

Analiza możliwości integracji danych rastrowych w śródlądowym mobilnym systemie nawigacji nawodnej

Analysis of raster data integration possibilities
in an inland mobile navigation system

Natalia Wawrzyniak¹, Witold Kazimierski²

¹Akademia Morska w Szczecinie, Wydział Nawigacyjny, Instytut Geoinformatyki

²Marine Technology Sp. z o.o.

Słowa kluczowe: dane rastrowe, nawigacja śródlądowa, systemy mobilne

Keywords: raster datasets, inland navigation, mobile systems

Wstęp

Dane rastrowe w postaci ortofotomap przez ostatnie dziesięciolecie stały się powszechnym źródłem informacji przestrzennej wykorzystywanym na co dzień przez przedstawicieli większości grup społecznych w celach poglądowych, wspomaganie lokalizacji, planowaniu itp. Przyczynił się do tego rozwój geoprzestrzennych usług sieciowych, przy jednoczesnym upowszechnieniu szerokopasmowego dostępu do internetu, szczególnie na urządzenia mobilne przez sieć telefonii komórkowej i technologii LTE (ang. *Long Term Evolution*) (Cox, 2015). Dostęp do informacji pochodzących ze zdjęć lotniczych i satelitarnych zmienił oblicze wielu dziedzin życia, w tym między innymi turystyki. Planowanie trasy wycieczek lub oglądanie docelowej lokalizacji pobytu jest nieodzownym elementem codziennego życia wielu ludzi na całym świecie.

Typowe systemy nawigacyjne opierają się głównie na danych wektorowych ze względu na ich skalowalność, łatwość zarządzania zbiorami oraz zdecydowanie mniejszy rozmiar zajmowanej pamięci. W nawigacji wodnej jest to jedyne źródło danych profesjonalnych systemów typu ECDIS (ang. *Electronic Chart Display and Information System*) (Kazimierski, Wawrzyniak, 2013). Jednak ze względu na coraz większe możliwości sprzętowe i przesyłowe obecnych systemów dane rastrowe mogą w krótkim czasie pełnić rolę uzupełniającą takich systemów.

System MOBINAV jest mobilną aplikacją nawigacyjną, rozwijaną w firmie Marine Technology, przeznaczoną dla użytkowników rekreacyjnych jednostek pływających po śródlądowych drogach wodnych (Hyla i in., 2015). System wykorzystuje różne zbiory danych przetwarzanych po stronie serwera systemu do formy elektronicznej mapy nawigacyjnej

w postaci wektorowej, udostępnianych użytkownikom zgodnie z dedykowanym modelem MODEF (ang. *MObinav Data Exchange Format*) w formacie GML. Dodatkowe dane nawigacyjne są dostarczane przez inne możliwe źródła dostępne na pokładzie jednostki (odbiornik GPS, sonda, odbiornik AIS), jak i wbudowane w samo urządzenie mobilne, na którym zainstalowano system (geolokacja, kompas, barometr itp.). Aplikacja pozwala także na załadowanie i wykorzystywanie własnych map elektronicznych użytkownika w standaryzowanym formacie dostępnych IENC (ang. *Inland Electronic Navigational Chart*) na wymagany obszar. Dodatkowe informacje pomocne w nawigacji mogą być również pozyskane z usług sieciowych dostępnych *online*. Sam system jest więc połączeniem osiągnięć profesjonalnych systemów nawigacyjnych z doświadczeniami użytkowników turystycznych, korzystających z popularnych systemów i serwisów opartych na danych geoprzestrzennych, w tym rastrowych.

Aby w pełni wykorzystać możliwości obecnych usług i sensorów w aplikacji MOBINAВ konieczne było wzięcie pod uwagę obrazowych danych przestrzennych jako jednego ze źródeł informacji nawigacyjnej. Dane rastrowe mają niepodważalną przewagę nad danymi wektorowymi, gdyż niosą ze sobą dodatkowy potencjał interpretacyjny zależny od indywidualnego użytkownika, przez co dają pełniejszą informację o odwzorowywanej przez siebie rzeczywistości (Dhobale i in., 2011). Sposób technicznej integracji takich danych w systemie MOBINAВ musiał zostać poddany dogłębnej analizie, aby efekt dodatkowej informacji przestrzennej nie zakłócał pierwszoplanowej informacji nawigacyjnej, będącej podstawą funkcjonowania systemu. Dodatkowo problem zarządzania dużymi zbiorami danych rastrowych, ich składowanie, przetwarzanie i ewentualna konwersja oraz transmisja na drodze klient-serwer musiał zostać uwzględniony w końcowym rozwiązaniu.

W artykule przedstawiono analizę możliwości zastosowania geoprzestrzennych usług sieciowych oraz własnych danych rastrowych w systemie nawigacji wodnej przeznaczonej dla użytkowników rekreacyjnych, jako jedno ze źródeł informacji przestrzennej. Głównym celem analizy było znalezienie rozwiązania uwzględniającego potrzeby użytkowników rekreacyjnych, przy określonych możliwościach technicznych i funkcjonalnych systemu MOBINAВ. Zaproponowane rozwiązanie oparto na założeniach integralności i dostępności danych w żegludze śródlądowej.

W pierwszej kolejności przedstawiono przegląd źródeł danych rastrowych dostępnych w systemie, następnie opisano założenia procesu zarządzania danymi, w tym także danymi rastrowymi, przybliżając problem, aby następnie uwzględnić proponowane rozwiązanie problemu.

Zróżła danych rastrowych w MOBINAВ

Wektorowe dane przestrzenne w systemach nawigacji są zorganizowane w warstwy, wyświetlane zgodnie z przyjętym modelem mobilnej prezentacji kartograficznej. Naturalnym sposobem integracji kartometrycznych danych rastrowych, znanym z wielu rozwiązań GIS, jest wyświetlenie obrazów w postaci jednej z warstw, najczęściej półprzezroczystej lub stanowiącej tło dla danych wektorowych. Głównym problemem nie są jednak zarządzanie i wizualizacja danych w aplikacji klienta, a sposób, tryb i źródło pobierania map rastrowych na urządzenie mobilne użytkownika. W trakcie badań zdecydowano się przeanalizować dwa różne podejścia. Pierwszym jest przechowywanie własnych zbiorów danych rastrowych na

serwerze i udostępnianie ich wraz z danymi wektorowymi danego obszaru użytkownikom. Drugie podejście zakłada bezpośrednie wykorzystanie istniejących, ogólnodostępnych sieciowych usług geoprzestrzennych.

Obecne możliwości sprzętowe i programowe pozwalają na przechowywanie dowolnej ilości danych rastrowych równoległe z danymi wektorowymi w bazie danych przestrzennych po stronie serwera systemu. W MOBINA serwer ten jest głównym elementem systemu, z którego pobierane są mapy wektorowe instalowane w aplikacji na urządzeniach mobilnych. Dane przechowywane na serwerze powstają w wyniku danych dostępnych z różnych źródeł obejmujących interesujący użytkownika obszar, między innymi baz IENC (ang. *Inland Electronic Navigational Chart*), BDOT (Baza Danych Obiektów Topograficznych), VMAP (ang. *Vector Map*), OpenStreetMap. Są one zorganizowane na podstawie autorskiego modelu MODEF (ang. *Mobinav Data Exchange Format*) opisującego szczegółowo dane wraz z regułami przestrzennymi i atrybutowymi definiującymi jakie obiekty i których klas mają być importowane z jakich źródeł. Szerszy opis danych wykorzystywanych w MOBINA oraz sposobu ich integracji można znaleźć w pracy Włodarczyk-Sielicka i in. (2014). Wybrane zbiory są łączone za pomocą odpowiednich algorytmów, przekształcane do postaci informacji zapisanej językiem GML/XML i w tej formie przesyłane do aplikacji klienta. Po stronie aplikacji następuje powtórne przekształcenie do formatu mapowego i wyświetlenie w postaci zbioru warstw.

W celu opracowania metody zarządzania zbiorami danych rastrowych należało przeanalizować grupę następujących czynników: zakres przestrzenny takich danych, rozmiar poszczególnych obrazów, ich rozdzielczość oraz format zarówno przechowywania, jak i przesyłania do aplikacji. Ortofotomapy można przechowywać dla całego obszaru, dla którego istnieją dane wektorowe przechowywane w bazie danych lub jedynie dla fragmentów szczególnie interesujących dla odbiorców, dla których informacja wektorowa może być niewystarczająca, przykładowo w ocenie sytuacji nawigacyjnej. Dla obszarów śródlądowych są to głównie: obszary portów, przystani, obszary interesujące turystycznie, tereny trudne pod względem nawigacyjnym lub dostępne jedynie dla małych jednostek pływających (rozlewiska, obszary okresowo suche itp.). Obrazy mogą być gromadzone w dowolnych rozmiarach i rozdzielczościach, budując tzw. kolekcje. Dzięki temu mogą powstać wielorozdzielcze zbiory dla tych samych obszarów jednocześnie o różnym zakresie przestrzennym poszczególnych fragmentów ortofotomapy. Dodatkowo dane można przechowywać w oryginalnym formacie lub przekonwertować wszystkie rastry do wspólnego formatu, nawet formatu GML/XML. Niezależnie od wybranego zestawu wymienionych wyżej czynników, posiadanie w systemie własnych danych rastrowych udostępnianych przy każdej aktualizacji lub pobraniu map jest niewątpliwie wygodne dla użytkownika, natomiast generuje zwiększony nakład pracy w przygotowaniu danych oraz koszty związane z ich zakupem i udostępnianiem. Pomimo, iż wykonalne jest przechowywanie bardzo dużej ilości takich danych, to właściwe zarządzanie i udostępnianie ich użytkownikom w aplikacji mobilnej można uznać za wysoce nieefektywne. W zależności od skali mapy znaczna liczba obrazów przedstawia jednolite obszary wody lub naturalne tereny zielone (łąki, bagna, lasy, trzcinowiska), niewnoszące żadnej dodatkowej wartości interpretacyjnej dla użytkownika.

Zupełnie innym podejściem jest wykorzystanie istniejących usług sieciowych realizowanych całkowicie przez zewnętrzne podmioty, umożliwiających dostęp do danych przez wyspecyfikowane interfejsy. Dla danych przestrzennych istnieją co prawda aż trzy główne typy usług tworzonych przez różne grupy eksperckie, w tym przede wszystkim OGC (ang. *Open*

Geospatial Consortium) oraz komitety techniczne ISO, opierające się o różne architektury i standardy. Jednak dopasowanie technologii z punktu widzenia systemu MOBINA V nie jest problemem, gdyż usługi sieciowe udostępniające dane geoprzestrzenne funkcjonujące obecnie w Polsce i Europie są dobrze udokumentowane oraz w głównej mierze oparte o standardy wyznaczone przez grupę OGC (Kubik, 2009). Wyszpecyfikowane przez tę grupę usługi OWS (ang. *OGC Web Services*) bazują na modelu klient-serwer z wykorzystaniem technologii XML (OGC, 2007). Komunikacja odbywa się za pomocą protokołu HTTP w serii żądań i odpowiedzi. Poza tym usługi OWS są komponentami samodokumentującymi się, czyli na żądanie klienta muszą dostarczyć pełen opis swoich funkcji i możliwości przez siebie oferowanych. Biorąc pod uwagę potrzeby systemu, analizę usług można ograniczyć do serwisów udostępniających dane rastrowe. Najpopularniejszy serwis to WMS (ang. *Web Map Service*), którego podstawowym zadaniem jest prezentacja danych przestrzennych jako mapy. Mapa jest tu rozumiana jako wizualna reprezentacja danych przestrzennych, a nie same dane. Użytkownik otrzymuje niejako obraz danych bez możliwości ingerencji w dane. Inną usługą jest serwis WCS (ang. *Web Coverage Service*), która udostępnia dane przestrzenne typu GRID, czyli pokrycie w postaci siatkowej. Pokryciem są wartości przypisane do oczek siatki – także regularnej. Oznacza to, że oprócz numerycznych modeli terenu usługa ta może udostępniać mapy rastrowe, jak na przykład mapy gleby lub ortofotomapy. Usługa ta jest w przybliżeniu rastrowym odpowiednikiem innej znanej usługi – WFS (ang. *Web Feature Service*), która udostępnia źródłowe dane użytkownikowi, który może dokonywać na nich przekształceń pomiarów i analiz w miejsce statycznego obrazu danych (WMS). Ponieważ w systemach nawigacji bogatych w dane wektorowe nie ma potrzeby dodatkowego przekształcania danych rastrowych, ani dokonywania na nich analiz przestrzennych można założyć, iż usługa WMS jest wystarczająca pod względem funkcjonalnym dla potrzeb dostarczenia obrazu ortofotomapy użytkownikowi. Ze względu na prosty interfejs tego serwisu, konieczna jest jedynie implementacja możliwości wysyłania automatycznych żądań, uzależnionych od działań podjętych przez użytkownika w systemie oraz zdefiniowania adresu URL żadanego serwisu (bądź pozwolenie użytkownikowi na samodzielny jego wybór). Pełen opis usługi i jej interfejsów udokumentowany jest w OGC (2006). Zawiera on szczegółowy opis zapytań oraz ich parametrów potrzebnych do obsługi serwisu. Podstawowymi żadaniami obsługiwanymi przez usługę WMS jest zapytanie *GetCapabilities*, dostarczające metadanych z opisem dopuszczalnych wartości jej parametrów oraz *GetMap* służącym do pobrania i wyświetlenia fragmentu mapy. Parametrami są między innymi informacje dotyczące wersji serwisu (*VERSION*) układu współrzędnych mapy (*CRS*), formatu (*FORMAT*), wielkości prostokąta ograniczającego obszar wyświetlania (*BBOX*), dostępnych warstw (*LAYERS*) oraz wysokości i szerokości obrazu mapy w pikselach (*WIDTH*, *HEIGHT*). W każdym żądaniu aplikacja wysyła wartości poszczególnych parametrów do serwisu w celu otrzymania interesującego fragmentu mapy. Implementacja możliwości obsługi serwisu po stronie aplikacji MOBINA V jest bardzo prosta, a koszt rozwiązania stosunkowo niewielki, co skłania do wykorzystania właśnie tego rozwiązania.

Oba wymienione podejścia do pozyskiwania danych rastrowych dla potrzeb systemu nawigacyjnego nie wykluczają siebie nawzajem. Stanowią niezależne źródła danych i mogą być stosowane zamiennie, równolegle bądź wybiórczo, w zależności od ustalonych funkcjonalności aplikacji oraz reguł dotyczących przetwarzania danych po stronie serwera.

W analizie obu rozwiązań w systemie MOBINA V początkowo określono kryteria szczegółowo przedstawione w tabeli. Pod uwagę brano ich wartość lub zależność od operatorów

Tabela. Kryteria analizy dwóch przypadków integracji danych rastrowych (serwisy sieciowe i źródło własne) z podziałem na stronę dostawcy i użytkownika systemu nawigacji mobilnej

	Usługi sieciowe		Dane własne	
	dostawca	użytkownik	dostawca	użytkownik
Możliwa ilość danych	brak wpływu	x	nieograniczona	x
Dostępność zbioru	brak wpływu	wysoka	pełna kontrola	wysoka
Aktualność danych	brak wpływu	brak wpływu	pełna kontrola	x
Dopasowanie geowizualizacyjne	x	brak wpływu	x	wysokie
Koszt	niski	operatora sieci	wysoki	operatora sieci
Pracochłonność implementacji	niska	x	wysoka	x
Wybór źródła danych	x	wysoki	brak	brak

i serwisów zewnętrznych, w wypadku gdyby ustalenie ich wartości było niemożliwe do określenia, nawet za pomocą wartości lingwistycznych. Dodatkowo porównano korzyści obu podejść zarówno z perspektywy dostawców systemu, jak i późniejszych jego użytkowników.

Po odrzuceniu kryteriów częściowo skorelowanych, jako główne czynniki w analizie wskazane zostały koszt rozwiązania, dostępność do danych oraz spójność wizualizacyjna danych rastrowych z pozostałymi danymi wektorowymi. Istotnym czynnikiem pozostała również możliwość zmiany źródła danych rastrowych na inne.

Problematyka integracji danych

Aby możliwa była implementacja właściwego rozwiązania, uwzględniająca dane rastrowe w systemie, należało zwrócić uwagę na zagadnienia związane ze stroną techniczną, funkcjonalną i geowizualizacyjną tej integracji. Bardzo istotną kwestią jest transmisja danych zarówno z serwera do aplikacji mobilnej, jak i z serwisów sieciowych. Własne dane rastrowe można udostępniać użytkownikowi wprost, jako pobierany obraz w popularnym formacie (np. TIFF) lub poprzez spójną konwersję (wraz z resztą danych MOBINA) do języka GML. W obu przypadkach głównym problemem jest jednorazowa liczba przesyłanych kilobajtów danych w stosunku do potencjalnej użyteczności takiej informacji (zakładając jednoczesne istnienie innych dostępnych serwisów WMS z dostępnymi ortofotomapami, przykładowo Geoportal). Dodatkowo przydatność konwersji do GML jest wątpliwa, gdyż w przypadku danych rastrowych nie wnosi żadnych korzyści związanych z przyspieszeniem transferu lub zmniejszeniem objętości danych. Z kolei przy decyzji o wykorzystaniu usługi WMS do zacierpnięcia obrazów ortofotomap, należy uwzględnić uzależnienie ich funkcjonowania od dostępności zasięgu i mocy sieci komórkowych bądź innych bezprzewodowych sieci internetowych (Wi-Fi), na który właściciel systemu nie ma wpływu. Dodatkowo implementacja klienta WMS w aplikacji mobilnej MOBINA będzie musiała opierać się o zbiór technologii służących do wysyłania komunikatów i otrzymywania danych z istniejących serwisów sieciowych. Umożliwi to wyświetlenie danych lub informacji o danych możliwych do wyświetlenia w aplikacji. Warunkiem koniecznym jest każdorazowy dostęp do sieci internetowej przez użytkownika w momencie wysyłania żądania do serwisu. Ponieważ usługi sieciowe są serwisami zewnętrznymi, system MOBINA nie będzie w żaden sposób miał również wpływu na dostępność/niedostępność (aktywność) samego serwisu.

Integracja danych rastrowych na poziomie funkcjonalnym systemu musi uwzględniać jego podstawowe zadania. Każdy system nawigacyjny działa w co najmniej dwóch trybach – trybie przeglądania mapy oraz trybie nawigacyjnym (Gotlib, 2011). W przypadku MOBINA V wprowadzono dodatkowo tryb planowania podróży. Tryb przeglądania pozwala na swobodne przesuwanie lub przybliżanie mapy przez użytkownika w celu lepszego odczytu informacji przestrzennej (np. przyjrzeniu się miejscu docelowemu podróży, oglądu sytuacji nawigacyjnej w obszarze zainteresowania itp.). W trybie nawigacyjnym wyświetlany fragment mapy jest związany bezpośrednio z pozycją i kursem własnej jednostki poruszającej się po akwenu. Wymaga to odrębnego sposobu obsługi warstw danych rastrowych w każdym trybie, ze względu na różny sposób wizualizacji informacji w każdym z nich zarówno dla danych własnych, jak i pozyskiwanych za pomocą usługi WMS.

Kolejną kwestią jest ewentualny brak geowizualnej spójności danych rastrowych z danymi wektorowymi, co może stanowić problem przy podejmowaniu decyzji nawigacyjnych. Szczególnie korzystając z serwisów sieciowych, gdzie nie ma wpływu na otrzymywaną ortofotomapę. Konieczne jest przedstawienie danych obrazowych jako dodatkowej funkcjonalności, niezakłócającej informacji płynących z podstawowych warstw wektorowych. Istotne jest zatem jednoznaczne poinformowanie użytkownika, że dane rastrowe mają jedynie charakter podkładu, a do analiz powinny być używane dane wektorowe.

Proponowane rozwiązanie

Po przeanalizowaniu wszystkich dostępnych możliwości i rozważeniu ograniczeń każdego z omówionych rozwiązań, zdecydowano się po części uwzględnić oba podejścia na potrzeby integracji danych rastrowych. Głównym źródłem danych obrazowych zostały istniejące, niezależne serwisy WMS, z których użytkownik może korzystać pod warunkiem dostępu urządzenia do sieci internetowej. Uzupełnieniem tej informacji o bardziej szczegółowe, wysokorozdzielcze ortofotomapy zostały dane własne, przechowywane na serwerze i udostępniane wraz z pobieraniem/aktualizacją map wektorowych, ale jedynie dla fragmentów obszarów o dużym znaczeniu nawigacyjnym bądź rekreacyjnym (szczególnie obszary portowe lub wybrane fragmenty szlaków turystycznych).

Rozwiązanie to gwarantuje dostęp użytkownikom do aktualnych danych obrazowych najbardziej istotnych obszarów odwzorowanych w sposób czytelny, bo spójny z danymi wektorowymi. Jednocześnie podejście to ogranicza koszty, przez umożliwienie korzystania z istniejących, darmowych serwisów zewnętrznych dla obszarów pozostałych, akceptując brak gwarancji co do dostępności, aktualności i poprawności danych w nich zawartych. Stworzony sposób pozyskiwania i wyświetlania danych jest uniwersalny i możliwy do implementacji w większości systemów nawigacyjnych. Sposób przetwarzania informacji jest typowy dla powszechnie używanych rozwiązań opracowanych dla urządzeń mobilnych.

Usługi sieciowe

Z dostępnego serwisu WMS użytkownik będzie mógł korzystać w dowolnym momencie pracy aplikacji MOBINA V (z wyjątkiem szczególnych sytuacji związanych z jakimś ściśle określonym scenariuszem postępowania, w którym wszystkie funkcje użytkownika niezwiązane z przeprowadzaniem konkretnego scenariusza są nieaktywne). W trybie przeglądania mapy podstawowy algorytm postępowania składa się każdorazowo z serii operacji. Naj-

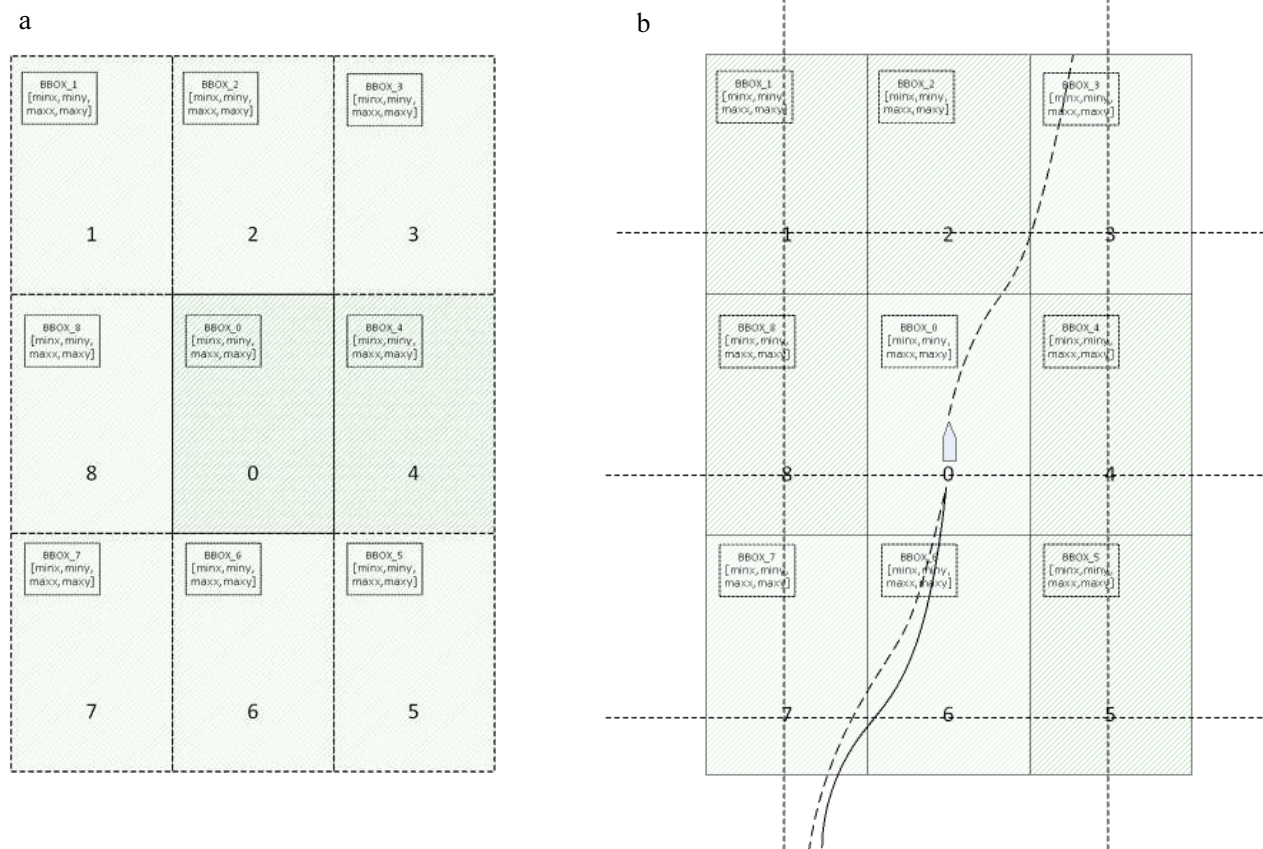
pierw użytkownik wybiera predefiniowany serwis WMS lub własnoręcznie wpisuje adres wybranego serwisu WMS i go zatwierdza. Opisy predefiniowanych serwisów są gromadzone jako pliki XML w wydzielonym folderze, w strukturze katalogów MOBINAV na urządzeniu mobilnym. Automatycznie wysyłane jest żądanie GetCapabilities w celu pobrania metadanych o serwisie, a następnie żądanie GetMap z aktualnymi parametrami potrebnymi do wyświetlonej mapy o określonym przez aktualną geowizualizację elementarną zakresie. W następnej kolejności wysyłane jest żądanie o osiem innych, przyległych fragmentów mapy – przesuniętych w każdym z kierunków o szerokość/wysokość mapy pobranej według parametrów z pierwszego żądania (rys. a). Dostępny serwis WMS wysyła odpowiedź na pierwsze żądanie o mapę, a rastrowy obraz mapy serwisu wczytuje się jako najniższa warstwa mapy systemu MOBINAV (poniżej danych wektorowych) w zakresie w jakim jest aktualnie wyświetlana. Rastry będące odpowiedzią na towarzyszące żądanie zostaną zapisane w pamięci urządzenia. Każda następna operacja użytkownika związana z nawigacją po mapie (przesuwanie/przybliżanie/oddalanie) oznacza automatyczne wysłanie żądania z nowymi parametrami o nowy kolejny fragment mapy serwisu (jeżeli przesunięcie lub oddalenie mapy spowoduje przekroczenie zakresu mapy znajdującego się już w pamięci urządzenia) i wczytanie jej jako bieżącej warstwy mapy lub wczytanie pobranych fragmentów rastrowych z pamięci podręcznej urządzenia. Po każdorazowej operacji (przesuwania/przybliżania/oddalania) sprawdzany jest zakres obszaru rastrowych pozostający w pamięci tymczasowej i w razie braku któregoś z fragmentów automatycznie jest wysyłane żądanie o brakujący obraz mapy z serwisu WMS.

Algorytm postępowania musiał zostać zmodyfikowany dla trybu nawigacyjnego aplikacji, w której wyświetlany obszar mapy dynamicznie przesuwany jest zgodnie z pozycją jednostki i jej aktualnym kursem. Ze względu na charakter ruchu jednostki nawodnej żądania towarzyszące są wysyłane tylko z parametrami obszarów przesuniętych w kierunkach przyległych do kursu (kierunku poruszania się jednostki) (rys. b). W miarę przesuwania się mapy (wczytywania kolejnych obiektów poszczególnych warstw mapy zgodnie z żądanym zakresem wyznaczonym przez zmianę położenia jednostki), po osiągnięciu określonych współrzędnych położenia jednostki (na rysunku siatka ograniczeń stworzona przez pozycje oznaczone cyframi 1, 2, 3, 4 lub 8) wysyłane są dodatkowe żądania do serwisu o kolejne fragmenty obrazu mapy WMS.

Dla podanego algorytmu istnieją pewne ograniczenia obowiązujące dla obu trybów działania aplikacji. W każdym momencie użytkownik może wyłączyć widoczność mapy serwisu WMS, co automatycznie będzie skutkowało zaprzestaniem każdorazowego wysyłania żądań w trakcie prowadzenia nawigacji po mapie. Powtórne włączenie widoczności serwisu przywraca automatycznie przesyłanie kolejnych żądań. Dodatkowo użytkownik może korzystać tylko z jednego serwisu WMS jednocześnie, co uniemożliwia tworzenie się wielu warstw rastrowych obciążających znacznie wydajność urządzenia i funkcjonowanie systemu.

Lokalne zarządzanie obrazami rastrowymi

Jak wspomniano wcześniej, przyjęto rozwiązanie polegające na przechowywaniu i udostępnianiu mapowych obrazów rastrowych jedynie dla ograniczonych przestrzennie obszarów reprezentujących ciekawe lub ważne (z punktu widzenia użytkownika) regiony, które z jakichś powodów nie są wystarczająco reprezentowane za pomocą danych wektorowych (np. obszary portowe, rezerваты przyrody lub inne). Wyselekcjonowane i przetworzone ortofotomapy są przechowywane na serwerze w geobazie wraz z danymi wektorowymi



Rysunek. Schemat zakresu mapy aktualnie widocznej na urządzeniu mobilnym (zakres 0): a – w trybie przeglądania mapy wraz z zakresami wirtualnymi, będącymi przedmiotem wysyłanych towarzyszących zapytań WMS, b – w trybie nawigacyjnym

odpowiednimi dla danej komórki mapy. Użytkownik ściągając dane wektorowe przetworzone do łańcucha XML będzie otrzymywał także rastrowe dane z georeferencją przynależne do tego obszaru, ale przesyłane w formacie TIFF. Dane te są zapisane na urządzeniu mobilnym i aplikacja może z nich korzystać bez konieczności nawiązywania połączenia internetowego. Podłączanie danych rastrowych w aplikacji odbywa się podobnie jak danych WMS – w ramach podkładowej warstwy mapy, którą można zawsze wyłączyć. Użytkownik jest informowany o istnieniu takich danych w momencie wyświetlenia przez niego na ekranie urządzenia fragmentu mapy z danymi odpowiadającymi przestrzennie danym rastrowym, niezależnie od trybu w jakim pracuje urządzenie (przeglądowy lub nawigacyjny). Po wyrażeniu przez użytkownika chęci wczytania rastrów stworzona zostaje nowa warstwa rastrowa zawierająca takie dane i wyświetlona jako warstwa najniższa (pod danymi wektorowymi). Dla warstwy tej istnieje możliwość ustawienia jej przezroczystości. Przy włączonej warstwie rastrowej, w obu trybach pracy aplikacji (przeglądanie mapy i tryb nawigacyjny), po wystąpieniu określonego zdarzenia (np. przesunięcie, zbliżenie, oddalenie) następuje wyświetlenie rastra, jeśli znajdzie się on w obszarze objętym żądaniem. W trybie nawigacyjnym aplikacja wczytuje i przechowuje rastry najbliższe pod względem przestrzennym pozycji jednostki w pamięci podręcznej urządzenia, w celu szybkiego ich wyświetlenia na ekranie podczas śledzenia trasy jednostki. Użytkownik w każdym momencie może wyłączyć wyświetlanie takiej warstwy, a także zadeklarować niechęć do otrzymywania komunikatów o istniejących i dostępnych danych rastrowych dla danego obszaru. Deklarację tę zawsze można wycofać.

Podsumowanie i wnioski

W artykule przedstawiono rozważania związane z techniczną integracją mapowych danych rastrowych w systemie mobilnej nawigacji śródlądowej MOBINA. Powszechność serwisów typu geoportal lub google maps spowodowała, że potencjalny użytkownik systemu oczekuje włączenia takich rozwiązań do systemu. Głównie chodzi o ortofotomapy, ale także ewentualnie inne dane mapowe, które nie znajdują się w wektorowej bazie danych systemu.

Wskazano dwie podstawowe możliwości uwzględnienia tych danych w systemie: 1) przez korzystanie z lokalnie przechowywanych danych rastrowych z georeferencją, 2) podłączenie do zewnętrznych usług sieciowych typu WMS. Z punktu widzenia użytkownika oba rozwiązania oferują tę samą funkcjonalność, a mianowicie możliwość włączenia ortofotomapy jako podkładu dla prezentacji danych wektorowych. Jednak z punktu widzenia implementacji w systemie oba rozwiązania znacząco różnią się od siebie. W pierwszym przypadku dane rastrowe kopiowane są jednorazowo, wraz z całą wektorową geobazą na urządzenie mobilne, a następnie wczytywane do prezentacji kartograficznej jak każda inna warstwa mapowa. Zasadniczą zaletą tego rozwiązania jest możliwość pracy z danymi całkowicie autonomicznie w trybie *off-line*. W drugim przypadku w urządzeniu przechowywane są jedynie parametry dostępu do serwisu sieciowego, a mapa jest wczytywana na bieżąco, gdyż aplikacja pełni rolę klienta usługi WMS. To rozwiązanie nie obciąża tak mocno pamięci urządzenia, natomiast wymaga ciągłego dostępu do szerokopasmowego łącza internetowego, co w warunkach żeglugi nie zawsze jest łatwe. Aby poprawić stabilność i płynność wyświetlania map, proponuje się żądanie za pomocą WMS obszaru odpowiednio powiększonego w stosunku do aktualnie wykorzystywanej geowizualizacji elementarnej.

W artykule pokazano przyjęte kryteria analizy przydatności przedstawionych rozwiązań. Pozwoliła ona na przedstawienie następujących wniosków:

- kluczowe kryteria mające wpływ na wynik porównania obu rozwiązań to:
 - dostępność do danych,
 - koszt rozwiązania,
 - spójność wizualizacyjna danych rastrowych z pozostałymi danymi wektorowymi;
- dostępność do danych jest zależna od akwenu i zwłaszcza w przypadku usług sieciowych może być zaburzona, a dane mogą nie zostać dostarczone;
- koszt pozyskania danych za pomocą usług sieciowych z punktu widzenia użytkownika jest wyższy niż korzystania z danych własnych (jednorazowy download);
- koszt pozyskania danych za pomocą usług sieciowych z punktu widzenia wykonawcy systemu jest znikomy w stosunku do korzystania z danych własnych;
- spójność wizualizacyjna danych ma istotny wpływ na potocznie rozumianą wiarygodność prezentowanych danych;
- w przypadku danych własnych wykonawca systemu może zagwarantować spójność geowizualizacyjną na żądanym poziomie, zaś w przypadku usług sieciowych mogą wystąpić rozbieżności;
- wdrożone rozwiązanie powinno w sposób kompromisowy łączyć zalety obu przedstawionych możliwości.

Ostateczne rozwiązanie, które proponuje się wykorzystać w systemie, jest zatem złożeniem obu wariantów. W pamięci urządzenia proponuje się przechowywać obrazy rastrowe dla obszarów szczególnie istotnych z punktu widzenia użytkownika (obszar portów, akweny niebezpieczne dla żeglugi), które będą dostępne niezależnie od stanu połączenia internetowego. Alternatywą będzie podłączenie WMS, które pozwoli na przedstawienie podkładu rastrowego na całym obszarze, na żądanie użytkownika na akwenach, na których dostępne będzie wystarczająco stabilne łącze.

Przyjęte założenia to swego rodzaju kompromis pomiędzy możliwościami technologicznymi a wymaganiami funkcjonalnymi użytkownika, dostarczający wsparcie obrazów rastrowych na obszarach szczególnie wrażliwych. Rozwiązanie może być powszechnie implementowane w innych systemach mobilnej nawigacji wodnej.

Literatura

- Cox C., 2012: An Introduction to LTE: LTE, LTE-Advanced, SAE and 4G Mobile Communications. Wiley, Chichester.
- Dhobale D., Patil B., Patil S., Ghorpade V., 2011: Semantic understanding of image content. *International Journal of Computer Science Issues* vol. 8(3), No 2: 191-195.
- Gotlib D., 2011: Metodyka prezentacji kartograficznych w mobilnych systemach lokalizacyjnych i nawigacyjnych. Monografia, Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej – Geodezja, z. 48.
- Hyla T., Wawrzyniak N., Kazimierski W., 2015: Model of Collaborative Data Exchange for Inland Mobile Navigation. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, Book Series: SCCIS vol. 342: 435-444, Springer.
- Kazimierski W., Wawrzyniak N., 2013: Modification of ECDIS interface for the purposes of geoinformatic system for port security. *Annals of Navigation* vol. 20: 51-70, Gdańsk.
- Kubik T., 2009: GIS rozwiązania sieciowe. PWN, Warszawa.
- OGC, 2006: OGC Web Map Server Implementation Specification, ver. 1.3.0.
- OGC, 2007: OGC Web Services Common Specification.

- Stateczny A., Bodus-Olkowska I., 2014: Hierarchical Hydrographic Data Fusion for Precise Port Electronic Navigational Chart Production. *Telematics in the Transport Environment*, Book Series: CCIS 471: 359-368, Ustroń.
- Włodarczyk-Sielicka M., Kazimierski W., Marek M., 2014: Propozycja algorytmów integracji różnych danych przestrzennych w systemie mobilnej nawigacji śródlądowej. *Roczniki Geomatyki* t. 12, z. 4(66): 445-457, PTIP, Warszawa.

Streszczenie

W powszechnie stosowanych statkowych systemach nawigacyjnych prezentujących informację przestrzenną, kluczową rolę pełnią dane wektorowe. Profesjonalne systemy typu ECDIS (Electronic Chart Display and Information System) lub jego śródlądowy odpowiednik InlandECDIS wykorzystują do prezentacji danych geograficznych elektroniczne mapy nawigacyjne w standardach ENC oraz InlandENC, które są całkowicie wektorowymi bazami danych. Z drugiej strony lądowi użytkownicy rekreacyjni przyzwyczajeni są do różnego rodzaju geoportali i serwisów przedstawiających informacje przestrzenne w postaci ortofotomap lub podkładów rastrowych. W aspekcie wykorzystania nowoczesnych systemów mobilnych dla śródlądowych użytkowników rekreacyjnych, szczególnie istotne jest więc zapewnienie możliwości integracji danych rastrowych na ekranie. Wyświetlenie ortofotomapy jako danych podkładowych i nałożenie na nią warstw wektorowych wraz z IENC, przy zachowaniu odpowiedniej przezroczystości może zaowocować czytelnym dla każdego, nawet niedoświadczonego użytkownika, obrazem zawierającym wiele elementów treści.

Problematyczne kwestie w procesie zarządzania danymi rastrowymi w systemie, to zapewnienie dostępu do danych, a więc łączności i możliwości pozyskania ich z poszczególnych usług sieciowych typu WMS lub WCS. Alternatywnym podejściem jest pozyskanie warstw rastrowych (głównie zdjęć lotniczych) z ośrodka geodezyjnego i przechowywanie na dysku urządzenia/karcie. Termin „zarządzanie” oznacza w tym wypadku: pozyskiwanie, transformację, konwersję, integrację oraz przygotowanie danych do wizualizacji zgodnej z przyjętym modelem kartograficznym.

Artykuł przedstawia wyniki badań nad możliwością integracji danych rastrowych w systemie mobilnej nawigacji śródlądowej. Badaniami zostały objęte oba warianty. W pierwszym, po szczegółowym przeanalizowaniu architektury usługi wraz z jej dostępnymi interfejsami, zaproponowano algorytm podłączania i obsługi WMS w formie warstwy rastrowej dla dwóch trybów działania aplikacji – trybu przeglądania mapy oraz trybu nawigacyjnego. W drugim skupiono się na analizie możliwości wykorzystania własnych mapowych danych rastrowych i sposobach ich zarządzania oraz udostępniania użytkownikom. Analizowano przechowywanie ortofotomap w oryginalnych rozmiarach i rozdzielczości, po przekształceniu w podziale na sekcje pokrywające określony obszar (np. obszar komórki mapy – ang. chart cell) oraz jako małe wycinki wizualizujące jedynie obszary o interesującej infrastrukturze lub treści. Ostatecznie przyjęto rozwiązanie polegające na przechowywaniu i udostępnianiu mapowych obrazów rastrowych jedynie dla ograniczonych przestrzennie obszarów reprezentujących ciekawe lub ważne (z punktu widzenia użytkownika) regiony, które z jakichś powodów nie są wystarczająco reprezentowane za pomocą danych wektorowych. Artykuł przedstawia wyniki analiz oraz szczegóły przyjętego rozwiązania.

Abstract

It is the vector data that plays a key role in the commonly used ship navigation systems that present spatial information. Professional ECDIS (Electronic Chart Display And Information System), or its equivalent InlandECDIS systems, use electronic navigational charts and ENC/InlandENC standards for presenting geographical data. They are both build entirely on vector databases. On the other hand, recreational users are accustomed to all sorts of geoportals or services representing spatial information as ortho or raster image. It seems, therefore, that in terms of use of modern mobile systems for inland recreational users, it is especially important to ensure the ability to integrate raster data on screen.

Displaying an orthophotomap as a background and applying IENC vector layers above it while maintaining adequate transparency may result in a readable image containing multiple pieces of content for everyone, even an inexperienced user.

The most problematic issue in the process of raster data management is providing access to data, by ensuring proper transfer and ability to obtain it from various WMS or WCS services. An alternative approach is to obtain raster layers (mainly aerial photographs) from the geodetic resources and to store them directly in the memory of the device. In this case the term „management” means the acquisition, transformation, conversion, integration and preparation of data for its visualization according to the accepted model of cartography. The article presents results of research on the possibility of raster data integration in the mobile inland navigation system. The study has covered two separate approaches. In the first one, after a detailed analysis of architecture services, together with its available interfaces, it proposed an algorithm connecting and operating WMS raster layer in the form of two modes of application – the viewing mode and the navigation mode. The second approach focuses on analyzing the possibility to use own raster mapping sources and also managing and providing this data to systems users. The analysis covered different ways of storing maps: in their original size and resolution, after transformation as a series of tiles covering a defined area or as certain sections visualizing only areas of interest. Finally, a solution consisting of storing and sharing raster map images only for limited areas representing regions interesting or important from the users’ perspective, which – for some reasons – are not sufficiently represented by vector data. The article presents the results of the analysis and details of the adopted solution.

Natalia Wawrzyniak
n.wawrzyniak@am.szczecin.pl

Witold Kazimierski
w.kazimierski@marinetechology.pl