, możliwość tę zapewniają ArcGIS i Aviso.

W ArcGIS istnieje wyrażona *explicite* metafora w a r s t w y g r u p o w e j, która zachowuje się podobnie do normalnej warstwy pod tym względem, że można ją utworzyć w oknie warstw, można ją włączyć, zmieniać jej kolejność lub ją usunąć. Do warstwy grupowej można dodawać normalne warstwy przez przeciągnięcie i upuszczenie. Usunięcie grupy powoduje usunięcie należących do niej warstw.

W Aviso nie istnieją osobne czynności tworzenia lub usuwania grup. Metafora grupy jest wprowadzona *implicite*. Każda warstwa ma właściwość „Grupa”, w której użytkownik może wpisać dowolną nazwę, a program automatycznie buduje grupy łącząc warstwy, w których znajdzie tą samą nazwę. Los grup zależy wyłącznie od warstw: na przykład usunięcie grupy następuje automatycznie wtedy, gdy usunięte zostaną wszystkie należące do niej warstwy, a nie odwrotnie; podobnie kolejność grup wynika z kolejności warstw. Grupy są dostępne w osobnym oknie, różnym od okna warstw. W odróżnieniu od ArcGIS, Aviso pozwala na budowanie wielopoziomowej hierarchii grup, którą otrzymuje się przez zastosowanie ukośników w nazwie. Na przykład na mapie geologicznej grupa „Trzeciorzęd” może zawierać podgrupy „Trzeciorzęd/Miocen” i „Trzeciorzęd/Oligocen”, wewnątrz których można zawrzeć dalsze podziały. W ten sposób można zorganizować treść bardzo skomplikowanej mapy, przedstawiającej wiele tematów lub przekrojów czasowych.

2. Mapa

Analogiem mapy GIS jest tradycyjna mapa papierowa, jednak w przypadku tej metafory następuje znaczne rozszerzenie zakresu poję-

ciowego. Mapa GIS może przybrać wiele form i papierowy wydruk jest tylko jedną z nich. Forma ekranowa, która dla niektórych użytkowników jest jedynie etapem przejściowym prowadzącym do wydruku, jest dla innych (np. korzystających z mapy przez internet) formą ważniejszą lub wręcz jedyną. Oprogramowanie GIS może wykorzystywać mapę do operacji, które w ogóle nie wymagają formy wizualnej np. odnajdywania obiektu na podstawie jego nazwy, badania sąsiedztwa, odnajdywania tras, w których jest istotna tylko wewnętrzna struktura danych. Aby zrozumieć metaforę mapy GIS musimy pamiętać, że metafora ta odnosi się jednocześnie do wewnętrznej struktury i do wszystkich form, w jakich może się ona uzewnętrznić. Takie podejście jest wspólne nie tylko dla trzech omawianych tu systemów, ale dla wszystkich programów GIS.

Mapa jest metaforą centralną dla każdego systemu informacji geograficznej – większość pozostałych metafor odwołuje się do niej, a ona wykorzystuje inne metafory. Przegląd metafor rozpoczęliśmy od warstw, których istnienie ma sens tylko w kontekście mapy. Mapa z kolei składa się z warstw i jest to najlepszy i powszechnie przyjęty sposób organizowania jej treści. Ta właśnie relacja zawierania narzuca metaforze mapy rolę „pojemnika” na warstwy i powoduje, że jest ona obdarzona stosunkowo małą liczbą własnych właściwości. Model jest w ogólnym zarysie poprawny i efektywny z punktu widzenia projektanta oprogramowania, jednak nie odzwierciedla wiernie struktury analogowej mapy. Rozbieżność wynika z nowych możliwości, które przynosi mapa komputerowa oraz z braku dokładnej definicji mapy analogowej. Oto kilka pytań, na które nie daje odpowiedzi tradycyjna kartografia, a na które musi znaleźć odpowiedź projektant oprogramowania GIS:

Jak traktować uzupełniające elementy mapy, takie jak legenda, podziałka, siatka i ramka mapy? Czy mają one być składnikami warstw? Jeśli tak, to jednej czy kilku; czy warstwy te mają realizować wszystkie właściwości normalnych warstw, czy być traktowane odmiennie? A może każdy z tych elementów powinien być samodzielną metaforą, nie mającą nic wspólnego z warstwą?

Jak radzić sobie z dwoistością mapy, która powinna być poprawnie odwzorowywana na ekranie komputera i na wydruku? Czy jest to wciąż ta sama mapa, która ma dwie wersje, czy mamy do czynienia z dwiema różnymi mapami, które powinny być redagowane niezależnie?

Czy pozwolić użytkownikowi na tworzenie plansz, a więc arkuszy zawierających wiele map?

Czy plansza powinna być osobną metaforą, czy też należy rozszerzyć w tym celu metaforę mapy?

Czy mapa może trafić w ręce użytkownika niekartografa tylko w skończonej, poprawnie redagowanej postaci, czy można mu oddać produkt otwarty – interaktywny i dopuszczający samodzielne modyfikacje? Jeśli tak, to czy będzie to jeszcze mapa, czy też należy wprowadzić nową metaforę? Na jaki zakres zmian pozwolić?

Wzorowo przeprowadzona procedura projektowania systemu powinna oczywiście po pierwsze uwzględnić te pytania, a po drugie wcielić w życie odpowiedzi ze wszystkimi ich konsekwencjami. Jednak system tego rodzaju jeszcze nie powstał i prawdopodobnie nigdy nie powstanie, ponieważ w rzeczywistym świecie metafory powstają żywiołowo, a nie w wyniku świadomego projektowania⁶.

2.1. Co jest mapą?

W systemach ArcGIS i Aviso mapę można utworzyć, zapisać w pliku na dysku, zamknąć i otworzyć ponownie w dowolnej chwili. Mapa należy więc do kategorii metafor d o k u m e n t u, dobrze znanych z innych systemów (np. arkusz kalkulacyjny lub dokument tekstowy) i zaakceptowanych przez użytkowników. Dokument jest zazwyczaj obdarzony pewną niezależnością od programu, w którym powstał. Można nim manipulować za pomocą innych narzędzi, np. zmienić nazwę, przenieść do innego folderu lub przesłać pocztą. Programy GIS są jednak bardziej restrykcyjne od innych rodzajów oprogramowania jeśli chodzi o powiązania dokumentu–mapy z innymi dokumentami. Mapa odwołuje się zawsze do bazy danych i nieostrożna zmiana lokalizacji jednej albo drugiej prowadzi do zgubienia tych powiązań.

Próbując opisać metaforę mapy w wydaniu MapInfo, stajemy przed poważnym problemem, który był już zasygnalizowany przy okazji warstw. Wprawdzie dokumentacja posługuje się pojęciem mapy, a także robią to użytkownicy mówiąc o wynikach swojej pracy, to jednak w samym oprogramowaniu nie istnieje dobrze sprecyzowana metafora mapy. Pierwszym źródłem nieporozumienia jest nagminne nazywanie warstwy mapą, np. w podręczniku MapInfo (1999): „Kiedy tworzysz w MapInfo mapę tematyczną, jest ona dodawana do mapy jako oddzielna warstwa” i w

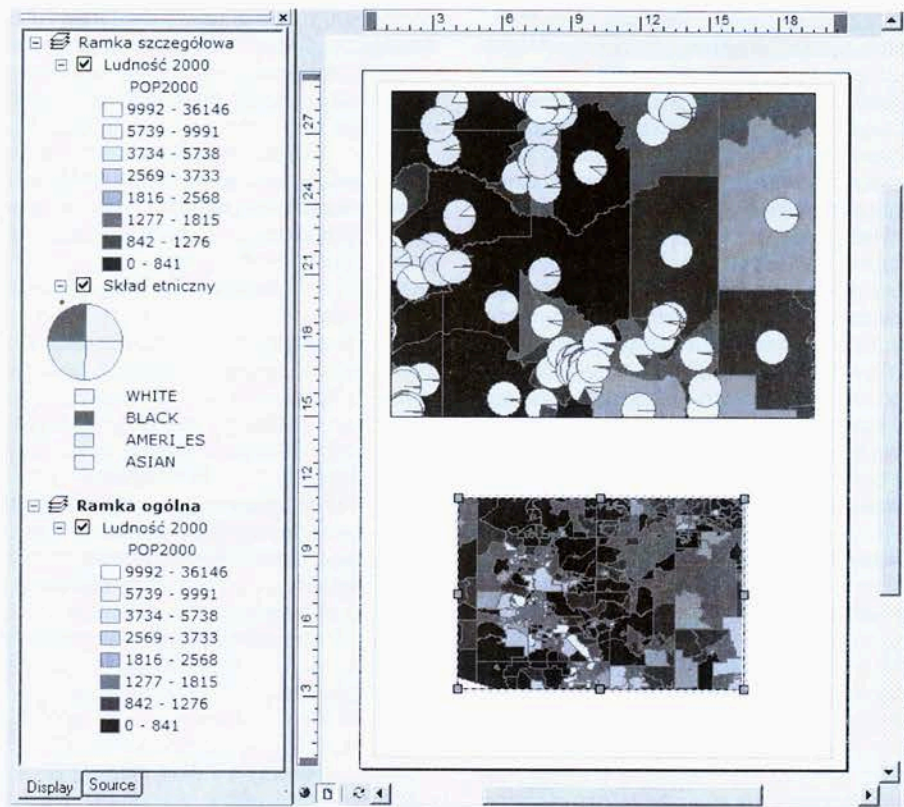
poleceniach menu, np. **Mapa | Zmodyfikuj mapę tematyczną**. Chcąc zachować zdrowy rozsądek, użytkownicy powinni każde wystąpienie terminu „mapa tematyczna” tłumaczyć na „warstwa tematyczna”.

Drugi problem to mieszanie metafor pliku, zbioru, źródła danych i mapy. W podręczniku czytamy: „MapInfo organizuje całość informacji [...] w zbiorach; każdy zbiór to grupa plików MapInfo, które stanowią albo plik mapy albo plik bazy danych” oraz „W MapInfo rozpoczynasz pracę od otworzenia zbioru i wyświetlenia go w oknie mapy”, co sugeruje, że mapa jest dokumentem zapisanym na dysku. Jednak na próżno szukać w menu **Mapa** poleceń dotyczących tworzenia, otwierania i zarządzania mapami na dysku. Kluczem do zrozumienia jedynej w swoim rodzaju filozofii MapInfo jest sformułowanie „otwierać jako”. Plik otworzony w oknie jako mapa staje się mapą, plik utworzony jako tablica danych staje się tablicą. Decyzja następuje jednocześnie z wybraniem pliku z dysku. Od tej chwili pracujemy z o k n e m m a p y, a nie z mapą.

Brak samodzielnej metafory mapy powoduje, że nie można w jednolity i logiczny sposób oglądać i zmieniać właściwości mapy. Nie istnieje komenda **Mapa | Właściwości** – niektóre właściwości kryją się pod komendą **Mapa | Opcje**, inne – **Opcje | Preferencje | Okno mapy**, a jeszcze inne – **Mapa | Zmień widok**. Wykonywanie czynności związanych z mapą odbywa się zawsze okrężną drogą, przy użyciu okien i zbiorów. Zilustrujemy to na przykładzie tworzenia nowej mapy. Możemy to zrobić komendą **Okno | Nowe okno mapy**, ale tylko wtedy, gdy wcześniej zostały otwarte jakieś zbiory danych. Innym sposobem jest użycie komendy **Plik | Nowy zbiór**, która w istocie służy do definiowania struktury nowej → tablicy danych, ale po wykonaniu tej czynności pozwala umieścić te dane w oknie mapy. Co ma zrobić użytkownik, który zreagował swoją mapę i chce ją zapisać na dysku? Ma do dyspozycji następujące komendy menu **Plik: Zapisz zbiór, Zapisz kopię jako...** lub **Zapisz kwerendę**, które pozwalają zapisać, ale nie mapę, tylko źródło danych związane z pewną warstwą mapy. Polecenie **Zapisz okno jako...** służy do zapisywania graficznego obrazu okna, a więc jest w rzeczywistości eksportem do formatu rysunkowego. Rozwiązaniem zagadki jest komenda **Zapisz pole pracy**, która zapisuje wszystkie otwarte na ekranie okna – jest to jedyna komenda pozwalająca zapisać mapę. W MapInfo nie istnieje w ogóle specyficzny format pliku przeznaczony do zapisywania mapy.

Do zapamiętywania i odtwarzania stanu programu po wykonaniu przez użytkownika sekwencji

⁶ Kuriozalnym przypadkiem był system Genamap w swojej wersji sprzed kilkunastu lat, w którym metafora mapy obejmowała każdy plik, w tym również tabelaryczny i tekstowy.



Ryc. 2. ArcMap: dwie ramki danych na jednej mapie. Wspólna dla obu ramek warstwa musi być dwukrotnie zdefiniowana

Fig. 2. ArcMap: a map composed of two data frames. Common layer must be defined twice

czynności, a niejako przy okazji zapisywania mapy, MapInfo wprowadza metaforę *plana pracy* (ang. *workspace*). Oglądając plik *.WOR w edytorze tekstu możemy stwierdzić, że jest w nim zapisany skrypt języka MapBasic, który kolejno otwiera dane, okno mapy i dodaje do niego warstwy. Również wykonanie niektórych bardziej skomplikowanych operacji wymaga ręcznego wpisywania poleceń do tego pliku. Wgląd za kulisy uzmysławia, że MapInfo jest właściwie procesorem języka MapBasic, komunikującym się z użytkownikiem za pomocą okienek. Metafory są zbudowane bezpośrednio na pojęciach języka MapBasic, a ze względu na fakt, że jest to język zorientowany na czynności, a nie na obiekty, powstaje niezręczny i nieintuicyjny system metafor. Dodatkowym efektem ubocznym jest uciążliwy brak operacji *Cofnij* dla wielu ważnych funkcji. Co ciekawe, użytkownicy MapInfo opanowują program metodą „wdrukowania” sekwencji czynności i wydają się być pogodzeni z jego filozofią. Ci z nich, którzy nie mieli kontaktu z

innymi systemami, tracą zupełnie zdolność zrozumienia podstawowych koncepcji GIS.

2.2. Okna, ramki, wiele map

Skoro możemy położyć na stole kilka map papierowych obok siebie, to moglibyśmy się spodziewać, że w oprogramowaniu GIS można otworzyć jednocześnie wiele map (odpowiednikiem stołu jest przestrzeń robocza całej aplikacji – ang. *application workspace*). Nie jest to prawdą w przypadku wszystkich trzech programów.

Na początek omówimy podejście zastosowane w Aviso, które jest najbliższe tej analogii.

1. Każda mapa jest widoczna w swoim oknie. Dwa egzemplarze tej samej mapy są niezależne.
2. Można otworzyć dowolnie wiele map.
3. Polecenia użytkownika odnoszą się do mapy będącej na wierzchu (czyli *aktywnej*). Okna pomocnicze i przyborniki reagują na przełączenie aktywnej mapy.
4. Rozmiar i położenie mapy na wydruku są

zupełnie niezależne od rozmiaru mapy na ekranie. Definiują je cztery liczby nazywane *k a d r e m m a p y* i regulowane w oknie właściwości mapy.

W filozofii MapInfo centralne miejsce zajmuje zbiór danych, a nie mapa. Można otworzyć wiele tzw. okien mapy, ale nie reprezentują one osobnych map, tylko otwarte wcześniej zbiory danych. Służą do tego komenda **Mapa | Klonuj widok**. Jeśli natomiast ma być przedstawiony nowy zbiór, to należy użyć komendy **Plik | Otwórz zbiór | Preferowany widok | Nowe okno mapy**. Dwa okna przedstawiające ten sam zbiór danych mogą mieć różne metody prezentacji kartograficznej i → style graficzne, ale są ze sobą sprzężone – wybranie, przesunięcie lub skasowanie obiektu w jednym oknie jest natychmiast powielone w drugim. Przy zamykaniu okna użytkownik nie jest pytany o to, czy zapisać mapę, ale czy zapisać zmiany w obiektach, a więc w zbiorze danych.

W ArcMap możemy otworzyć tylko jedną mapę na raz i zajmuje ona całą przestrzeń roboczą programu. Natychmiast jednak jest potrzebne wyjaśnienie: to, co w terminologii ArcGIS nazywane jest mapą, stanowi w rzeczywistości zestaw map zgromadzonych na jednym arkuszu papieru (ryc. 2). Każda z nich nosi nazwę *ramki danych* (ang. *data frame*). Tworząc prostą mapę możemy nie zdawać sobie sprawy, że pracujemy z ramką, ponieważ kiedy do nowej pustej mapy dodajemy pierwszą warstwę, pierwsza ramka jest tworzona automatycznie. Takich ramek może być na mapie wiele – kolejne można dodać komendą głównego menu **Insert | Data Frame**. W każdej chwili pracy z mapą nasze czynności (np. dodanie nowej warstwy) dotyczą tylko jednej, aktywnej ramki, którą możemy przełączać komendą **Activate**. W normalnym → widoku mapy można obejrzeć tylko jedną ramkę na raz. Inaczej niż w Aviso, ramka jest nie tylko granicą widocznego fragmentu mapy, ale również pojemnikiem na warstwy.

Metafora ramki danych ArcGIS została wprowadzona do rozwiązania jednego tylko problemu, a mianowicie drukowania wielu map na jednym arkuszu papieru, co z pewnością jest potrzebne użytkownikom. Niestety, dodatkowa metafora i jej nietrafna nazwa komplikuje nieco następne rozważania. Na przykład mówiąc o skali, układzie współrzędnych, warstwach, powinno się odnosić je do ramki danych, a nie do całej mapy, co jest sprzeczne z intuicyjnym rozumieniem metafory mapy (w tym artykule będziemy pomijać to rozróżnienie). Można sobie wyobrazić lepsze rozwiązanie, które polegałoby na wprowadzeniu dodatkowej metafory *plana s z y*, jako dokumentu

złożonego, zawierającego kilka map i służącego do ich komponowania przed wydrukiem.

2.3. Skala, powiększenie i zasięg mapy

Skala i położenie punktu centralnego to najważniejsze właściwości mapy. We wszystkich systemach można je regulować przez podanie dokładnych wartości liczbowych. Inaczej, niż w przypadku mapy tradycyjnej, w programie GIS musi istnieć możliwość błyskawicznego regulo-



Ryc. 3. Aviso: okno mapy z 200% powiększeniem znaków i napisów, ale bez zmiany skali

Fig. 3. Aviso: zooming of symbols and labels without scale change

wania tych parametrów, ponieważ czynności powiększania (ang. *zoom in*), zmniejszania (ang. *zoom out*) i przewijania (ang. *pan*), są wykonywane bardzo często. ArcGIS i MapInfo realizują przewijanie za pomocą pasków na krawędzi okna, a zmianę skali za pomocą osobnych narzędzi wybieranych z przybornika. W Aviso wszystkie trzy czynności można wykonać za pomocą jednego elementu dostępnego zawsze w ramce okna (ryc. 3), dzięki czemu nie trzeba ciągle zmieniać narzędzi. Aviso pozwala również na przypisanie każdej mapie *ciągu skali*, które będą stosowane w kolejnych krokach powiększania/zmniejszania, co zapobiega powstawaniu „nieokrągłych” skal, np. 1:718 876.

W systemach ArcGIS i MapInfo zmiana skali jest odpowiednikiem zmiany powiększenia, wyrażanego w innych programach (np. graficznych) procentowo. Pojawia się więc pytanie: czy rozmiary elementów graficznych, takich jak napisy, znaki liniowe i punktowe, ulegają zmianie wraz ze zmianą skali, podobnie, jak w oprogramowaniu graficznym? Obydwa systemy przyjmują w zasadzie, że rozmiary te pozostają niezmiennicze, ale wprowadzają wyjątki. W ArcGIS wprowadzono możliwość zdefiniowania *skali od nie sie-*

nia (ang. *reference scale*). Wielkości sygnatur, które użytkownik określi w tej skali, będą proporcjonalnie korygowane przy zmianie skali. Skalę odniesienia definiuje się dla całej mapy, opcję skalowania włącza dla każdej warstwy osobno. W MapInfo z kolei wyjątek stanowią kartodiagramy, skalowane inaczej niż warstwy o innej metodzie prezentacji.

Posługiwanie się zmianą skali do powiększania i pomniejszania nie sprawdza się w pracy z mapami przeznaczonymi do wydruku: zasięg mapy, który został precyzyjnie ustawiony do wydruku, przestaje być ważny już po chwili normalnej pracy. Aby rozwiązać ten problem, w Aviso wprowadzono możliwość niezależnego regulowania powiększenia optycznego (wyrażonego w procentach) w każdym → widoku mapy, a nie tylko – projektowym (ryc. 3), jak w ArcGIS. Do zmiany trybu powiększania służy przełącznik widoczny w każdym oknie mapy; poza tym praca w obydwu trybach odbywa się tak samo. Dzięki takiemu rozwiązaniu nie jest potrzebna żadna specjalna logika przeskalowywania elementów graficznych i znikają problemy z wydrukiem.

Skala mapy może mieć wpływ na widoczność warstw. ArcGIS i Aviso pozwalają przypisać każdej warstwie minimalną i maksymalną skalę, między którymi warstwa będzie widoczna na mapie. Dzięki temu możemy „odślaniać” przed odbiorcą kolejne warstwy wraz z powiększaniem mapy. W MapInfo podaje się w tym celu minimalny i maksymalny zasięg kartezjański (np. kilometrowy), jaki obejmie okno. Jest to rozwiązanie, które nie przyszłoby do głowy żadnemu kartografowi, a o którym trzeba wspomnieć, ponieważ MapInfo stosuje je również w innym miejscu jako alternatywne wyrażenie skali mapy. Problem polega na tym, że użytkownik zmienia często rozmiar okna tylko po to, aby zrobić porządek na ekranie, a wynikiem tego może być niezamierzona zmiana treści mapy. MapInfo nie daje żadnego wyjaśnienia, w jaki sposób program oblicza owo „obejmowanie”, a nie jest to wcale oczywiste, zwłaszcza na mapach małoskalowych. W związku z tym nawet ręczne przeliczenie takiego zasięgu na skalę, która jest powszechnie przyjętym parametrem, jest właściwie niemożliwe.

2.4. Widoki mapy

Użytkownicy otwierają dokumenty z zamiarem wykonania różnych czynności, począwszy od oglądania, a skończywszy na samodzielnym redagowaniu i drukowaniu. Każda z nich wyma-

ga innego doboru elementów widocznych na ekranie. Metaforą, która ma zastosowanie w tym przypadku, jest *widok*. Jest on chwilowym stanem dokumentu i nie należy do jego właściwości zapisywanych w pliku. Metafora widoku jest do tego stopnia uniwersalna, że dokumentacja systemu Windows doradza zarezerwować dla niej osobną pozycję w głównym menu każdego programu. Konwencji tej podporządkowują się ArcGIS i Aviso, natomiast w MapInfo menu **Widok** w ogóle nie istnieje, a sam termin jest używany przy określaniu skali i zasięgu mapy (**Mapa | Zmień widok**) albo (!) tworzeniu nowego okna mapy (**Mapa | Klonuj widok**).

Mimo różnej terminologii, we wszystkich trzech systemach spotkamy:

- widok normalny, w którym mapa wypełnia całe okno, niezależnie od tego, jaki będzie jej zasięg na stronie papieru;
- widok projektowy (w ArcMap **Widok kompozycji**, ang. *layout view*), w którym mapa pojawia się na tle strony, w taki sposób, w jaki zostanie wydrukowana (ryc. 2).

W ArcMap i Aviso przełączanie między widokami odbywa się w tym samym oknie, w MapInfo widok projektowy ogląda się w osobnym oknie.

Szczegóły realizacji widoku projektowego różnią się. ArcMap wyświetla linijki, prowadnice i siatkę do dociągania i pozwala ustawiać ramki danych na stronie. W Aviso istnieją dwie odmiany tego widoku: pierwszy (**Podgląd wydruku**) służy do oglądania strony bez zmiany położenia mapy w kadrze, drugi (**Układ strony**) służy do przewijania fragmentu mapy, który znajdzie się w kadrze.

Sposób realizacji widoku projektowego ma decydujący wpływ na drukowanie map, szczególnie tych, które nie mieszczą się na jednym arkuszu wydruku. Problem polega na sprawnym i precyzyjnym ustawianiu kolejnych fragmentów mapy. ArcGIS i Aviso pozwalają na przeciąganie lub przewijanie treści mapy, przy czym w Aviso robi się to wygodniej i dokładniej. W MapInfo można zdefiniować składankę stron wydruku o zadanej liczbie kolumn i wierszy, natomiast samo dopasowywanie zasięgu mapy jest trudne: treść mapy przeciągamy w jednym oknie, a rezultat oglądamy w drugim. Najwięcej kłopotu sprawia fakt, że zmiana rozmiaru okna mapy powoduje zmianę jej skali, ale nie w oknie rozkładu. Gdy jednak wybierzemy drugą opcję – stałej skali w oknie mapy, to zmienia się ona w oknie rozkładu. Użytkownik nigdy nie jest pewien, jaką skalę otrzyma na wydruku i nie może nigdzie sprawdzić tej wartości.

W tym miejscu warto wspomnieć o metaforze, która jest obecna w siostrzanym względem

GIS oprogramowaniu graficznym, a której nie znajdziemy w żadnym z trzech omawianych systemów. Chodzi o *stronę* (ang. *page*) – rozumianą nie jako fragment wydruku, ale jako samodzielną, możliwą do zidentyfikowania jednostką dokumentu, zawierającą własną treść i posiadającą własne właściwości. Zastosowanie metafory strony ma oczywiście sens tylko w dokumencie o charakterze książki, np. atlasu. Gdyby doszło do jej użycia w oprogramowaniu GIS, to strona stałaby się nie składnikiem mapy lecz jednostką nadrzędną względem niej. Gdyby w tym modelu uwzględnić proponowaną wcześniej planszę, otrzymalibyśmy hierarchię zawierania: atlas – plansza – mapa.

3. Styl graficzny

Pojęcie stylu występuje w podobnym znaczeniu w wielu programach i ma zastosowanie do elementów, których wygląd może regulować użytkownik, najczęściej do tekstu. Styl graficzny w programie GIS (w terminologii ArcGIS po prostu *styl*) to zestaw parametrów opisujących szatę graficzną elementu mapy. Elementem tym może być cała warstwa, jej część (np. przedział kartogramu lub sektor kartodiagramu) albo pojedynczy obiekt na mapie.

Do standardowych parametrów stylu, które można regulować we wszystkich trzech systemach, należą:

- kolor, rodzaj i grubość linii,
- kolor i wzór wypełnienia powierzchni,
- kolor, wielkość i rodzaj czcionki,
- kolor, wielkość i rodzaj sygnatury punktowej.

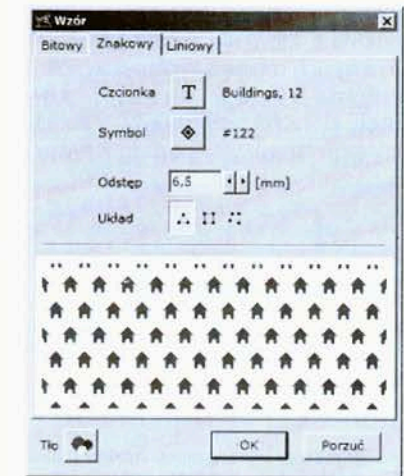
Style mogą być stosowane do elementów o różnym typie geometrycznym – dla każdego typu jest odpowiedni inny zestaw parametrów.

Sposób realizacji stylów jest w dużej części podobny dlatego, że każdy z systemów opiera się w tym zakresie na możliwościach systemu operacyjnego, w analizowanym przypadku – Windows. Warto wspomnieć o kilku wyjątkach, które wychodzą poza ten schemat:

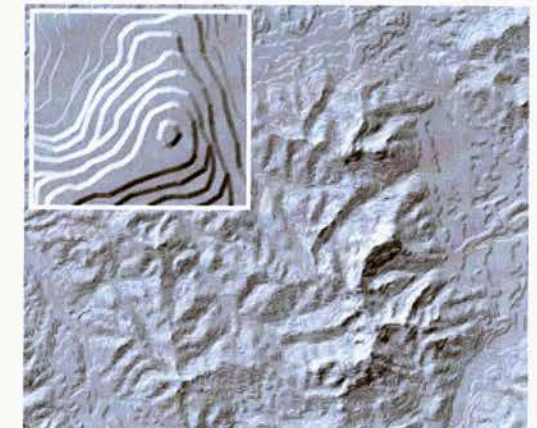
- ArcGIS i Aviso pozwalają na samodzielne konstruowanie wypełnień powierzchni na bazie linii lub symboli (ryc. 4). Są one o tyle lepsze od najczęściej stosowanych wypełnień bitowych, że ich gęstość jest taka sama na ekranie i na różnych urządzeniach wyjściowych.

- ArcGIS i MapInfo pozwalają na zastosowanie małych obrazków rastrowych jako sygnatur punktowych.

- Aviso dysponuje nietypowym rodzajem linii *cieńowej*, o zmiennej barwie uzależnionej



Ryc. 4. Wypełnienie powierzchni symbolami regulując cztery parametry
Fig. 4. User defined symbol fill controlled by four parameters (Aviso)



Ryc. 5. Linia cieniowana zastosowana do przedstawiania rzeźby
Fig. 5. Graduated, aspect-dependent line style applied to relief visualization (Aviso)

od kąta biegu linii. Nadaje się on dobrze do przedstawiania rysunku poziomicowego (ryc. 5).

Metafora stylu jest najbardziej rozbudowana i ma najbardziej materialny charakter w systemie ArcGIS. Po pierwsze, możemy posługiwać się złożonymi stylami (patrz niżej), po drugie, style mogą być nazywane, grupowane w zestawy i zapisywane na dysku. W MapInfo i Aviso stosujemy style, ale nie ma możliwości ich grupowania i zapisywania.

Podobnie, jak w przypadku warstw, zapisane na dysku style ArcGIS są statyczne – są odczy-

tywane tylko w chwili pierwszego użycia. Ambitnym zadaniem, które nie zostało zrealizowane w żadnym z trzech omawianych systemów, byłoby wprowadzenie stylów dynamicznych, a więc takich, których zmiany byłyby automatycznie uwzględniane na wszystkich mapach. Takie style



Ryc. 6. Sygnatury wymagające nakładania stylów
Fig. 6. Problems involving style overlays

umożliwiałyby utrzymanie spójnej szaty graficznej w dużym projekcie składającym się z serii lub zestawu map.

3.1. Nakładanie stylów

Niekiedy trzeba nadać warstwie szatę graficzną, która nie jest do zrealizowania za pomocą pojedynczego stylu (ryc. 6). Trzeba zatem zapewnić jakiś sposób nakładania (dodawania) stylów. Wyobraźmy sobie, jakie możliwości rozwiązania tego problemu ma projektant systemu GIS.

Rozwiązanie 1 (MapInfo): nie robić nic – użytkownik musi dodać kolejną warstwę, powielając te same obiekty przy użyciu drugiego stylu. Konsekwencje: duplikowanie obiektów na mapie n–razy, trudności z digitalizacją i jednoznacznym powiązaniem obiektów z bazą danych.

Rozwiązanie 2: rozbudować metaforę stylu przez dodanie kolejnych parametrów, np. kolor 2, kolor 3, kolor cieniowania, kolor podkreślenia, kolor efektu halo, itd. Ślepa uliczka: rozwiązanie zupełnie pozbawione uniwersalności, nie można przewidzieć potrzeb użytkownika.

Rozwiązanie 3 (ArcGIS): pozwolić na tworzenie stylów złożonych, które są kombinacją

kilku stylów prostych (rysowanie każdego obiektu na mapie odbywa się wtedy kolejnymi etapami, realizującymi poszczególne składniki stylu). Rozwiązanie praktyczne i eleganckie, jednak nie rozwiązujące wszystkich problemów.

Rozwiązanie 4 (Aviso): wprowadzić specjalny typ warstwy – kalkę. Kalka nie przechowuje obiektów, powiela tylko obiekty innej warstwy (nazywanej bazową) przy użyciu swoich własnych stylów, a więc pozwala np. narysować sygnaturę drogi jeszcze raz, w innym kolorze i grubości⁷. Pod każdym innym względem zachowuje się ona jak normalna warstwa – można więc regulować jej widoczność, zakres skal, położenie względem innych warstw. Rozwiązanie jest znacznie bardziej uniwersalne od poprzedniego. Po pierwsze, kalka i jej warstwa bazowa mogą być rozdzielone innymi warstwami. Po drugie, kolejne style są nakładane jednocześnie dla całej warstwy, a nie – obiekt za obiektem, dzięki czemu można bez dodatkowych zabiegów uzyskać nieprzerwane „światła” na skrzyżowaniach obiektów liniowych. Po trzecie, kalka może być przesunięta względem warstwy bazowej, dając np. możliwość tworzenia efektu cienia. Dla osiągnięcia pierwszych dwóch efektów, w ArcMap trzeba było wprowadzić dodatkowe właściwości mapy (**Advanced drawing options**) wraz z alternatywną kolejnością warstw, która ma priorytet względem normalnej kolejności.

Powyższe porównanie ilustruje znaczenie dobrej metafory w oprogramowaniu. Funkcja programu, która wydaje się technicznie możliwa do zrealizowania, może nastroić największe trudności na poziomie semantycznym: nie bardzo wiadomo w jaki sposób „podać” ją użytkownikowi. Znalezienie silnej metafory ma w takiej sytuacji kluczowe znaczenie: prowadzi do rozwiązania kilku problemów na raz i upraszcza głęboką strukturę oprogramowania z pożytkiem dla programisty i dla użytkownika.

⁷ Warstwa-kalka ma tyle stylów, ile warstwa bazowa i zachowuje identyczne przedziały kartogramu i definicje sektorów kartodiagramu. Zmiany dokonane w warstwie bazowej są automatycznie odzwierciedlane w kalkie.

Literatura

- MapInfo Corporation, 1992–1999, *MapInfo Professional. Przewodnik użytkownika*.
Minami M., 2000, *Using ArcMap*. Environmental Systems Research Institute, 2000.
Pomianowski W., 2005, *Semantyczna analiza oprogramowania GIS*. „Polski Przegl. Kartogr.” T. 37, 2005, nr 1, s. 13–22.

Źródła internetowe

- Pomianowski W., 2003–2005, Aviso 4. Podręcznik użytkownika.
<http://www.igipz.pan.pl/ksig/aviso/dok/podrecznik.htm>

Recenzował dr hab. Piotr Werner

Layer, map and style metaphors in ArcGIS, MapInfo and Aviso geographic information systems

Summary

Key words: geoscience, GIS theory, metaphor, software engineering, computer mapping

Semantic analysis, outlined in previous paper (W. Pomianowski 2005), has been applied to three GIS packages. ArcGIS and MapInfo are commercially successful and popular mapping tools, Aviso was conceived by author and is not yet available to the public.

The analysis revealed that common set of terms is used in three systems, but the meaning beyond them

is different. Graphics style metaphor is most uniform in three systems. ArcGIS and Aviso seem to be closely related in the way they build upon map and layer metaphors, while MapInfo suffers from inconsistencies, terminological confusion and lazy coding. The strength and high abstraction level of metaphors is not crucial for casual cartography, however it becomes important for advanced cartographic projects, where map long term maintenance is a major factor.

Translated by author

Метафоры слоя, карты и графического стиля в ArcGIS, MapInfo и Aviso

Резюме

Семантический анализ, изложенный в предыдущей статье (W. Pomianowski 2005), был применён к трём программам GIS, из которых ArcGIS и MapInfo являются популярными рыночными продуктами, а третий – Aviso, является делом автора.

Три эти системы используют подобные термины, но придают им разное значение. Среди анализированных метафор, наиболее близкое значение в трёх программах имеет графический стиль. Мета-

форы карты и слоя реализуются подобно в ArcGIS и Aviso, зато совершенно иначе и ошибочно в MapInfo, где господствует терминологическая путаница. Сила и универсальность метафор может быть ненужна при редактировании одноразовых карт, однако является необходимой при управлении большими, сложными картографическими проектами.

Перевод P. Толстикова