

Mobilny GIS – aktualne trendy, perspektywy rozwoju i wyzwania kształcenia

Mobile GIS – state of the art, future trends and education challenge

Tomasz Templin

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Wydział Geodezji, Inżynierii Przestrzennej i Budownictwa, Katedra Geodezji Satelitarnej i Nawigacji

Słowa kluczowe: mobilny GIS, web GIS, edukacja, crowdsourcing, VGI, rzeczywistość rozszerzona

Keywords: mobile GIS, web GIS, education, crowdsourcing, VGI, Augmented Reality

Wstęp

Cechą charakterystyczną systemów geoinformacyjnych jest niezwykle dynamiczne tempo rozwoju. GIS ewoluuje wraz z pojawieniem się na rynku nowych technologii. Zakres zmian wynika bezpośrednio z innowacji wprowadzanych na rynku informatyczno-telekomunikacyjnym (ang. *Information & Communication Technology, ICT*).

Analizując ścieżkę rozwoju systemów GIS można stwierdzić, że historia zatoczyła koło. W początkowym etapie systemy GIS budowane były z wykorzystaniem architektury opartej na serwerach z podłączonymi terminalami – mainframe GIS. W kolejnym etapie pojawiły się rozwiązania przeznaczone na komputery osobiste PC (ang. *Personal Computer*), oferowane jako oprogramowanie typu desktop GIS. Następny krok związany był z wykorzystaniem sieci i określany jest w literaturze ogólnym terminem rozproszony GIS (ang. *Distributed GIS*). Ze względu na charakter wykorzystywanych rozwiązań sprzętowo-programowych dodatkowo podzielić go możemy na dwa typy: Internet GIS (określany czasem jako Web GIS lub Server GIS) oraz mobilny GIS (Peng, Tsou, 2003).

Wydaje się, że dzisiaj wraz z popularyzacją technologii chmury (ang. *cloud computing*) powraca koncepcja rozwiązań opartych na serwerze – Cloud GIS, realizowana jednak przy wykorzystaniu zupełnie nowych możliwości technicznych (rys. 1).

Ogromne tempo rozwoju związane jest ściśle z postępem technologicznym, a w szczególności: popularyzacją technologii sieciowych, rewolucją na rynku urządzeń przenośnych oraz wprowadzeniem nowoczesnych sensorów pomiarowych (Templin, 2013). Nowe możliwości generują rozwiązania techniczne pozwalając podejmować kolejne wyzwania. Do naj-



Rysunek 1. Etapy rozwoju systemów geoinformacyjnych (źródło: opracowanie własne)

ważniejszych trendów mających wpływ na rozwój oprogramowania geoinformacyjnego zaliczyć można przede wszystkim (Goodchild, 2010):

- przejście z dotychczasowych metod opisu powierzchni Ziemi w kierunku rozwiązań pozwalających na określanie dynamiki zmian oraz procesów nimi rządzących,
- interdyscyplinarny charakter badań wymagający powiązania danych między takimi dziedzinami jak: geografia, geodezja, geologia, ekologia, hydrologia, epidemiologia, demografia, ekonomia, itp.,
- rozwój zaawansowanych metod modelowania danych przestrzennych (pełne 3D, 4D),
- standaryzację danych i usług, infrastruktura informacji przestrzennej (ang. *Spatial Data Infrastructure, SDI*).

Z punktu widzenia dostępności i popularności technologii geoinformacyjnej, niezwykle ważne okazały się jednak zmiany związane z rozwojem segmentu użytkowników indywidualnych, w tym przede wszystkim:

- bezprecedensowy rozwój nowych narzędzi dostępu do technologii i danych GIS, skierowany do zwykłych użytkowników (Google Maps, Google Earth, Microsoft Virtual Earth (BING), NASA World Wind, itp.),
- dynamiczny rozwój segmentu rynku bezpłatnego oprogramowania – rozwiązań GIS (ang. *Free and Open Source Software, FOSS*).

Powyższe czynniki miały istotny wpływ zarówno na rynek oprogramowania geoinformacyjnego, metody pozyskiwania, przetwarzania i udostępniania danych, ale również zmieniły zakres wymaganej wiedzy i umiejętności użytkowników.

Zagadnienia związane z tworzeniem oraz wykorzystaniem technologii mobilnych w GIS mają charakter interdyscyplinarny i podejmowane są obecnie na polskich uczelniach, w ramach kierunków związanych z kształceniem geoinformatyków (Gaździcki, 2006). Tematyka zajęć związana jest głównie: z pozyskiwaniem i aktualizacją geodanych z zastosowaniem pozycjonowania satelitarne, przestrzennymi bazami danych, łącznością bezprzewodową, komputerami przenośnymi i mobilnymi systemami geoinformacyjnymi (Kozak i in., 2009; Błachowski, Woźniak, 2009; Stateczny, 2009; Stepnowski, Moszyński 2009; Bednarczyk i in., 2011).

Dynamiczne zmiany technologii oraz metod pozyskiwania danych powodują konieczność dostosowania kształcenia z zakresu mobilnych systemów geoinformacyjnych. W dalszej części artykułu pokazano stan aktualny oraz technologie, które w istotny sposób wpływają na rozwój oprogramowania mobilnego.

Geoinformacyjne systemy mobilne

Nowe technologie, miniaturyzacja oraz dostępność urządzeń przenośnych pozwala na budowę systemów geoinformacyjnych o nieznanych dotąd możliwościach. Technologie te stanowią kluczowy element w rozwoju zintegrowanych systemów pozyskiwania i zarządzania danymi, rozszerzają możliwości tradycyjnych systemów GIS dodając dodatkowe elementy, to jest przenośność systemu, użyteczność, łatwość implementacji i modyfikacji.

Różnorodność zastosowań powoduje, że trudno wskazać jedną, ogólnie przyjętą definicję systemu rozproszonego. Powszechnie uznaje się, że system rozproszony to zbiór niezależnych urządzeń technicznych, połączonych za pomocą sieci oraz rozwiązań technicznych i oprogramowania integrującego system w jedną, spójną logicznie całość. Zapewnia on możliwość współpracy wielu elementów oraz koordynowanie prowadzonych działań w sposób wydajny i efektywny (Jia, Zhou, 2005) Kluczowym czynnikiem jest integralność systemu rozproszonego, wywołująca na użytkownikach wrażenie pracy z jednym, scentralizowanym systemem.

Rozproszony GIS to rozwiązanie, które korzysta z sieci (bezprowodowej lub przewodowej) oraz technologii sieciowych, jako środków zapewniających dostęp do rozproszonych danych, oferujący możliwość ich udostępniania, analizy i wizualizacji. Inna definicja określa rozproszony GIS, jako przestrzennie rozproszony system informacji, w którym poszczególne komponenty, takie jak: źródła danych, lokalizacja użytkownika oraz miejsce przetwarzania tych danych są od siebie niezależne (Rzeszewski, Jasiewicz, 2009).

Mobilny GIS stanowi zintegrowaną platformę sprzętu i oprogramowania, zapewniającą dostęp do danych oraz usług geoprzestrzennych przez urządzenia mobilne wyposażone w systemy obsługujące przewodowe lub bezprzewodowe systemy transmisji danych. Podstawowe komponenty mobilnego GIS to: urządzenie mobilne, dane geoprzestrzenne, system lokalizacyjny (sensory pomiarowe), mobilne oprogramowanie GIS, medium transmisyjne, serwer danych GIS (Templin i in., 2014).

Podstawowe zalety mobilnego GIS, które wyróżniają go od tradycyjnego GIS to przede wszystkim (Fu, 2015):

- mobilność – możliwość przemieszczania się i pracy bezpośrednio w terenie,
- lokalizacja – stały dostęp do aktualnej pozycji, pozwala na powiązanie gromadzonych danych z informacją o lokalizacji,
- zwiększona dostępność – powszechny charakter urządzeń mobilnych pozwala na budowę rozwiązań skierowanych do szerokiej grupy użytkowników,
- uniwersalne źródło komunikacji – platforma pozwalająca na komunikację, wykorzystanie najbardziej popularnych form komunikacji sieciowej (krótkie wiadomości tekstowe, media społecznościowe, komunikatory sieciowe, maile, itp.) w celu synchronizacji zadań, komunikacji pomiędzy operatorami, systemem i odbiorcami danych,
- dostęp do danych – dostęp do wyników pomiaru w czasie rzeczywistym pozwala na monitorowanie zjawisk i obiektów zarówno w aspekcie czasu jak i przestrzeni.

Projekty GIS realizowane z wykorzystaniem systemów mobilnych mają coraz częściej interdyscyplinarny charakter. Użytkownik wyposażony jest zazwyczaj w nowoczesne urządzenie przenośne z oprogramowaniem mobilnym dedykowanym zbieraniu danych. W trakcie pomiaru oprócz współrzędnych rejestrowane są dodatkowe elementy: atrybuty, zdjęcia, dźwięk, wideo lub wyniki pomiaru z innych sensorów pomiarowych. Zarejestrowane wyniki zawierają coraz częściej dodatkowe informacje o jakości pozyskanych danych.

Typowe funkcjonalności oferowane w nowoczesnych aplikacjach mobilnych, to:

- wizualizacja – dostęp do danych/map bezpośrednio z miejsca pomiaru,
- zbieranie danych o lokalizacji obiektów – pomiar, dynamiczna aktualizacja – dodawanie, usuwanie i edycja danych,
- zbieranie danych multimedialnych – zdjęcia, dźwięk, wideo; dane gromadzone i przechowywane z uwzględnieniem ich lokalizacji,
- zestaw podstawowych narzędzi – pomiar, geolokalizacja, identyfikacja obiektów, wyszukiwanie na podstawie bieżącej lokalizacji,
- praca w trybie bezpołączeniowym (*of-line*) – dostęp do mapy i możliwość pracy bez dostępu do sieci,
- nawigacja do punktu docelowego (dostępna coraz częściej również w trybie *of-line*).

Wybór platformy programowej

Aktualnie na rynku, oferowanych jest wiele różnych gotowych do wykorzystania aplikacji, pozwalających na prowadzenie prac pomiarowych. Każdy system mobilny ma sklep z aplikacjami dedykowanymi tej platformie (Google Play, Apple App Store, Windows Phone Store), w którym można znaleźć aplikacje mobilnego GIS. W większości oferują one podstawową funkcjonalność w zakresie pozyskiwania danych, pozwalając tylko na rejestrację obiektów punktowych. Bardziej rozbudowane funkcjonalności ma oprogramowanie dedykowane na potrzeby rozwiązań typu wolontariat informacji geograficznej (ang. *Volunteered Geographic Information, VGI*). Najbardziej popularne platformy tego typu to Ushaidi oraz Elva. Innym rozwiązaniem mogą być aplikacje mobilne dedykowane profesjonalistom (Esri ArcPad, QField). Oferują one zaawansowane narzędzia zbierania danych, ich przetwarzania oraz wizualizacji.

Wraz z pojawieniem się rozwiązań typu *cloud computing* coraz częściej oprogramowanie mobilne dostarczane jest jako część dużej platformy oferowanej w chmurze (ArcGIS Online + Collector, GIS Cloud + Mobile Data Collector). Na rynku spotkać można produktami komercyjne, jak i darmowe udostępniane na licencjach pozwalających na ich bezpłatne wykorzystanie.

Rosnąca liczba zastosowań powoduje, że trudno zbudować uniwersalny produkt spełniający oczekiwania wszystkich użytkowników. Rozwiązaniem staje się stworzenie własnej aplikacji. Tradycyjnie budowa aplikacji mobilnej wymaga wyboru jednej z dobrze opisanych strategii tworzenia. Najpopularniejsze podejścia do tworzenia oprogramowania mobilnego to:

- budowa aplikacji oparta na standardach sieci Web (aplikacje przeglądarkowe),
- aplikacja natywna tworzona dla konkretnej platformy (pisana z wykorzystaniem dedykowanego dla danego systemu mobilnego języka programowania),
- rozwiązanie hybrydowe (rozwiązanie tego typu zakłada istnienie aplikacji natywnej, która staje się platformą uruchomieniową dla aplikacji przeglądarkowej).

Przygotowanie aplikacji mobilnych wymaga zastosowania specyficznych rozwiązań programistycznych. Z biegiem lat pojawiały się na rynku nowe technologie pozwalające na zwiększanie możliwości projektowanych rozwiązań mobilnych. Dalej przedstawiono wykaz technologii, najbardziej istotnych z punktu widzenia opracowania aplikacji mobilnych:

- Lynx, Mosaic – standard HTML

- Javascript – język skryptowy
- Web 2.0 – “Web jako platforma komunikacji” (2004)
- Adobe Flash (2004)
- AJAX (ang. *Asynchronous JavaScript and XML*) (2005)
- Adobe Flex (2006) i Microsoft Silverlight (2008)
- HTML5, Objective-C, Java
- Wieloplatformowe frameworki mobilne (Adobe PhoneGap, Appcelerator Titanium Studio)
- Kreator aplikacji mobilnej (np. Kinetise lub Esri Application Builder)

Aktualnie zaobserwować można nowy trend w zakresie udostępniania gotowych narzędzi do szybkiego tworzenia aplikacji. Takie rozwiązanie pozwala na stworzenie programu bez znajomości języka programowania, za pomocą przygotowanych szablonów i kreatorów. Przykładem mogą być nowe rozwiązania firmy Esri oferujące dwa gotowe narzędzia: Web AppBuilder dla multiplatformowych rozwiązań tworzonych z wykorzystaniem języka HTML i JavaScript oraz AppStudio dedykowane do tworzenia aplikacji mobilnych.

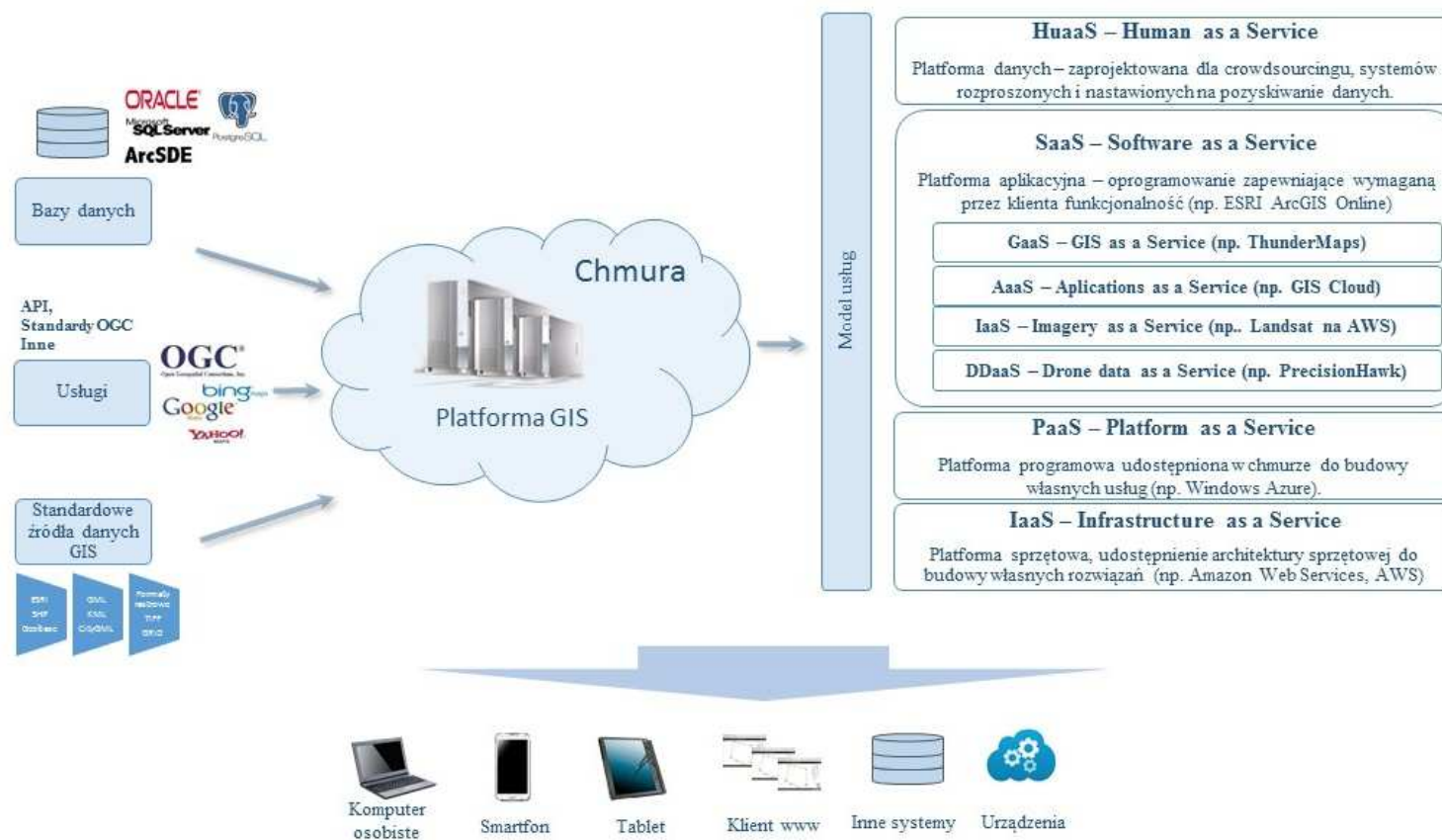
Mobilny GIS – trendy i wyzwania

Cloud Computing

Cloud Computing nie stanowi spójnego, jednolitego systemu, lecz obejmuje całe spektrum technologii, opcji konfiguracyjnych oraz różnorodnych modeli usług i metodologii wdrażania systemu. Można oceniać go z różnej perspektywy. Z punktu widzenia systemów mobilnych, technologia chmury oferuje platformę do budowy rozwiązań pozwalających na przyspieszenie procesów produkcyjnych oraz poprawę przepływu informacji. Dane i aplikacje udostępnione w sieci mogą być wykorzystywane do wyszukiwania, przeglądania, edycji i modyfikacji oraz wywołania narzędzi geoprocessingu na żądanie.

Zastosowanie chmury zmieniło w sposób istotny sposób realizację projektów GIS. W tradycyjnych rozwiązaniach wykorzystanie systemów GIS w dużym stopniu wymagało od użytkownika szerokiej wiedzy dotyczącej GIS oraz umiejętności obsługi oprogramowania (wykwalifikowanej kadry). Projekt GIS wymagał wykonania wszystkich czynności, w tym: instalacji i konfiguracji oprogramowania, zaprojektowania geobazy, zasilenia bazy danymi (źródła bezpośrednie i pośrednie), przetwarzania i udostępniania danych.

Wykorzystanie chmury spowodowało, że system GIS to zazwyczaj zaawansowany system geoinformacyjny, stanowiący często jeden z elementów innych systemów, na przykład wspierający proces podejmowania decyzji w rozwiązaniach biznesowych lub administracji (ang. *Business Intelligence, BI*). Realizacja projektu GIS nadal wymaga czynności administracyjnych jednak w innym zakresie (wybór modelu danych, określenie i przypisanie praw dostępu dla użytkowników, zarządzanie procesami odpowiedzialnymi za realizację zadań związanych z pozyskaniem i udostępnieniem danych – rys. 2). Chmura daje również szerokie możliwości pracy grupowej w zakresie planowania prac, zarządzania i bieżącej kontroli prowadzonych prac oraz wzajemnej komunikacji. Dodatkowo, zdecydowanie poszerza krąg użytkowników oferując produkty pozwalające skupić się na problemie badawczym, a nie technicznych aspektach ich realizacji. Rynek rozwija się dynamicznie, szczególnie na poziomie usług typu SaaS (ang. *Software as a Service*) oferując gotowe produkty (np. GIS Cloud, Esri ArcGIS Online).



Rysunek 2. Rola chmury w systemach geoinformacyjnych (źródło: opracowanie własne)

Wolontariat informacji geograficznej

W literaturze wolontariat informacji geograficznej (VGI) definiowany jest jako zbiór różnorodnych praktyk związanych z pozyskiwaniem i dostarczaniem informacji geograficznej przez obywateli lub instytucje, które nie są profesjonalistami w tej dziedzinie (Goodchild i in., 2007). VGI możliwe stało się dzięki połączeniu następujących elementów (O'Reilly, 2005):

- Web 2.0 + GNSS,
- inteligencji zbiorowej (ang. *Collective intelligence*, *Collective IQ*),
- Neogeography.

Dane pozyskiwane w ramach VGI znajdują zastosowanie w wielu dziedzinach. Opracowywane na ich podstawie mapy pomagają ostrzegać ludność przed różnymi rodzajami zagrożeń. Umożliwiają identyfikację obszarów klęsk żywiołowych, takich jak: trzęsienia ziemi, powodzie, pożary lasów. Ponadto pomagają koordynować akcje służb ratowniczych oraz pozwalają na lokalizowanie zaginionych ludzi (Horita i in., 2013).

Wolontariusze stają się cennym źródłem informacji zarówno dla produktów społecznościowych, jak i coraz częściej instytucji publicznych, jak również firm komercyjnych. Pozwalają znacznie rozszerzyć zakres zbieranych danych o elementy specyficzne dla danego zjawiska lub społeczności, które nie są lub nie mogą być zbierane metodami tradycyjnymi. VGI w typowych rozwiązaniach generuje treści jako:

- wolontariat zmieniający lub rozszerzający możliwości istniejących projektów (OSM, Wikimapia, Nokia, Navteq),
- wolontariat pozwalający na tworzenie nowych treści (informacji przestrzennej) (Flickr, Tweeter, Facebook),
- rozwiązania pasywne – generowanie treści przez użytkowników (lokalizatory GNSS, śledzenie obiektów, RFID, NFC).

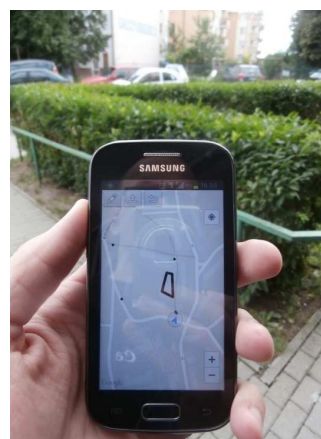
Przykład aplikacji dedykowanej VGI przedstawiono na rysunku 3.

Platforma sprzętowa rozwiązań VGI obejmuje w szczególności:

- aplikacje dedykowane dla wolontariatu informacji geograficznej,
- rozszerzenia rozwiązań serwerowych np.: funkcje wbudowane Esri ArcGIS Server,
- specjalistyczne serwisy i usługi (OSM, Google MapMaker, WikiMapa...),
- aplikacje zapisujące dane w przyjętych standardach opartych na języku znaczników.

Rozszerzona rzeczywistość (AR)

Rozszerzona rzeczywistość (AR) to technologia umożliwiająca łączenie obrazu realnego świata z elementami wirtualnymi, wygenerowanymi komputerowo. Pozwala na wspieranie procesu postrzegania świata rzeczywistego, uzupełniając go o dodatkowe elementy. Mogą to być zarówno elementy czysto informacyjne (tekst, obraz), jak i informacje dodatkowe (Carmignani i in., 2011).



Rysunek 3. Przykład aplikacji dedykowanej VGI – stworzone przez studentów UWM oprogramowanie mobilne wspierające proces zbierania danych (punkty, linie, poligony) (źródło: opracowanie własne)

Jest to termin związany z koncepcją pewnego rodzaju warstwy pośredniej, w której obraz rzeczywistości zostaje zmodyfikowany przez komputer. W rezultacie technologia ta działa jako mechanizm pozwalający na poprawę skuteczności percepcji rzeczywistości (lepiej rozumienie rzeczywistości).

AR stawia rozwiązaniom mobilnym określone wymagania w zakresie platformy sprzętowej. Urządzenia mobilne powinny być wyposażone w kamerę pozwalającą na obrazowanie świata rzeczywistego, odbiornik GNSS do określenia lokalizacji urządzenia i żyroskop, akcelometr oraz inne sensory informujące o zmianach położenia urządzenia mobilnego. Zazwyczaj rolę klienta AR pełni urządzenie przenośne (tablet, smartfon), specjalistyczny hełm (kask) AR lub okulary AR.

Dodawanie nowej treści odbywa się w czasie rzeczywistym i związane jest z aktualnym kontekstem (zmianami środowiska), na przykład prezentacja wyników sportowych podczas meczu. Zaawansowane wykorzystanie rzeczywistości rozszerzonej pozwala, stosując dowolne urządzenie mobilne z wbudowaną kamerą, rozpoznać obiekt, a następnie nałożyć na obraz rzeczywisty interaktywne elementy (warstwy). Dzięki temu można uzupełnić rzeczywistość o dodatkowe informacje o oglądanym obiekcie, interesujących miejscach w pobliżu itp.



Rysunek 4. Przykładowy proces interakcji klienta AR z serwerem AR (źródło: opracowanie własne)

Podsumowanie

Systemy geoinformacyjne oparte na zaawansowanych rozwiązaniach GIS są coraz powszechniej wykorzystywane. Popularyzacja mobilnych urządzeń przenośnych oraz poprawa parametrów pracy tych urządzeń powoduje, że stanowią one atrakcyjne rozszerzenie systemów Enterprise GIS.

Przydatność systemów mobilnych zależy od wielu czynników. Podstawowym parametrem, mającym wpływ na proces pozyskiwania danych, jest dobór odpowiedniej platformy sprzętowo-programowej. Dobrze zaprojektowane oprogramowanie pomiarowe wspiera użytkownika i powoduje, że w systemie gromadzone są tylko dane istotne dla projektu, dodatkowo są one dokładne i wiarygodne.

Zestandaryzowana architektura danych i usług przestrzennych zapewnia swobodny dostęp do danych pochodzących z różnych źródeł. Daje to szansę na ich bezpośrednie wyko-

rzystanie w systemach mobilnych. Interoperacyjność na poziomie danych i usług umożliwia budowę systemów, pozwalających na rozwiązywanie coraz bardziej skomplikowanych problemów.

Metodologia wdrożenia systemu geoinformacyjnego pracującego w technologii chmury znacznie różni się od tradycyjnie stosowanych rozwiązań. Ze względu na swój potencjał ma ona duże szanse stać się standardem w zakresie przechowywania, przetwarzania i udostępniania geodanych. Charakterystyczną cechą systemów pracujących w technologii chmury jest możliwość przetwarzania w czasie rzeczywistym dużych zbiorów danych. Stanowi to duży potencjał, pozwalający na projektowanie zaawansowanych rozwiązań zapewniających stały dostęp do danych.

Z punktu widzenia biznesowego wydaje się, że model chmury staje się coraz bardziej atrakcyjny zarówno dla biznesu, instytucji non-profit, edukacji. Z biegiem czasu technologia rozwiązań pracujących w chmurze będzie się rozwijała i może stać się atrakcyjna dla wszystkich podmiotów bez względu na ich wielkość.

Nowe technologie, miniaturyzacja i powszechna dostępność urządzeń przenośnych pozwala na budowę mobilnych systemów o nieznanych dotąd możliwościach. Budowa tego typu rozwiązań wymaga wiedzy z zakresu wielu dziedzin. Kształcenie specjalistów w tym zakresie staje się wyzwaniem. Podobnie jak w przypadku kierunku geoinformatyka, wydaje się, że dobór zagadnień przedstawianych w ramach przedmiotu mobilny GIS wymaga pewnego kompromisu.

Zakres poruszanych zagadnień w dużym stopniu powinien być definiowany sylwetką absolwenta. Systemy mobilne mogą być przedstawione ze szczególnym naciskiem na:

- proces projektowania i tworzenia systemu,
- umiejętności w zakresie doboru architektury oprogramowania i jego wykorzystania w konkretnych zastosowaniach,
- wykorzystania profesjonalnych rozwiązań pomiarowych i ich integracji z innymi systemami (np. BIM),
- tworzenia intuicyjnych systemów pozwalających na wykorzystanie pracy wolontariuszy w procesie podejmowania decyzji (VGI),
- prezentacji wyników z wykorzystaniem rozszerzonej rzeczywistości (AR).

Literatura

- Bednarczyk M., Kowalczyk K., Zwirowicz-Rutkowska A., 2011: Kształcenie w zakresie geoinformatyki na Wydziale Geodezji i Gospodarki Przestrzennej w Olsztynie – propozycje programowe specjalności na studiach drugiego stopnia. *Roczniki Geomatyki* t. 9, z. 3(47): 17-24, PTIP, Warszawa.
- Blachowski J., Woźniak J., 2009: Kształcenie w dziedzinie geoinformacji na kierunku górnictwa i geologii. *Roczniki Geomatyki* t. 7, z. 3: 75-85, PTIP, Warszawa.
- Fu P., 2015: *Getting to Know Web GIS*. Esri Press, ISBN 9781589484030.
- Carmigniani J., Furht B., Anisetti M., Ceravolo P., Damiani E., Ivkovic M., 2011: Augmented reality technologies, systems and applications. *Multimedia Tools and Applications* 51(1): 341-377.
- Gaździcki J., 2006: Zakres tematyczny dziedziny geoinformacji jako nauki i technologii. *Roczniki Geomatyki* t. 4, z. 2: 15-27, PTIP, Warszawa.
- Goodchild M.F., 2010: Twenty years of progress: GIScience in 2010. *Journal of spatial information science* (1): 3-20.
- Goodchild M.F., Fu P., Rich P., 2007: Sharing Geographic Information: An Assessment of the Geospatial One-Stop. *Annals of the Association of American Geographers* vol. 97, issue 2: 250-266.
- Horita F.E.A., Degrossi L.C., de Assis L.F.G., Zipf A., de Albuquerque J.P., 2013: The use of volunteered geographic information (VGI) and crowdsourcing in disaster management: a systematic literature review.

- Jia W., Zhou W., 2005: Distributed Network System. From Concepts to Implementations. Springer.
- Kołodziej A., 2013: Społeczeństwo informacyjne i jego udział w budowaniu bazy wiedzy o dziedzictwie narodowym Polski. *Roczniki Geomatyki* t. 11, z. 2(59), PTIP, Warszawa.
- Kozak J., Werner P., Zwoliński Z., 2009: Kształcenie w zakresie geoinformatyki na kierunku geografia. *Roczniki Geomatyki* t. 7, z. 3: 57-73, PTIP, Warszawa.
- Peng Z.R., Tsou M.H., 2003: Internet GIS, Distributed Geographic Information Services for the Internet and Wireless Networks. John Wiley & Sons, Inc.
- O'Reilly T., 2005: What is Web 2.0. Design Patterns and Business Models for the Next Generation of Software. Dostęp 01.07.2015 r. <http://oreilly.com/web2/archive/what-is-web-20.html?page=1>
- Rzeszewski M., Jasiewicz J., 2009: WebGIS – od map w internecie do geoprzetwarzania. [W:] Zwoliński Z. (red.), GIS-platforma integracyjna geografii: 23-33. Wydawnictwo Naukowe.
- Stateczny A., 2009: Koncepcja kierunku studiów w dziedzinie geoinformacji. *Roczniki Geomatyki* t. 7, z. 3: 125-134, PTIP, Warszawa.
- Stepnowski A., Moszyński M., 2009: Problematyka kształcenia w dziedzinie geoinformacji na kierunku informatyka na Wydziale Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki Politechniki Gdańskiej. *Roczniki Geomatyki* t. 7, z. 3: 27-35, PTIP, Warszawa.
- Templin T., 2013: Aktualne trendy i perspektywy systemów mobilnych w modelu Cloud Computing. XXII Szkoła Eksploatacji Podziemnej, Kraków.
- Templin T., Miecznikowski T., Popielarczyk D., 2014: Wykorzystanie mobilnego GIS do inwentaryzacji miejsc parkingowych na obszarze kampusu uniwersyteckiego w Olsztynie. *Logistyka* 3: 6304-6314.

Streszczenie

Dynamiczny rozwój technologii i związany z nim szeroki wachlarz pojawiających się rozwiązań informatycznych powoduje szybki rozwój systemów geoinformacyjnych. Postęp technologiczny spowodował dostępność zarówno zaawansowanych urządzeń pomiarowych, jak i mobilnych zestawów komputerowych, wyposażonych w nowoczesne systemy łączności bezprzewodowej oraz zapewniających wielogodzinną pracę w terenie. Technologie te stanowią kluczowy element w rozwoju zintegrowanych systemów pozyskiwania i zarządzania danymi, rozszerzając możliwości tradycyjnych systemów GIS. Interdyscyplinarny charakter rozwiązań mobilnych stanowi wyzwanie dla dydaktyków. Kształcenie specjalistów potrafiących budować i wykorzystywać systemy oparte na urządzeniach przenośnych wymaga kompromisu w zakresie prezentacji poszczególnych zagadnień. Artykuł przedstawia doświadczenia autora dotyczące kształcenia geoinformatyków w zakresie mobilnego GIS.

Abstract

The progress in Information, Communications and Technology (ICT) sector has brought rapid development of GIS technology on portable devices. Mobile innovations have offered sophisticated receivers, modern mobile devices, wireless communications sensors and powerful batteries. These technologies are a key element in the development of field data collecting and management systems, expanding the possibilities of traditional GIS software. Interdisciplinary character of mobile solutions is still challenge for educators. Education and training of professionals capable to develop and use mobile technology requires a compromise and consistent approach to teaching. The paper presents the author's experience on surveyors' education in the field of mobile GIS.

dr inż. Tomasz Templin
tomasz.templin@uwm.edu.pl