

DARIUSZ GOTLIB
Zakład Kartografii Politechniki Warszawskiej
PPWK im. E. Romera S.A.
D.Gotlib@ppwk.pl

Nowe oblicza kartografii – kartografia mobilna

Zarys treści. Jest to drugi artykuł z cyklu „Nowe oblicza kartografii”. Rozwinięto w nim i uszczegółowiono zagadnienia dotyczące kartografii mobilnej jako działu kartografii nabierającego obecnie bardzo dużego znaczenia i stawiającego nowe interesujące wyzwania metodyczne i technologiczne. Rozwój kartografii mobilnej ma szansę przyczynić się ponownie do wzrostu znaczenia zawodu kartografa. W artykule przedstawiono podstawowe reguły i wybrane aspekty technologiczne związane z opracowaniem prezentacji kartograficznych wykorzystywanych w urządzeniach mobilnych na przykładzie systemów nawigacji samochodowej.

Słowa kluczowe: metodyka kartograficzna, wizualizacja danych geograficznych, mobilny GIS, mobilna kartografia, geoportale, produkcja map, systemy nawigacyjne

1. Wprowadzenie

Kartografia mobilna (ang. *mobile cartography*) to obszar działania związany z zapewnieniem odpowiedniego przekazu informacji geograficznej i powiązanych z nią informacji specjalistycznych dla użytkownika znajdującego się w ruchu, korzystającego z określonego systemu informatycznego bazującego na technologii GIS, wykorzystującego najczęściej satelitarny system nawigacyjny typu GPS oraz nowoczesne technologie teleinformatyczne. Inaczej mówiąc, jest to zespół zagadnień kartograficznych dotyczących sposobu doboru treści geograficznej i jej przekazywania w systemach nawigacyjnych i lokalizacyjnych (dalej w skrócie nazywanych systemami mobilnymi). Systemy te to m.in. nawigacja samochodowa, morska, lotnicza, systemy lokalizacyjne w biznesie, turystyce, ochronie majątku i zdrowia. Wśród nich najbardziej rozpowszechnione są obecnie systemy nawigacji samochodowej. Dostęp do tych systemów moż-

na już dzisiaj określić jako masowy. W związku z ich rozwojem zadania związane z zapewnieniem poprawności przekazu informacji są coraz bardziej złożone, a ich rozwiązanie wymaga specjalistycznej wiedzy kartograficznej. Rozwój kartografii w tym zakresie może dać jej nowe bodźce rozwojowe i spowodować ponowny, istotny wzrost znaczenia zawodu kartografa w społeczeństwie.

Projektowanie prezentacji kartograficznej dla tego typu systemów nie jest zadaniem łatwym. Wymaga z jednej strony głębokiej wiedzy kartograficznej, a z drugiej strony znajomości technologii teleinformatycznych i podstaw informatyki. Wiedza kartograficzna niezbędna do realizacji tego zadania nie jest też wiedzą odpowiadającą kanonom kartografii tradycyjnej. Podstawowe zasady kartografii są oczywiście obowiązujące również w przypadku projektowania wizualizacji danych w systemach mobilnych, ale konieczne jest wprowadzenie nieco innej metodyki pracy, stosowanie niekonwencjonalnych zabiegów graficznych, innych metod optymalizacji, a także wykorzystanie specyficznych narzędzi pracy.

Przeprowadzone przez autora niniejszego artykułu dotychczasowe analizy i eksperymenty pozwalają na zdefiniowanie wstępnych wskazówek metodycznych dla tego procesu. Wskazówki te dotyczą z jednej strony zasad wizualizacji danych, a z drugiej sposobu budowy i wykorzystania narzędzi kartograficznych.

2. Wybrane zasady wizualizacji danych w systemach mobilnych

Opracowując wizualizację danych dla systemów mobilnych szczególną uwagę należy zwrócić na następujące aspekty prezentacji kartograficznej:

1) dobór barw na mapie zależnie od rodzaju oświetlenia zewnętrznego systemu mobilnego;

2) dobór skal map i sposób ich automatycznej zmiany zależnie od wybranych czynników związanych ze specyfiką używanego systemu mobilnego (np. prędkością użytkownika);

graficznym poszczególnych państw, ośrodków naukowych oraz firm kartograficznych. Warto jednak zauważyć, że oczekiwania użytkowników systemów nawigacyjnych różnią się nieraz znacznie od oczekiwań użytkowników map papierowych (ryc. 1). Coraz częściej użytkownicy



Ryc. 1. Różne „palety barw” zastosowane do prezentacji tych samych danych w systemie nawigacyjnym firmy TomTom (źródło <http://www.tomtom.com>)

Fig. 1. Various 'color palettes' used to present the same data in TomTom navigation system

3) ograniczenie zakresu wyświetlanych informacji w stosunku do map tradycyjnych w poszczególnych skalach;

4) zasady generowania i dynamicznego wyświetlania napisów na mapie;

5) wyróżnianie ważnych obiektów znajdujących się przy zaplanowanej trasie przejazdu;

6) sposób konstrukcji znaków graficznych uwzględniający właściwości techniczne ekranów systemów mobilnych;

7) zasady definiowania hierarchii obiektów w bazie danych stanowiących podstawę systemu mobilnego;

8) przedstawianie informacji dynamicznych na mapie;

9) zdefiniowanie reguł prezentacji perspektywicznych, trójwymiarowych oraz hybrydowych (np. raster plus wektor).

2.1. Dobór barw na mapie

Dobór odpowiedniej „palety barw” do prezentacji mapy w systemie mobilnym jest zagadnieniem bardzo złożonym. Ocena grafiki mapy zależy w dużej mierze od gustu i od poziomu wyedukowania użytkownika. Wiąże się także z tradycjami kulturowymi oraz dorobkiem karto-

oczekują bardzo prostych prezentacji o jaskrawej i kontrastowej kolorystyce, nie zwracając uwagi na poprawność przekazu informacji oraz walory estetyczne.

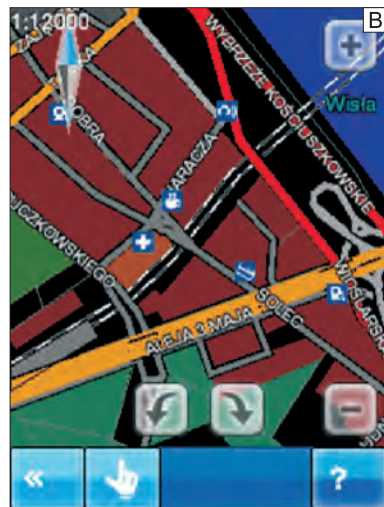
Dobór barw na mapie musi uwzględniać specyfikę wyświetlaczy systemów mobilnych i warunki, w jakich użytkownik będzie korzystał z systemu. Liczba dostępnych obecnie urządzeń, a zarazem różnice technologiczne między nimi są bardzo duże. Należy więc dążyć do doboru takich barw, aby prezentacja kartograficzna wyglądała podobnie zarówno na wyświetlaczach o dużej jak i o małej liczbie odtwarzanych barw. W przypadku błędnego wyboru barwy różnice w odbiorze mapy na różnych urządzeniach mogą być bardzo znaczne (ryc. 6). Wskazany jest również taki dobór składowych barw, aby mapa była prezentowana poprawnie na wyświetlaczach obsługujących jedynie paletę szarości. Co prawda, ma to już obecnie coraz mniejsze znaczenie podczas zwykłego korzystania z systemu mobilnego (obecnie zdecydowana większość urządzeń posiada wyświetlacze kolorowe), ale może korzystnie wpłynąć na jakość wydruku wykonywanego z aplikacji nawigacyjnej na drukarkach czarno-białych.

Systemy nawigacji wykorzystywane są zarówno w dzień jak i w nocy. W praktyce okazuje się, że zbyt jasno świecący ekran przy słabym oświetleniu zewnętrznym niekorzystnie wpływa na użytkownika (oślepienie). Dlatego też w przeciwieństwie do map tradycyjnych wygląd mapy w warunkach nocnych powinien ulec zmianie. Nie jest praktycznie możliwe wykorzystanie tej samej prezentacji kartograficznej do użytkownika przy umiarkowanym oświetleniu naturalnym, intensywnym świetle słonecznym i w ciemności. Podczas opracowywania „nocnej wizualizacji” danych geograficznych kartograf powinien dążyć do uzyskania obrazu możliwie zbliżonego do obrazu uzyskiwanego w dzień, ale z ograniczeniem jasnych barw, szczególnie barwy tła (często tło ma barwę czarną). Szczególnie istotne jest zachowanie powszechnie przyjętych konwencji kartograficznych (zieleń – lasy, niebieski – woda itd.). Niektórzy producenci map prezentację „nocną” wykonują jedynie poprzez automatyczną inwersję barw, co daje niezadowolające efekty z punktu widzenia reguł kartografii (ryc. 2A). Projektując prezentację dzienną należy starać się uwzględnić od razu potrzeby prezentacji nocnej (ryc. 2B). Z kolei prezentacja danych uruchamiana przy pełnym oświetleniu słonecznym powinna być zbliżona do obrazu generowanego przy umiarkowanym oświetleniu, ale powinna charakteryzować się istotnym wzmocnieniem nasycenia i kontrastu barw.

Nowoczesne systemy nawigacyjne dają nam szerokie możliwości zmian prezentacji kartograficznej. Wbudowane zegary i kalendarze, a także urządzenia komunikacyjne pozyskujące informacje o pogodzie, mogą pozwolić np. na zmianę sposobu prezentacji zależnie od pory roku lub wręcz od pogody. Ponieważ interakcja między użytkownikiem a systemem może być coraz większa, możliwe jest również korygowanie prezentacji nawet w zależności od nastroju użytkownika. Pierwsze próby w tym zakresie podjęli K. Chikako, O. Morishige (2007).

2.2. Dobór zakresów skalowych

W tradycyjnym podejściu kartograficznym wybór skali prezentacji danych jest jednym z kluczowych i pierwszych elementów procesu projektowania mapy. Wynika on z celu opracowania mapy, posiadanych danych źródłowych, a także z możliwości technicznych i ekonomicznych (rozmiar mapy, liczba stron atlasu). Wybór skali determinuje cały dalszy proces tworzenia



Ryc. 2. Przykład różnego podejścia do opracowania profilu nocnego: A – barwy niekonwencjonalne, B – barwy zachowujące standardową konwencję graficzną (źródło: A – system AutoPilot, B – system Navigo)

Fig. 2. Example of different approaches to night profile: A – unconventional color, B – color conforming to standard graphic convention

prezentacji kartograficznej. Zupełnie inaczej wygląda sytuacja w przypadku mapy w systemach mobilnych. Z założenia prezentacja musi obejmować bardzo duży przedział skalowy (np. 1:5000 – 1:10 000 000) i w niewielkim stopniu zależy od dokładności i szczegółowości posiadanych danych. W zasadzie nie operuje się pojęciem skali, ale pojęciem szeregu skalowego i dobiera prezentację kartograficzną do poszczególnych poziomów skalowych.

Niektóre badania (np. R.S. Nagi 2004), a także analiza wdrożeń wskazuje, że największą optymalną skalą dla typowych systemów mobilnych jest skala 1:7500. Należy tu pamiętać, że w tym

przypadku skala nie musi wiązać się, jak w przypadku map tradycyjnych, z przyjętą dokładnością danych źródłowych, a raczej wynika z funkcji realizowanych przez system mobilny w danej chwili i miejscu. Niezmiernie ważnym zadaniem kartografa jest więc określenie optymalnych skal, w jakich mapa może być prezentowana, zależnie od sposobu użytkowania urządzenia. Inna skala powinna być uwzględniona podczas wyszukiwania miejscowości, inna podczas wyszukiwania konkretnych adresów, inna podczas zbliżania się do dużego skomplikowanego węzła drogowego lub punktu docelowego podróży itd. Skala wyświetlanej mapy powinna zmieniać się automatycznie w trakcie wjazdu w teren zurbanizowany, w miejscach rzadkiej i gęstej sieci drogowej z uwzględnieniem prędkości pojazdu i odległości od skrzyżowania. Oczywiście wskazane jest zawsze pozostawienie możliwości manualnego sterowania skalą mapy. Stosowanie zakresów skalowych nie oznacza, że użytkownik widzi skokowo zmieniające się powiększenia mapy. Pomiędzy jednym a drugim poziomem skalowym określającym treść i poziom generalizacji, aplikacje generują obraz pośredni metodą zwykłego powiększenia lub zmniejszenia i tym samym można uzyskać efekt płynnej zmiany skali.

Należy w tym przypadku zwrócić uwagę na to, że sposób konstrukcji baz danych które podlegają wizualizacji, bywa bardzo różny. Można tu zastosować bazy typu MRDB (*ang. Multirepresentation/Multirepresentation Database*), można również wykorzystywać zwykłą bazę danych i w prosty sposób eliminować jedynie niektóre obiekty przy zmniejszaniu obrazu, można wykorzystywać kilka baz danych (np. dodatkową bazę „przeglądową” dla skal małych). W tym ostatnim przypadku bardzo istotny jest taki dobór skali, przy której następuje przełączenie treści przeglądowej bazy danych na treść pełną, a także dobór treści i sposobu wizualizacji danych tak, aby użytkownik nie zauważył, iż ma do czynienia z dwiema lub trzema bazami danych. Oczywiście nie są to zwykle w pełni niezależne bazy danych, ale bazy pochodne uzyskane z bazy podstawowej w oddzielnym procesie generalizacji.

2.3. Ograniczenie zakresu wyświetlanych informacji

Kolejnym ważnym elementem odróżniającym metodykę projektowania map tradycyjnych

i map dla systemów nawigacji samochodowej jest konieczność ograniczenia, w tym drugim przypadku, zakresu treści mapy. Na tradycyjnych mapach samochodowych, które spełniają analogiczną rolę jak systemy nawigacji samochodowej, możliwe jest przedstawienie znacznie bogatszej treści w odniesieniu do określonej powierzchni. W przypadku wizualizacji danych w systemach nawigacji samochodowej nie jest możliwe zastosowanie doświadczeń i tradycji wynikających z dopuszczalnego zakresu treści dla określonej skali na tradycyjnej mapie samochodowej. Ograniczenia wynikają zarówno z rozdzielczości wyświetlacza, wpływu warunków zewnętrznych (oświetlenie) jak i samego sposobu użytkowania mapy – chodzi o krótki, szybki kontakt z mapą podczas wykonywania innych czynności związanych z prowadzeniem pojazdu. Na szczęście nie jest konieczne wyświetlanie tak bogatej informacji na wyświetlaczu systemu nawigacyjnego. Po pierwsze, część niezbędnych informacji użytkownik otrzymuje inną drogą niż poprzez obraz mapy – dzięki zaplanowanej i prezentowanej przez aplikację trasie oraz sygnałom, np. komunikatom dźwiękowym. Po drugie, niektóre informacje nie muszą być pokazywane do czasu zadania odpowiedniego zapytania przez użytkownika. Po trzecie, użytkownik potrzebuje najbardziej szczegółowej informacji w pobliżu trasy swojego przejazdu – treść mapy w pozostałym terenie może być znacznie ograniczona. Przykładem mogą tu być np. nazwy ulic, które nie muszą być wyświetlane na całym obszarze widocznym na wyświetlaczu.

2.4. Zasady wyświetlania napisów

Ze względu na dostępną w postaci graficznej, opisowej i dźwiękowej informację o obliczonej trasie przejazdu (samochodu, statku lub pieszego) zmienia się nieco podejście do sposobu rozmieszczenia napisów na mapie w stosunku do map papierowych. Technologia pozwala na generowanie napisów dynamicznie zmieniających swoje położenie oraz zmieniających swoją treść w zależności od zadanych przez twórcę systemu parametrów, co umożliwia np. generowanie skróconych napisów podczas zmniejszania skali.

Inną cechą tego typu wizualizacji jest możliwość zmiany punktu wstawienia napisu w zależności od wyświetlanego obszaru mapy. Nazwa ulicy nie musi być umieszczona w stałym miejscu, ale może a nawet powinna przemieszczać

się dynamicznie, zależnie od miejsca, w którym znajduje się użytkownik. Opracowanie odpowiednich algorytmów nie należy do zadań łatwych. Konieczne jest ustalenie priorytetów wyświetlania napisów, wybór algorytmu uniemożliwiającego ich krzyżowanie się, opracowanie sposobu przedstawiania długiej nazwy ulicy na bardzo krótkim odcinku.

Generowanie dynamiczne napisów nie zmienia potrzeby zapisania w bazie danych charakterystycznych punktów niezbędnych do ich umieszczenia. Takie podejście umożliwia rozsądne wyświetlanie np. nazw miejscowości, generowanie ich bowiem w sposób automatyczny w środku geometrycznym miejscowości może przynosić niepożądane rezultaty i skutkować pojawieniem się nazwy miejscowości na jeziorze lub w zatoce. Lepsze efekty daje wizualizowanie napisu w miejscu charakterystycznym miejscowości (np. główne skrzyżowanie, rynek, główny urząd), zdefiniowanym już na poziomie źródłowej bazy danych. Tak określone miejsce może być przydatne nie tylko podczas wizualizacji, ale również w samym procesie nawigacji (w przypadku wybrania danej miejscowości jako docelowej, możliwe będzie nawigowanie do miejsca charakterystycznego miejscowości, a nie jej środka geometrycznego).

W przypadku nawigacji samochodowej nie jest konieczne wyświetlanie wszystkich napisów. Wyświetlanie ograniczyć można np. do nazw ulic, z którymi krzyżuje się trasa przejazdu (ryc. 3). Ważne jest unikanie rozmieszczania napisów pod kątami znacznie odbiegającymi od 0, 90, 180 i 360°. Należy w pierwszej kolejności opisywać ulice dochodzące do trasy pod kątami zbliżonymi do kąta prostego. Aby uniknąć przesłaniania zaplanowanej trasy przejazdu napisem ulicy po której przebiega trasa, można nazwę ulicy wyświetlić oddzielnie, np. na dole mapy w pozycji poziomej (ryc. 3D).

Oddzielnym, niezmiernie trudnym zadaniem jest prezentowanie napisów w widoku perspektywnym oraz w widoku trójwymiarowym. Konieczność zachowania perspektywy skłania do umieszczania napisów na przykład z odnośnikami graficznymi do odpowiedniego odcinka drogi (ryc. 4A, 4B) i zmianą wielkości napisu w zależności od odległości od pozycji użytkownika (ryc. 4D).

Odrębnym zagadnieniem jest dobór czcionek stosowanych do napisów na mapie nawigacyjnej. Czcionki dobrze sprawdzające się na ma-



Ryc. 3. Umieszczanie tylko wybranych nazw ulic położonych prostopadłe do zaplanowanej trasy przejazdu (źródło: <http://www.tomtom.com>)

Fig. 3. Presenting only the names of selected streets vertical to the planned route

pach tradycyjnych, nie zawsze są dobrze czytelne na ekranie urządzenia mobilnego. Zwykle należy unikać tzw. czcionek „szeryfowych”. R.S. Nagi (2004) na podstawie przeprowadzonych badań zaleca stosowanie czcionek typu Arial i Verdana o wielkości 8–10 punktów. Czytelność obrazu może poprawić podkład pod literami (najczęściej biały), tzw. efekt „halo”. Zabieg ten stosuje się również na mapach tradycyjnych, ale rzadziej i „halo” na tradycyjnej mapie może być mniejszych rozmiarów.

Należy także pamiętać, że na czytelność czcionek wpływa w bardzo istotny sposób grafika innych elementów mapy. W przypadku nazewnictwa ulic chodzi przede wszystkim o krawędzie ulic. Aby zachować czytelność napisów, krawędzie dróg nie mogą być czarne, ponieważ będziemy mieli do czynienia z poważnym konfliktem graficznym. Istotnym czynnikiem wpływającym na czytelność napisu na urządzeniu mobilnym może być zastosowanie nieco większych odstępów między literami w poszczególnych wyrazach.

Metodyka prezentacji kartograficznej dla systemów mobilnych musi uwzględniać proces definiowania hierarchii napisów. Liczba nazw w niektórych miejscach jest tak duża, że mimo zaawansowanych algorytmów ich skracania i „ustawiania” na mapie nie jest możliwe ich zmieszczenie bez utraty czytelności obrazu. Na podstawie różnych atrybutów z bazy danych należy określić ważność poszczególnych nazw (a w zasadzie opisywanych obiektów) i w przypadku nieuniknionego konfliktu graficznego w sposób zautomatyzowany rezygnować z napisów o

mniejszej ważności. Konieczność hierarchizacji obiektów dotyczy nie tylko napisów (problem ten omówiono w dalszej części artykułu).

droży. W przypadku kiedy wykorzystujemy nawigację podczas wycieczki, mogą to być atrakcje turystyczne, a podczas wyjazdów służbowych



Ryc. 4. Prezentowanie opisów obiektów w widoku perspektywicznym i widoku 3D: A i B – z odnośnikami, C – napisy standardowe, D – napisy z zastosowaniem perspektywy (źródło: A – system AutoPilot, B – system iGo, C – system AutoMapa, D – system Navigo)

Fig. 4. Presenting object description in perspective and in 3D: A and B – with references, C – standard lettering, D – lettering in perspective

2.5. Wyróżnianie ważnych obiektów

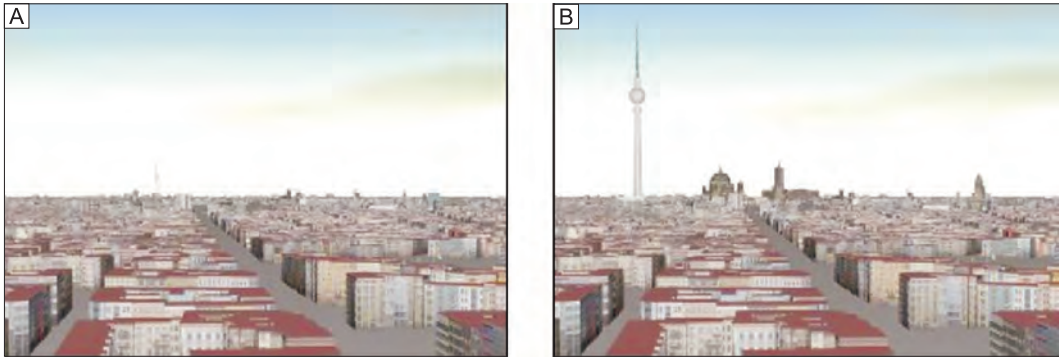
W przypadku wizualizacji danych na potrzeby nawigacji samochodowej należy rozważyć stosowanie zabiegów polegających na szczególnym wyróżnieniu niektórych obiektów w otoczeniu trasy przejazdu. Może to być zarówno ich przewiększenie, jak i zastosowanie bardziej wyrazistych znaków graficznych. Dobór obiektów charakterystycznych zależy od wielu czynników, m.in. od rodzaju zaplanowanej trasy i celu po-

objętych w związku z prowadzoną działalnością biznesową. Przede wszystkim chodzi tu jednak o obiekty o znaczeniu orientacyjnym, które ułatwiają podjęcie decyzji o wykonaniu manewru, szczególnie na obszarach o gęstej sieci ulic, gdy komunikat głosowy nie zawsze może być jednoznacznie zinterpretowany.

Problem nabiera jeszcze większego znaczenia w przypadku wizualizacji typu 3D, gdzie bliższe budowle zasłaniają budowle znajdujące się dalej, ale mające większe znaczenie dla orienta-

cji. Obiekty o znaczeniu orientacyjnym położone dalej warto wtedy powiększyć w stosunku do obiektów położonych bliżej (ryc. 5).

kategorią obiektu. W przypadku sygnatur punktowych reprezentujących np. obiekty określane jako POI (ang. *Point of Interest*) stosowanie zło-



Ryc. 5. Przykłady standardowej (A) i „wzmocnionej” prezentacji obiektów (B) charakterystycznych w terenie (L.T. Glander i inni 2007)

Fig. 5. Examples of a standard (A) and 'reinforced' (B) presentation of characteristic objects in terrain

2.6. Projektowanie znaków kartograficznych

Stosowanie deseni powierzchniowych i liniowych do wizualizacji danych nawigacyjnych powinno być możliwie ograniczone. Czytelność tych deseni w warunkach korzystania z systemu nawigacyjnego jest mniejsza niż na mapach tradycyjnych. Sporym problemem jest dobór właściwej szerokości znaku liniowego. W dużych skalach dochodzi do „zlewania się” obiektów (np. jezdnie drogi dwujezdniowej) i do powstawania niekiedy nieprzewidzianych efektów graficznych. W pewnych sytuacjach efekty te, o ile są zaplanowane, mogą pozwalać na rozwiązywanie niektórych problemów, np. generalizacji (dwie jezdnie „zlewające się” w jedną drogę w odpowiednio dobranej skali).

Ważne jest stosowanie zasady, aby krawędzie dróg (krawędzie znaku liniowego) nie były rysowane liniami o ciemnych barwach (szczególnie barwą czarną) ponieważ prowadzi to, jak już wspomniano, do konfliktów graficznych (szczególnie z napisami). Problem ten jest mniejszy w przypadku wizualizacji tradycyjnych, gdy kartograf może dokonać ręcznej redakcji treści mapy. W systemie nawigacyjnym jest to niemożliwe.

W przypadku doboru sygnatur liniowych należy pamiętać przede wszystkim o zapewnieniu identyfikacji rodzaju obiektu bez korzystania z legendy. Użytkownik systemu nawigacyjnego nie dysponuje bowiem legendą i znak musi mieć konstrukcję jednoznacznie kojarzącą się z daną

złonych sygnatur w postaci logo firm (np. stacje benzynowe, banki) jest rozwiązaniem ciekawym i atrakcyjnym graficznie, ale z badań wynika, że nie jest ono najlepsze w kontekście łatwego przekazu informacji (nie wszystkie logo są znane użytkownikom).

Innym istotnym zagadnieniem dotyczącym projektowania map na potrzeby systemów mobilnych jest przedstawianie wielu obiektów znajdujących się w tym samym miejscu lub w bardzo bliskiej odległości (np. na terenie centrum handlowego). Tradycyjne sposoby polegające na rozsuwaniu sygnatur nie zawsze prowadzą do zadowalających efektów. Jednym ze sposobów rozwiązania tego problemu może być zastosowanie specjalnego znaku graficznego informującego nie o poszczególnych obiektach, ale jedynie o tym, że w danym miejscu jest wiele obiektów. Dopiero podczas interakcji użytkownika ze znakiem reprezentującym złożony obiekt terenowy następuje jego pełny opis. Innym rozwiązaniem może być przedstawienie sygnatury tylko jednego z wielu obiektów znajdujących się w tym samym miejscu. Zależnie od tego w jakiej sytuacji znajduje się użytkownik, mogą być wyświetlane różne znaki kartograficzne – inny gdy użytkownik zaplanuje trasę do punktu zdefiniowanego w systemie nawigacyjnym jako „DOM”, inny gdy korzysta z trasy wycieczkowej, a jeszcze inny, gdy punktem docelowym jest miejsce zdefiniowane jako „PRACA”.

Podczas projektowania mapy należy zwrócić również uwagę na poprawne zdefiniowanie bar-

wy i przezroczystości znaku (liniowego) zaplanowanej trasy przejazdu tak, aby była wyraźnie widoczna i nie wchodziła w kolizje graficzne z innymi obiektami, szczególnie drogami (umożliwia to np. odczytanie kategorii drogi).

2.7. Definiowanie hierarchii obiektów

Do metodyki projektowania prezentacji kartograficznej należy włączyć procedurę definiowania kolejności wyświetlania obiektów. Informacje te powinny wpływać na wybór obiektu, który należy wyświetlić w pierwszej kolejności, w przypadku zaistnienia konfliktu graficznego z innym obiektem. W większości przypadków określanie hierarchii obiektów może wynikać z kombinacji odpowiednich atrybutów znajdujących się w bazie danych. Można także zastosować rozwiązanie, w którym już na poziomie bazy danych ustala się atrybut definiujący hierarchię wyświetlania. Metodyczne działanie w tym procesie polegać powinno na utworzeniu odpowiednich zestawień definiujących hierarchię w sposób przejrzysty i jednoznaczny.

2.8. Przedstawianie informacji dynamicznych

Mapa tradycyjna wydrukowana na papierze ma stałą treść. Prezentacja w systemie mobilnym musi uwzględniać również zdarzenia, o których informacja przekazywana jest na bieżąco za pomocą technologii teleinformatycznych. Dotyczy to informacji o utrudnieniach w ruchu, pogodzie, wydarzeniach kulturalnych, reklamach mijanych obiektów itp. Informacje wyświetlane dynamicznie nie mogą zakrywać podstawowej treści mapy. Niezmiernie ważnym problemem jest ustalenie poziomu skalowego, przy którym zdarzenie powinno być prezentowane. Jest to zagadnienie na tyle złożone, że wymaga ono odrębnego opracowania.

2.9. Konieczność zdefiniowania reguł prezentacji perspektywicznych, trójwymiarowych oraz hybrydowych (raster i wektor)

Wykonywanie prezentacji perspektywicznych, trójwymiarowych oraz hybrydowych stanowi bardzo trudne i złożone zadanie przede wszystkim dlatego, że liczba tradycyjnych opracowań kartograficznych tego typu jest stosunkowo niewielka. Przy tego rodzaju wizualizacjach pojawia się problem wydajności aplikacji i urządzeń wyświetlających dane. Problematyka ta wykracza

poza niniejsze opracowanie i wymaga również oddzielnego potraktowania.

3. Aspekty technologiczne wizualizacji informacji geograficznej w systemach mobilnych

Powyżej wskazano jedynie na wybrane aspekty metodyczne projektowania wizualizacji w systemach nawigacji samochodowej, w dużej mierze niezależne od zastosowanych technologii. Opracowywanie nowoczesnych prezentacji kartograficznych dla systemów nawigacyjnych nie może odbywać się jednak w oderwaniu od problemów technicznych. Podobnie zresztą jak w przypadku map tradycyjnych, gdzie wielką rolę odgrywa wiedza i doświadczenie w zakresie technologii druku. Należy zastosować zupełnie inne technologie niż przy opracowywaniu map tradycyjnych, a tym samym zmodyfikować metodkę przygotowania prezentacji kartograficznej.

W przypadku systemu mobilnego, takiego jak np. nawigacja samochodowa, niezmiernie istotna jest analiza modelu wykorzystywanej bazy danych. Byłoby pożądanym, aby kartograf miał wpływ na proces tworzenia tego modelu, co nie oznacza, że model danych powinien być budowany „pod kątem wizualizacji”. Jednym z najważniejszych aspektów metodycznych jest możliwość zaprojektowania i zastosowania wieloreprezentacyjnego i wielorodzielczego modelu danych (MRDB). Pozwala to na efektywne sterowanie wizualizacją danych geograficznych w systemach mobilnych.

W odróżnieniu od tradycyjnych map koncepcja mapy nawigacyjnej musi być przetestowana na wielu urządzeniach. Należy dobrać metodycznie zestaw co najmniej kilku urządzeń testowych, co wbrew pozorom nie jest łatwe. Docelowa liczba urządzeń, na których użytkownicy mogą korzystać z systemu nawigacyjnego, jest zwykle bardzo duża, a różnice między urządzeniami znaczne, nawet w obrębie urządzeń spełniających takie same parametry nominalne jak rozdzielczość, liczba kolorów czy powłoka antyodblaskowa. Istotna jest też znajomość zasad grafiki komputerowej, np. możliwości wykorzystania antyaliasingu¹ (w sposób niezmiernie istotny poprawiającego jakość prezentacji graficznej).

¹ Jedną z technik poprawiających wygląd grafiki i tekstu na ekranie. Polega na wygładzaniu krawędzi obiektów (np. linii) poprzez dodanie pikseli o mniejszym nasyceniu i jasności niż piksele krawędzi oraz poprzez niewielką zmianę położenia niektórych pikseli

Oprogramowanie wspomagające definiowanie prezentacji kartograficznej powinno pozwalać na jednoczesną wizualizację wybranej barwy w kilku paletach kolorów: paletcie 16 777 216 kolorów (24 bity), paletcie 65 536 kolorów (16 bitów) oraz paletcie 256 kolorów (8 bitów) (ryc. 6). Narzędzia do przygotowywania prezentacji kartograficznej powinny pozwalać na symulację wyglądu mapy na urządzeniach o różnej rozdzielczości, wielkości, kontraście oraz na symulację różnego oświetlenia i kąta obserwacji.

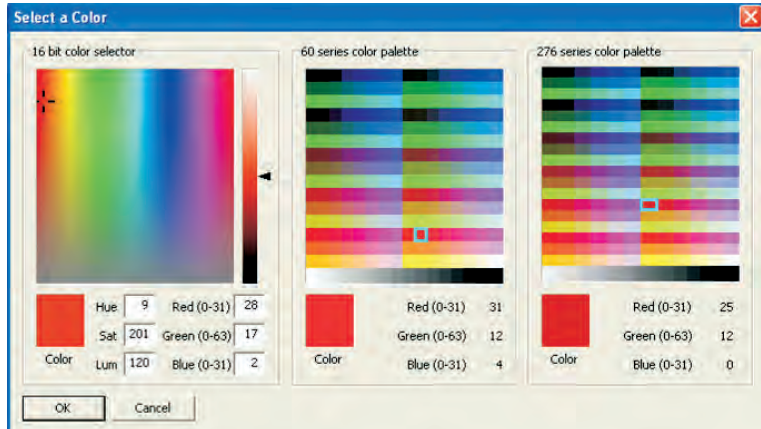
Niezmiernie ważny jest także aspekt optymalizacyjny. Choć moc urządzeń mobilnych ciągle wzrasta, to równocześnie rośnie ilość i złożoność danych, jakie należy udostępnić użytkownikom, a także komplikuje się metodyka wizualizacji kartograficznej (widok 3D, widok pseudo-realistyczny, wyświetlanie zdjęć lotniczych i satelitarnych, fotografii obiektów

itp.). Systemy mobilne muszą działać szybko i bezawaryjnie. Jednym z kluczowych elementów wpływających na szybkość działania jest prezentacja kartograficzna danych wymagająca wczytywania do pamięci dużej liczby obiektów. Nie sposób więc projektować taką prezentację bez optymalizacji liczby wyświetlanych danych.

Narzędzia wspomagające definiowanie prezentacji kartograficznej powinny mieć wbudowane moduły statystyczne, obliczające dla określonego zestawu danych liczbę prezentowanych obiektów w poszczególnych skalach (zapewnienie oczekiwanej przez twórcę aplikacji nawigacyjnej wydajności).

Prezentacja kartograficzna musi być ściśle zdefiniowana i opisana określonym językiem formalnym. Użytkownik powinien mieć możliwość łatwej zmiany prezentacji kartograficznych (wybór z gotowych zestawów przygotowanych przez kartografów). Dlatego też obecnie bardzo często definicję sposobu prezentacji kartograficznej zapisuje się w plikach XML (ang. *Extensible Markup Language*). Narzędzia kartograficzne powinny mieć możliwość zapisu danych w takich formatach. Pożądanym jest opracowanie

jednolitego standardu w tym zakresie. Dzisiaj bardzo często do opisu grafiki mapy wykorzystuje się standard SVG (ang. *Scalable Vector Graphics*), ale nie rozwiązuje to wszystkich problemów i istnieje potrzeba dalszych badań w tym zakresie.



Ryc. 6. Przykład wizualizacji wybranej barwy w 3 paletach kolorów w narzędziu MPC firmy GARMIN – odpowiednie narzędzie „podpowiada” kartografowi, że ta sama barwa jest różnie pokazywana na urządzeniach o różnej liczbie odwzorowywanych barw

Fig. 6. Example of visualization of a selected color in 3 color palettes in GARMIN's MPC tool – a proper tool tells the cartographer that the same color may be represented differently in devices using different numbers of colors

4. Podsumowanie

Projektowanie na potrzeby systemu mobilnego opiera się na podstawowych zasadach znanych w kartografii tradycyjnej. Główne różnice metodyczne między projektowaniem mapy tradycyjnej i mapy na potrzeby systemu mobilnego wynikają z tego, że mapa tradycyjna nie zmienia, w przeciwieństwie do systemów mobilnych, wyglądu ani parametrów w trakcie użytkowania. Dlatego też w tym drugim przypadku proces wizualizacji i generalizacji musi być w pełni opisany i zalgorytmizowany. Ze względu na złożoną technologię i mnogość różnych urządzeń, na których mapa musi być wyświetlana, zwiększa się też liczba etapów jej projektowania. Najważniejsze etapy tworzenia wizualizacji danych na potrzeby systemu mobilnego to:

- 1) analiza bazy danych,
- 2) analiza stosowanych technologii i algorytmów, testy wstępne urządzeń mobilnych,
- 3) zdefiniowanie zakresów skalowych w zależności od funkcji systemu i odpowiadających im poziomów prezentacji kartograficznej,
- 4) nadanie odpowiednich barw, deseni, sygnatur,

określenie hierarchii wyświetlania obiektów itp.,

5) badanie percepcji prezentacji kartograficznej na różnych urządzeniach i w różnych warunkach oświetleniowych,

6) testy wydajnościowe aplikacji wyświetlającej mapę,

7) optymalizacja prezentacji kartograficznej.

Przedstawione reguły mają charakter wstępny

i będą w dalszych badaniach uszczegóławiane oraz rozwijane. Złożoność przedstawionej problematyki wskazuje wyraźnie na olbrzymie zadania, jakie stają przed kartografami w dobie technologii mobilnych. Pole do działania jest więc bardzo szerokie, a wyzwania interesujące dla każdego kartografa.

Literatura

- Chikako K., Morishige O., 2007, *The map personalization mechanism applying models of ambience and personal preference*. W: Proceedings. The 4th International Symposium on Location Based Services & TeleCartography. Hong Kong, s. 448–469.
- Glander T., Trapp M., Döllner J., Plattner H., 2007, *A Concept of effective landmark depiction in Geovirtual 3D Environments by View-Dependent Deformation*. W: Proceedings. The 4th International Symposium on Location Based Services & TeleCartography. Hong Kong, s. 277–288.

Gotlib D., 2007, *Metodyka wizualizacji danych geograficznych w systemach nawigacji samochodowej*. „Sprawozdanie z grantu dziekańskiego nr 503 G 1061 0560 007”. Instytut Fotogrametrii i Kartografii, Politechnika Warszawska.

Nagi R.S., 2004, *Cartographic visualization for mobile applications*. International Institute for Geo-information Science and Earth Observation, The Netherlands.

Recenzował prof. dr hab. Tadeusz Chrobak

New faces of cartography – mobile cartography

Summary

Keywords: cartographic methodology, visualization of geographic data, mobile GIS, mobile cartography, road navigation systems

The article is the second in a 'New faces of cartography' series. It develops and discusses in detail the issues of mobile maps as an area of cartography which has increasing significance and which poses new methodological and technological challenges. The article presents basic rules and selected technological aspects connected to the preparation of cartographic presentations applied in mobile devices, e.g. road navigation systems.

Special attention has been paid to:

- choice of color on maps depending on the type of external lighting of a mobile system,
- selection of the range of map scales and methods of automatic scale changes depending on the particular mobile system used,

- necessity to limit the range of displayed information in relation to traditional maps,
- rules of generation and dynamic display of text on maps,
- necessity to differentiate important objects placed on the planned trip route,
- method of construction of graphic signs considering technical limitations of mobile system displays,
- rules of defining of the hierarchy of objects in the database of a mobile system,
- presenting dynamic information on maps.

Presented problems will be researched in further detail. Complexity of the presented issues points out the immensity of tasks lying before the cartographers in the mobile technology era. The area of research is very wide and the challenges are interesting for any cartographer.

Translated by M. Horodyski

Новое лицо картографии – мобильная картография

Резюме

Эта статья является другой из цикла «Новое лицо картографии». В ней развиты и подробно изложены вопросы касающиеся мобильной картографии, как отдела картографии, приобретающего в настоящее время всё большее значение и бросающего новые методические и технологические вызовы. В статье

представлены основные правила и избранные технологические аспекты, связанные с разработкой картографических изображений, применяемых в мобильных устройствах, например, для нужд систем автомобильной навигации.

Особое внимание обращено на:

- подбор цветов на карте в зависимости от вида внешнего освещения мобильной системы,
- подбор диапазона (ранга) масштабов карт и способа автоматического изменения масштаба в зависимости от специфики употребляемой мобильной системы,
- необходимость ограничения охвата проецированной информации по отношению к традиционным картам,
- принципы генерирования и динамического демонстраирования надписей на карте,
- необходимость выделения важнейших объектов, находящихся при запланированной трассе проезда,
- способ конструкции графических знаков, учи-

тывающих технические особенности экранов мобильных систем,

- принципы определения иерархии объектов в базе данных, являющихся основой мобильной системы,
- изображение динамической информации на карте.

Представленные проблемы будут в дальнейших исследованиях детально рассматриваться и развиваться. Сложность изложенной проблематики ясно указывает на огромное количество задач, какие стоят перед картографами в эпоху мобильных технологий. Поле деятельности очень широкое, а вызовы интересные для каждого картографа.

Перевод Р. Толстикова