

DIGITAL EARTH – I CO DALEJ? WHAT IS BEYOND DIGITAL EARTH?

Francis Harvey^{1,2}, Jacek Kozak¹

¹ Zakład Systemów Informacji Geograficznej, Kartografii i Teledetekcji, Instytut Geografii
i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu Jagiellońskiego

² Department of Geography, University of Minnesota

Słowa kluczowe: wirtualne globy, infrastruktury informacji przestrzennej, Web 2.0
Keywords: Digital Earth, spatial data infrastructures, Web 2.0

Wprowadzenie

31 stycznia 1998 roku Albert Gore, ówczesny wiceprezydent Stanów Zjednoczonych, wygłosił w California Science Center w Los Angeles przemówienie zatytułowane *The Digital Earth: Understanding our planet in the 21st Century*. W przemówieniu tym naszkicował koncepcję wirtualnego globu (*Digital Earth*)¹, definiując ją jako *A multi-resolution, three-dimensional representation of the planet, into which we can embed vast quantities of georeferenced data* (wielorozdzielcza, trójwymiarowa reprezentacja planety, w której można umieścić duże ilości danych geograficznych; Gore, 1998).

Głównym motywem tego przemówienia było podkreślenie znaczenia pozyskiwanych danych geograficznych dla edukacji i rozwoju nauki, a także wskazanie, jak niski był w tym czasie poziom ich wykorzystania. Stąd daleko idąca propozycja zmiany nastawienia do rozpowszechniania danych geograficznych, której metaforą stał się właśnie termin *Digital Earth*. W tym miejscu warto zacytować szerzej jeden z bardziej znanych fragmentów tego przemówienia, ilustrujący możliwości *Digital Earth* z punktu widzenia zainteresowanego światem dziecka: *Imagine, for example, a young child going to a Digital Earth exhibit at a local*

¹ Autorzy proponują termin ‘wirtualny glob’ jako odpowiednik terminu ‘*Digital Earth*’, rozumianego jako określona technologia; w tym znaczeniu używane jest też pojęcie *geobrowser* (np. Craglia i in., 2008). Natomiast specyficzne aplikacje technologii wirtualnych globów, np. będące produktami określonej firmy, definiowane są przez ich nazwy własne (np. *GoogleEarth*, *Virtual Earth*). Naszym zdaniem, współczesne odczytanie intencji Gore’a prowadzi do zakwalifikowania terminu ‘*Digital Earth*’ jako technologii, a nie jako nazwy własnej konkretnej aplikacji. Ma tu miejsce niewątpliwa analogia z losem takich terminów jak GIS. Zapropionowany po raz pierwszy przez R. Tomlinsona (*Canada Geographic Information System*, Longley i in., 2006), z nazwy własnej aplikacji wyewoluował do określenia szeroko stosowanej technologii. Co do dyskusji terminologicznej dotyczącej wirtualnych globów, patrz też Harvey (2009).

museum. After donning a head-mounted display, she sees Earth as it appears from space. Using a data glove, she zooms in, using higher and higher levels of resolution, to see continents, then regions, countries, cities, and finally individual houses, trees, and other natural and man-made objects. Having found an area of the planet she is interested in exploring, she takes the equivalent of a „magic carpet ride” through a 3-D visualization of the terrain (...) She can get more information on many of the objects she sees by using her data glove to click on a hyperlink. To prepare for her family’s vacation to Yellowstone National Park, for example, she plans the perfect hike to the geysers, bison, and bighorn sheep that she has just read about. In fact, she can follow the trail visually from start to finish before she ever leaves the museum in her hometown.

Pierwowzórów koncepcji *Digital Earth* można szukać w literaturze popularno-naukowej. W pierwszym rzędzie była to koncepcja *cyberspace*, cyfrowego modelu świata rzeczywistego, wykorzystana przez W. Gibsona w powieści „*Neuromancer*” z 1984 roku (Batty, 1997; Crampton, 2009). Później pojęcia o podobnym znaczeniu pojawiły się w literaturze naukowej: lustrzane światy (*mirror worlds*) D. Gelerntera z 1991 roku (Hudson-Smith, Crooks, 2008) oraz realna wirtualność (*real virtuality*) M. Castellsa z 1996 roku (Batty, 1997). Pojęcie *cyberspace* i inne terminy bliskoznaczne wyznaczają nowe sfery poszukiwań w naukach geograficznych i mają duże znaczenie dla rozwoju nowych trendów w geografii, wiążąc modelowanie cyfrowe świata z wykorzystywanymi w geografii człowieka koncepcjami przestrzeni i miejsca.

Przemówienie A. Gore’a zainicjowało ciąg wydarzeń. Wśród nich warto wymienić powołanie kierowanej przez amerykańską agencję kosmiczną NASA *Interagency Digital Earth Working Group* (IDEWG), pierwsze, sponsorowane przez Chińską Akademię Nauk sympozjum poświęcone *Digital Earth*, które odbyło się w Pekinie, a nieco później – założenie *International Society for Digital Earth*. W 2001 roku opracowane zostały pierwsze wirtualne globy – *Earthviewer* firmy Keyhole oraz *GeoPlayer* firmy GeoFusion, poprzedzające *World Wind* opracowany przez NASA w 2003 r. (Grossner i in., 2008; Foresman, 2008).

W 2005 roku w internecie pojawiła się aplikacja *GoogleEarth*. W dużej mierze można sądzić, że *GoogleEarth* było próbą urzeczywistnienia koncepcji Gore’a, odmienną jednak pod względem wykorzystanej technologii. Al Gore nie docenił tempa rozwoju technologii teleinformatycznych: już po kilku latach od jego przemówienia okazało się, że do podziwiania wirtualnych globów nie są potrzebne specjalne muzea, a wystarczy komputer ze standardowym dostępem do internetu. Jakkolwiek motywy udostępnienia danych przestrzennych przez Google w postaci wirtualnego globu były przede wszystkim komercyjne, to równolegle pojawiły się olbrzymie korzyści tej aplikacji dla edukacji i nauki. Uruchomienie aplikacji w tak atrakcyjnej wizualnie postaci nie byłoby zresztą możliwe, gdyby nie bezpłatne udostępnienie przez NASA zbioru zdjęć satelitarnych Landsat pozwalających na zestawienie globalnej mapy satelitarnej Ziemi (Tucker i in., 2004), co w pewnym sensie zapowiedziane zostało w przemówieniu A. Gore’a. Wkrótce po *GoogleEarth* pojawiły się konkurencyjne wirtualne globy, np. *Virtual Earth*² firmy Microsoft, którego działanie opierało się na podobnych założeniach (prezentacja wirtualnego obrazu Ziemi), ale na innych rozwiązaniach technicznych.

Digital Earth to idea w dalszym ciągu nośna, wskazująca kierunki rozwoju technologii i społeczeństwa. Opierając się o analizę współczesnych trendów, Craglia i in. (2008) podają

² Obecnie *Bing Maps*, www.bing.com/maps

szereg postulatów, określających pożądany kształt przyszłych wirtualnych globów; postulaty te przytoczono poniżej w pewnym skrócie:

- 1) przyszłość to nie jeden, ale wiele wirtualnych globów, adresowanych do różnych użytkowników: polityków, naukowców, nauczycieli ...
- 2) wirtualne globy będą zorientowane problemowo: środowisko, zdrowie, kwestie społeczne;
- 3) wirtualne globy pozwolą na poszukiwanie w czasie i przestrzeni poprzez dane, dostępne w czasie rzeczywistym i zbierane przez urządzenia techniczne i ludzi;
- 4) wirtualne globy pozwolą na stawianie pytań o zmiany, identyfikację anomalii w środowisku w czasie rzeczywistym;
- 5) wirtualne globy pozwolą na dostęp do danych, informacji, usług, modeli oraz scenariuszy: od prostych zapytań po złożone analizy sfery przyrodniczej i społecznej;
- 6) wirtualne globy będą wspierać wizualizację abstrakcyjnych typów danych i idei;
- 7) wirtualne globy będą oparte o otwarty dostęp i udział za pomocą różnorodnych platform technologicznych oraz mediów;
- 8) wirtualne globy będą wciągającą, interaktywną platformą, laboratorium dla interdyscyplinarnej edukacji i nauki.

Jest też jasne, że *Digital Earth* staje się metaforą globalnej infrastruktury informacji przestrzennej. Wystarczy wymienić tylko elementy, które zdaniem A. Gore'a miały być istotne dla rozwoju *Digital Earth*: nauka i technologia komputerowa (*computational science*), pamięć masowa (*mass storage*), teledetekcja (*satellite imagery*), sieci szerokopasmowe (*broadband networks*), współdziałalność (*interoperability*) oraz metadane (*metadata*). Są to hasła, które powtarzane są także przy wszelkich omówieniach IIP i traktowane jako kluczowe w dokumentach prawnych. Stąd też nie jest dziwne połączenie wysiłków badawczych w pracach dotyczących wirtualnych globów oraz IIP (Craglia i in., 2008).

Idąc tropem rozważań przedstawionych przez Craglię i in. (2008), w tym artykule podjęto próbę oceny przyszłych konsekwencji idei *Digital Earth* z punktu widzenia przyrodniczych i społecznych nauk przestrzennych (przede wszystkim geografii). Ważnym punktem odniesienia do oceny wirtualnych globów są tworzone obecnie IIP. Naszym zdaniem, już obecnie rozwój wirtualnych globów i IIP zmienia relacje między człowiekiem – poznającym podmiotem a przestrzenią, będącą przedmiotem poznania. Refleksja na tym etapie jest więc zasadna. Powinna ona prowadzić zarówno do oceny tego co niesie przyszłość, jak i pozwalać na kształtowanie przyszłości w pożądanym kierunku.

Artykuł ten uporządkowany jest następująco: w rozdziale „Technologie” przedstawiono pokrótce istotne aspekty technologii kluczowych z punktu widzenia rozwoju idei *Digital Earth* (Craglia i in., 2008): pozyskiwanie danych (teledetekcja, sieci sensoryczne, geosensing), IIP oraz zaawansowane techniki wizualizacji i analizy danych (*geovisualization, geocomputation*). W kolejnej części przedstawiono przykłady naukowych zastosowań wirtualnych globów. W rozdziale „Czy jesteśmy na progu nowej epoki wielkich odkryć geograficznych?” dokonano próby oceny znaczenia technologii wirtualnych globów dla nauk przyrodniczych oraz społecznych.

Technologie

Pozyskiwanie danych

Strobl (2009) zdefiniował fundamentalną zmianę w pozyskiwaniu danych w połowie pierwszej dekady XXI wieku jako przejście od paradygmatu ‘wąskiego gardła’ (*bottleneck*) do ‘powodzi danych’ (*flood of data*). Trudno się z takim poglądem nie zgodzić. Co więcej, zmiana ilościowa ma także charakter jakościowy. Dane geograficzne są pozyskiwane praktycznie wyłącznie bezpośrednio. Mówiąc nieco w przenośni, to co zostało kiedyś przez ludzi naniesione na mapy, zostało już dawno zdigitalizowane, tak więc pozostało jedynie pozyskiwanie nowych danych. Wymownym symbolem takiego ‘cyfrowego przejścia’ jest udostępniony w połowie obecnej dekady globalny model wysokości SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*; Farr i in., 2007). Model SRTM oznaczał wielki postęp, jeśli chodzi o rozdzielczość przestrzenną i dokładność w porównaniu z poprzednikiem, którym był globalny model wysokości GTOPO30, ponadto, został on utworzony w całości z danych pozyskanych bezpośrednio (Kozak, 2004). SRTM nie zakończył wyścigu technologicznego za coraz dokładniejszymi danymi wysokościowymi. Udoskonalane są metody interferometryczne, coraz powszechniej stosuje się także lotniczy skanowanie laserowe, który prowadzi do zejścia na poziom skali właściwy tylko szczegółowym badaniom terenowym (Liu, 2008; Smith, Pain, 2009).

W dziedzinie pozyskiwania obrazów cyfrowych notuje się podobny postęp w sensie ilości i jakości dostępnych danych. Wspomniano już wcześniej o bezpłatnym udostępnieniu przez NASA w 2004 roku globalnej mozaiki zdjęć satelitarnych Landsat (Tucker i in., 2004); nieco wcześniej, udostępnione zostały zdjęcia sensora ASTER, o podobnych jak Landsat TM lub Landsat ETM+ parametrach. Od 1999 roku, kiedy to wystrzelono na orbitę pierwszego komercyjnego satelity z sensorem o rozdzielczości przestrzennej 1 m (Ikonos), wzrosła również liczba zdjęć satelitarnych o bardzo wysokiej rozdzielczości, a także rozmaitych urządzeń mierzących różne parametry fizyczne atmosfery, hydrosfery, biosfery i litosfery (Boyd, 2009).

Ważnym komponentem globalnego pozyskiwania danych stają się też – lub staną wkrótce – sieci sensoryczne, zbierające różnorodne dane dotyczące systemów przyrodniczych oraz technicznych (MacManus, 2010b). Wizjonerskie projekty ‘opakowania’ całej Ziemi sieciami sensorów prowadzone są przez znane firmy informatyczne, między innymi przez IBM (*Smarter Planet*, IBM 2010) oraz HP, które proponuje sieć CeNSE (*Central Nervous System for the Earth*, Hartwell, Williams, 2010). Tego typu infrastruktury z pewnością przyspieszą już w tej chwili zawrotne tempo pozyskiwania danych o środowisku.

Również dostępność technologii lokalizacyjnych prowadzi też do coraz powszechniejszego procesu tworzenia danych i informacji przestrzennej przez obywateli, czyli tzw. *volunteered geographic information*, VGI (Goodchild, 2007). Przykładem tej zupełnie nowej sytuacji – łamania monopolu wyspecjalizowanych instytucji w zakresie pozyskiwania danych – jest powodzenie takich geoportali jak *OpenStreetMap*³, zwiastujących nową erę kartografii internetowej (Crampton, 2009). Powszechny dostęp do technologii cyfrowych (aparaty, kamery) oraz do nawigacji satelitarnej daje także niespotykane wcześniej możliwości cyfrowego zapisu krajobrazu wraz z lokalizacją punktu obserwacji, a technologie mobilne umożliwiają przesyłanie takich danych do internetu w czasie rzeczywistym. Na przykład,

³ www.openstreetmap.org

część zasobów *GoogleEarth* pochodzi właśnie od użytkowników przesyłających własne zdjęcia z komentarzami z najrozmaitszych miejsc na świecie.

Infrastruktury informacji przestrzennej

Rosnąca ilość danych geograficznych w postaci cyfrowej i rozproszenie ich producentów (w praktyce obecnie każdy może być producentem danych geograficznych), przy coraz większym wykorzystaniu sieci do ich przesyłania, wymusiły nowy sposób organizacji udostępniania tych danych. Główną koncepcją tej organizacji są IIP. Celem budowanych IIP jest udostępnienie instytucjom oraz obywatelom informacji przestrzennej poprzez odpowiednie rozwiązania technologiczne oraz przyjęte przepisy prawa i ramy organizacyjne (Gaździcki, 2003). Rozwój IIP w Europie dotyczy zarówno rozwiązań technologicznych (np. polski Geoportal⁴), jak i (a może przede wszystkim) tworzenia nowych rozwiązań prawnych (np. dyrektywa INSPIRE, ustawa o IIP, Orlińska, 2010).

Znaczenie IIP dla rozwoju nauki jest poza dyskusją – np. w sensie znaczenia IIP dla właściwego wykorzystania danych dotyczących ochrony środowiska i bezpieczeństwa społecznego, pozyskiwanych w ramach różnych przedsięwzięć, takich jak *Global Monitoring for Environment and Security* (GMES). Wpływ IIP na badania prowadzone w naukach o Ziemi będzie się pogłębiał, choćby w wyniku roli, jaką badania stosowane pełnią dla głównych beneficjentów IIP, decydentów różnych szczebli, zajmujących się zarządzaniem środowiskiem, co podkreślono w tekście dyrektywy INSPIRE (Kozak, 2008).

Podobnie jak IIP, również komercyjne wirtualne globy udostępniają informację geograficzną, albo mówiąc dokładniej, informację zorganizowaną geograficznie. Charakter tych przedsięwzięć sprawia, że głównym celem jest przyciągnięcie użytkownika – klienta, albo za pomocą konkretnej informacji, albo za pomocą atrakcyjnej wizualnie formy. To wiąże się z istotnymi różnicami pomiędzy IIP i wirtualnymi globami, co do głównych czynników sprawczych, decydentów, potencjalnych odbiorców oraz sposobów wdrażania (Craglia i in., 2008). IIP w porównaniu do wirtualnych globów cechuje między innymi:

- inny charakter oraz zakres tematyczny oferowanych danych (głównie dane wektorowe, zinterpretowane, mniejszy nacisk na dane obrazowe, dające możliwość atrakcyjnej, realistycznej wizualizacji dowolnego obszaru);
- dbałość o przestrzenną spójność danych;
- dbałość o odpowiednie dokumentowanie udostępnianych danych (metadane);
- ograniczenia prawne właściwe instytucjom publicznym i wynikające z tego braki elastyczności i szybkości reakcji na potrzeby odbiorców.

Zaawansowane techniki wizualizacji i analizy danych

Olbrymie ilości danych wymagają nowych rozwiązań w zakresie wizualizacji oraz przetwarzania danych. Geowizualizacja jest, jak chcą jedni, nowym, dynamicznym obliczem kartografii, lub jak uważają inni, gwoździem do trumny kartografii (Woods, 2003). Jej istota sprowadza się do wydobycia sensu z dużej liczby danych poprzez odpowiednie ich ujęcie w wizualnie interpretowalnej i bogatej w treść formie (Kraak, 2007). Znaczna część objętości sześcianu MacEachrena (np. Longley i in., 2006) dotyczy takich form geowizualizacji, które cechuje duża interaktywność, pozwalająca badaczowi odkrywać nieznanne relacje pomiędzy

⁴ www.geoportal.gov.pl

danymi. Geowizualizacja jest więc zasadniczym elementem technik wydobywania informacji (*data mining*) z danych przestrzennych, które pozwalają na odkrywanie nowych znaczeń i porządków. Techniki wydobywania danych stanowią grupę zaawansowanych metod analizy przestrzennej (*geocomputation*), często zapożyczanych z różnych dziedzin wiedzy (Gaździcki, 2006).

Zastosowania wirtualnych globów w naukach przestrzennych

Geografia opisuje i wyjaśnia świat posługując się danymi przestrzennymi, zlokalizowanymi, a więc stanowiącymi zasadniczy komponent IIP oraz wirtualnych globów. Geografia od tysiącleci jest jedną z podstawowych nauk przestrzennych, integrującą zagadnienia społeczne i ekonomiczne z problematyką przyrodniczą. Dla potrzeb badań geograficznych, przez setki lat dane te zbierane były w bezpośrednich badaniach w terenie, a proces odkrywania był równoznaczny z procesem powiększania gmachu wiedzy geograficznej poprzez opis nowo poznawanych krain, obiektów oraz zjawisk. Jednakże z czasem geografowie coraz częściej odwoływali się do map – modeli świata rzeczywistego – które konstruowane były z danych zbieranych przez innych i przedstawiały znane już obiekty i zjawiska. Mapy są często łatwiejsze i dogodniejsze do interpretacji niż bezpośredni ogląd terenu, pozwalają też na odkrywanie nowych, nieznanych relacji, w skalach przestrzennych, w których bezpośrednio postrzeganie jest niemożliwe. W latach 50. XX wieku istotą geografii coraz wyraźniej stawało się opisywanie nieznanych relacji pomiędzy znanymi zjawiskami, w tym przede wszystkim relacji przestrzennych (Schaefer, 1953). Z czasem rolę map zaczęły przejmować bazy danych cyfrowych, których przetwarzanie umożliwiały coraz bardziej rozpowszechnione systemy informacji geograficznej.

Przykłady zastosowań wirtualnych globów

Znaczenie wirtualnych globów dla rozwoju nauki nie jest oczywiste i tylko pośrednio wynika z założeń firm je tworzących. Craglia i in. (2008) zauważają *chociaż wirtualne globy zdemokratyzowały dostęp do geograficznie zorganizowanej informacji, to ich rynkowa, konsumpcyjna orientacja oznacza, że mniej nastawiają się na problemy naukowe i zarządzanie. Nie pozwalają na zrozumienie stanu Ziemi, zmian w czasie, przyczyn zmian i relacji pomiędzy zjawiskami fizycznymi i działaniami człowieka*. Tym niemniej, elastyczność i otwarty charakter tych portali wyzwolił dużą ilość inicjatyw naukowych (Butler, 2006). W chwili obecnej można je zgrupować w dwie kategorie:

- udostępnianie globalnej społeczności naukowej wyników badań naukowych,
- badania oparte o zasoby danych obrazowych.

Stosunkowo najprostsze jest wskazanie przykładów z pierwszej grupy, z uwagi na ich dużą liczbę. Jednym z powodów jest łatwość zamieszczania przez użytkowników danych przestrzennych w *GoogleEarth* w coraz bardziej wyszukanej formie (Tiede, Lang, 2010). Wagę tego sposobu publikowania własnych wyników wskazano w czasopiśmie *Nature* niepełna w rok po ukazaniu się *GoogleEarth* (Butler, 2006). Wiele przykładów udostępniania danych polecanych jest przez *GoogleEarth* w zakładce *Global Awareness*. Jednym z ciekawszych z tej grupy jest opublikowany wcześniej w internecie atlas *One Planet Many People. Atlas of Our Changing Environment*. Przedstawia on typowe zmiany zachodzące w ostat-

Scientific Visualization Studio (5.0 FPS)

- ⊕ Agriculture
- ⊕ Atmosphere
- ⊕ Biosphere
- ⊕ Climate Indicators
- ⊕ Cryosphere
- ⊕ Human Dimensions
- ⊕ Hydrosphere
- ⊕ Land Surface
- ⊕ Oceans
- ⊖ **Solid Earth**
 - ⊖ Cumulative Earthquake Activity from 1980 through 1995
 - ... Background Image for Cumulative Earthquake Activity from 1980 through 1995 (WMS)
 - ... Cumulative Earthquake Activity from 1980 through 1995 (1024x512 Animation)
 - ... Mount St. Helens Before, During, and After (1024x1024 Animation)
 - ... Sulfur Dioxide from the Mount Pinatubo Volcanic Eruption, 1991 (1024x256 Animation)
 - ⊖ Tectonic Plates and Plate Boundaries
 - ... Background Image for Tectonic Plates and Plate Boundaries (WMS)
 - ... Background Image for Tectonic Plates and Plate Boundaries (WMS)
 - ... Tectonic Plate Boundaries (1024x512 Image)
 - ... Tectonic Plates (1024x512 Image)
 - ⊖ Volcano Activity from 1960 through 1995
 - ... Background Image for Volcano Activity from 1960 through 1995 (WMS)
 - ... Background Image for Volcano Activity from 1960 through 1995 (WMS)
 - ... Low Resolution (360x180 Animation)
 - ... Medium Resolution (720x360 Animation)
- ⊕ Spectral/Engineering
- ⊕ Sun-earth Interactions

Low Resolution (360x180 Animation)
 # Frames: 432
 This animation represents cumulative global volcanic activity over a 36-year span, from 1960 through 1995. Volcanoes occur near but not on tectonic plate boundaries. If a plate boundary is a convergent boundary, where one plate is subducting under another, then volcanoes occur on the top plate, over the area where rock from the subducting plate has melted, is rising, and has broken through to the surface. The Mt. St. Helens eruption is visible in this animation starting in March, 1980. Additional Credit: B>Please give credit for this item to:

⏪ ⏩ ⏮ ⏭ ⏯ ⏸ ⏹ ⏺ ⏻ ⏼ ⏽ ⏾ ⏿

Opacity

Downloading 1994-10Z (417/432)

Rysunek. Zakres informacji naukowych dostępny w *World Wind*; poglądowo rozwinięto jeden poziom legendy (*Solid Earth*)

nich kilkudziesięciu latach w różnych regionach Ziemi, które można zaobserwować za pomocą zdjęć satelitarnych. Obecnie, każdy omówiony w atlasie przykład można znaleźć i zwizualizować wraz ze zdjęciami satelitarnymi w *GoogleEarth* (UNEP, 2010). W podobny sposób *Joint Research Centre* – instytut badawczy Komisji Europejskiej – udostępnia europejską mapę lasów, a także wyniki analiz fragmentacji lasów Europy wykonane za pomocą oprogramowania GUIDOS (Forest Action, 2010). Bogaty zasób informacji zawiera wirtualny glob NASA, *World Wind*, w zakładce *Scientific Visualisation Studio* (rysunek).

Badania oparte o zasoby informacji obrazowej mają różny charakter. Np. Kozak i in. (2008) oraz Knorn i in. (2009) wykorzystali dane wysokorozdzielcze *GoogleEarth* do oceny dokładności wypracowanych algorytmów klasyfikacji obrazów satelitarnych Landsat – tak więc informacja obrazowa umożliwiła efektywną, szybszą i tańszą procedurę weryfikacji niż procedura zwykle stosowana, oparta o specjalnie kupowane zdjęcia o wysokiej rozdzielczości lub badania terenowe. Badania tego typu mogą iść jednak znacząco dalej. Przykładem ilustrującym tę tezę mogą być badania orientacji magnetycznej zwierząt, w których zwierzęta obserwowane były na zdjęciach wysokorozdzielczych dostępnych w *GoogleEarth* (Begall i in., 2008). Dane obrazowe posłużyły do ilościowych ocen, zamiast żmudnych badań terenowych lub tradycyjnie stosowanego wcześniej zamawiania i zakupu zdjęć. W tym kontekście warto wskazać dostępną od niedawna w *GoogleEarth* funkcję *Historical imagery*. To bardzo poręczne narzędzie do porównywania użytkowania danego wycinka powierzchni Ziemi w różnych momentach, pozwalające na badania zmian pokrycia terenu i użytkowania ziemi (Kocoń, 2011).

Czy jesteśmy na progu nowej epoki wielkich odkryć geograficznych?

IIP optymalizowane są pod kątem działań prowadzonych w skali państw i zorientowanych na pożytek publiczny. Wirtualne globy w dużym stopniu zorientowane są na zysk. Jakże natomiast powinny być wirtualne globy dla potrzeb nauki i co mogą one oferować? Jakże są korzyści z potencjalnej synergii wirtualnych globów i IIP – czy można łączyć zalety różnych podejść eliminując ich wady?

Dane na temat naszej planety, gromadzone w różny sposób dzięki coraz doskonalszym urządzeniom i magazynowane w bazach danych stanowią pierwszy krok na drodze do informacji i wiedzy (Longley i in., 2006). Są świetnym analogiem danych zbieranych od setek lat przez człowieka za pomocą jego zmysłów i gromadzonych w pamięci, czy też w bibliotekach. W przeciwieństwie do danych zmysłowych, są dostępne od razu szerokiej społeczności. Zasadniczą kwestią jest jednak to, że są zbierane w tempie przekraczającym akumulację danych w przeszłości, co więcej, bardzo często dotyczą aspektów rzeczywistości niedostępnych bezpośredniemu poznaniu zmysłowemu (np. dane obrazowe zbierane w podczerwieni, pomiary interferometryczne, laserowe, itp.).

Integracja IIP oraz wirtualnych światów umożliwiła udostępnienie tych olbrzymich, a równocześnie – co jest bardzo istotne – **ślabo poznanych zasobów danych** społeczności naukowej. Tu znowu właściwe jest odwołanie do przemówienia A. Gore'a z 1998 roku:

The hard part of taking advantage of this flood of geospatial information will be making sense of it. – turning raw data into understandable information. Today, we often find that we have more information than we know what to do with. (...) The Landsat satellite is capable of taking a complete photograph of the entire planet every two weeks, and it's been collec-

ting data for more than 20 years. In spite of the great need for that information, the vast majority of those images have never fired a single neuron in a single human brain. Instead, they are stored in electronic silos of data. (...) we have an insatiable hunger for knowledge. Yet a great deal of data remains unused.

Dane ‘zbierane’ stanowią więc potencjalnie nowy ‘świat nieodkryty’, ziemię nieznaną i czekającą na swoich odkrywców – ale nie w sensie odkrywania nowych łądów, ale nowych, nieznanych i nie opisanych wcześniej relacji. Warunkiem jest ich udostępnienie – np. poprzez wbudowanie ich w łatwo dostępne do analizy naukowej wirtualne globy. Może to dać naukom przestrzennym (geografii) taki sam impuls, jak opanowanie podstaw żeglugi dalekomorskiej w epoce wielkich odkryć geograficznych. W tym sensie jest to przejście od budowania wiedzy nie w oparciu o świat bezpośrednio postrzegany, ale w oparciu o świat wirtualny, zbudowany z danych zbieranych w świecie rzeczywistym przez różnorodne urządzenia techniczne, bez pośrednictwa zmysłów człowieka. W celu właściwego wykorzystania tych zasobów danych niezbędne będą odpowiednie technologie geowizualizacji oraz techniki analizy.

Jaki wyłania się z tego przyszły wirtualny glob dla nauk przestrzennych? Czy jest zgodny z postulatami sformułowanymi przez Craglia i in. (2008)? Wydaje się, że postulaty dotyczące łatwości przetwarzania danych i ‘kreatywności’ wizualizacyjnej wirtualnych globów nie budzą zastrzeżeń. Również podział wirtualnych globów pod kątem adresatów ma sens, jakkolwiek należałoby tu mówić raczej o odbiorcach zaawansowanych (naukowcy, decydenci), średnio zaawansowanych (obywatele) i początkujących (dzieci, młodzież). Jednakże postulat ten staje się problematyczny, szczególnie z punktu widzenia nauki, w połączeniu z proponowanym podziałem tematycznym wirtualnych globów (nawet przy założeniu interakcji pomiędzy tematami określonymi w postulacie 2). Nie wiadomo, kto miałby decydować o podziale i grupowaniu danych oraz ich przydatności w określonych badaniach naukowych lub przy podejmowaniu decyzji. Wysiłek definiowania wirtualnych globów pod kątem adresatów również raczej nie uzasadnia wątpliwych korzyści płynących z porządkowania świata ‘a priori’; tym bardziej, że indywidualizacja wirtualnych globów może być prowadzona na poziomie użytkownika i sprowadzać się do prostej manipulacji warstwami lub funkcjonalnością.

Po co więc ograniczać coś, co z natury powinno rozwijać się w sposób nieskrępowany? Próba porządkowania, charakterystyczna i w dużym stopniu uzasadniona z punktu widzenia IIP, jest chyba nieracjonalna z punktu widzenia idei *Digital Earth*. Prowadziłaby do wykluczenia być może istotnych aspektów rzeczywistości (np. danych trudno mierzalnych), tymczasem odbiorcą tych danych będzie użytkownik świadomy, zdający sobie najczęściej sprawę z problemu ich jakości. Tematyczne grupowanie utrudniałoby także łączenie danych z różnych dziedzin w innowacyjny sposób, który mógłby prowadzić do nieoczekiwanych odkryć.

Wysiłek powinien pójść w kierunku zapewnienia narzędzi dostępu i analizy – natomiast nie w kierunku wstępnej selekcji, standaryzacji i porządkowania danych – a więc nieco inaczej niż zakłada to koncepcja IIP. Streścić to można w ten sposób: mniej ważne jest jakie są dane, ważne jest, w jaki sposób są one udostępnione. W sytuacji zalewu danych narzędzia pozwalające na ich używanie są ważniejsze niż porządkowanie danych – bo działania porządkujące chyba i tak nie nadążą za rosnącą podażą danych. Poza tym – w ten sposób z góry wyklucza się dane o potencjalnie niższej jakości, takie jak dane VGI, co daje dość złudne poczucie bezpieczeństwa co do jakości danych, ale niesie negatywne konsekwencje pomijania istotnych informacji. Szczególnie dla geografii człowieka istotne mogą być bowiem także informacje niepewne.

Hudson i Crooks (2008) w kontekście wirtualnych globów odwołują się wręcz do wizji Gelerntera: *Through digital earth systems, the GeoWeb can be seen as the foundation for something all together more powerful, a digital earth that mimics the real world, created by users at large via Web 2.0 – Gelernter's vision of a Mirror World. Indeed although technology is moving at an ever increasing pace we are but at the beginning of a revolution in place and space. These new tools and techniques to communicate and visualise are providing a digital sandpit for geographers, GI specialists and the Neogeographer.* Być może, wejście do takiego lustrzanego świata będzie inne niż standardowy interfejs komputerowy, nawiązując do złożonych systemów wizualizacji 3D, testowanych już w naukach o Ziemi (Hodza, 2009).

W ten sposób wirtualne globy przyszłości stanowić mogą dla przedstawicieli nauk przestrzennych XXI wieku nowy ład do odkrywania, *terra incognita*, a więc wielką szansę odnowy i bodziec dla rozwoju. Wydaje się, że istotnym warunkiem sukcesu jest swobodne, a nawet spontaniczne kształtowanie wirtualnych globów.

Literatura

- Batty M., 1997: Virtual Geography. *Futures* 29, 337-352.
- Begall S., Cerveny J., Neef J., Vojtech O., Burda H., 2008: Magnetic alignment in grazing and resting cattle and deer. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105, 13451–13455.
- Boyd D., 2009: Remote sensing in physical geography: a twenty-first century perspective. *Progress in Physical Geography* 33, 451-456.
- Butler D., 2006: Mashups mix data into global service. *Nature* 435, 6-7.
- Crampton J.W., 2009: Cartography: maps 2.0. *Progress in Human Geography* 33, 91-100.
- Craglia M., Goodchild M.F., Annoni A., Camara G., Gould M., Kuhn W., Mark D., Masser I., Maguire D., Liang S., Parsons E., 2008: Next-Generation Digital Earth. *International Journal of Spatial Data Infrastructures Research* 3, 146-167.
- Farr T.G., Rosen P. A., Caro E., Crippen R., Duren R., Hensley S., Kobrick M., Paller M., Rodriguez E., Roth L., Seal D., Shaffer S., Shimada J., Umland J., Werner M., Oskin M., Burbank D., Alsdorf D., 2007: The Shuttle Radar Topography Mission. *Review of Geophysics* 45.
- Foresman T.W., 2008: Evolution and implementation of the Digital Earth vision, technology and society. *International Journal of Digital Earth* 1, 4-16.
- Forest Action, 2010: Pattern products.
<http://forest.jrc.ec.europa.eu/forest-pattern/pattern-products>
- Gaździcki J., 2003: Kompendium infrastruktur danych przestrzennych. Część I skróconej wersji polskiej podręcznika Developing Spatial Data Infrastructures: The SDI Cookbook. *Magazyn Geoinformacyjny Geodeta*, nr 2-5.
- Gaździcki J., 2006: Zakres tematyczny dziedziny geoinformacji jako nauki i technologii. *Roczniki Geomatyki* t. 4, z. 2, 15-27, PTIP Warszawa.
- Goodchild M.F., 2007: Citizens as sensors: the world of volunteered geography. *GeoJournal* 69, 211–221.
- Gore A., 1998: The Digital Earth: Understanding our planet in the 21st Century. California Science Center, Los Angeles, USA. http://www.isde5.org/al_gore_speech.htm
- Grossner K.E., Goodchild M.F., Clarke K.C., 2008: Defining a Digital Earth System. *Transactions in GIS* 12, 145-160.
- Hartwell P., Williams R. S., 2010: HP CeNSE: Sensor Networks and the Pulse of the Planet. Prezentacja dostępna na <http://www.slideshare.net/hewlettpackard/hp-cense-sensor-networks-and-the-pulse-of-the-planet>.
- Harvey F., 2009: More than Names - Digital Earth and/or Virtual Globes? *International Journal of Spatial Data Infrastructures Research* 4, 111-116.
- Hodza P., 2009: Evaluating User Experience of Experiential GIS. *Transaction in GIS* 13, 503-525.

- Hudson-Smith A., Crooks A., 2008: The Renaissance of Geographic Information: Neogeography, Gaming and Second Life. University College London Working Paper 142. www.casa.ucl.ac.uk
- IBM, 2010: A Smarter Planet. Overview: Welcome to the decade of smart. <http://www.ibm.com/smarterplanet/us/en/overview/ideas/index.html?re=spf>
- Knorn J., Rabe A., Radeloff V. C., Kuemmerle T., Kozak J., Hostert P., 2009: Land cover mapping of large areas using chain classification of neighboring Landsat satellite images. *Remote Sensing of Environment* 113, 957-964.
- Kocoń A., 2011: Land use change detection in urban areas with Google Earth historical imagery: case study of Kinsealy-Drinan and Swords, Ireland. Praca dyplomowa w ramach studiów podyplomowych UNIGIS, Kraków.
- Kozak J., Estreguil C., Ostapowicz K., 2008: European forest cover mapping with high resolution satellite data: The Carpathians case study. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 10, 44-55.
- Kozak J., 2004: Globalne cyfrowe modele wysokości – stan obecny i perspektywy. *Teledetekcja środowiska* 33, 119-124.
- Kraak M.-J., 2007: Geovisualization and Visual Analytics. *Cartographica* 42, 115-116.
- Liu X., 2008: Airborne LiDAR for DEM generation: some critical issues. *Progress in Physical Geography* 32, 31-49.
- Longley P.A., Goodchild M.F., Maguire D.J., Rhind D.W., 2006: GIS. Teoria i praktyka. Wydawnictwa Naukowe PWN, Warszawa, 520 ss.
- MacManus R., 2010a: The Coming Data Explosion. Blog Read Write Web, http://www.readwriteweb.com/archives/the_coming_data_explosion.php
- MacManus R., 2010b: Towards a Trillion Nodes: Crossbow Sensors. Blog Read Write Web, http://www.readwriteweb.com/archives/towards_a_trillion_nodes_crossbow_sensors.php
- Orlińska J., 2010: Beneficial impact of INSPIRE Directive on national legislation: the case of Poland. *Annals of Geomatics* vol. 8, no 2, 11-22, PTIP Warszawa.
- Schaefer F.K., 1953: Exceptionalism in Geography: A Methodological Examination. *Annals of the Association of American Geographers* 43, 226-249.
- Smith M.J., Pain C. F., 2009: Applications of remote sensing in geomorphology. *Progress in Physical Geography* 33, 568-582.
- Strobl J., 2009: GIScience and Technology – where next? Geospatial World, http://www.geospatialworld.net/index.php?option=com_content&view=article&id=13886%3Aagi-science-and-technology-where-next&catid=83%3Atechnology-gis
- Tiede D., Lang S., 2010: Analytical 3D views and virtual globes – scientific results in a familiar spatial context. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 65, 300-307.
- Tucker C.J., Grant D.M., Dykstra J.D., 2004: NASA's global orthorectified Landsat data set. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 70, 313-322.
- UNEP, 2010: Atlas of Our Changing Environment – Google Earth overview. <http://na.unep.net/atlas/googleEarth.php>
- Wood M., 2003: Some Personal Reflections on Change... The Past and Future of Cartography. *The Cartographic Journal* 40, 111-115.

Abstract

The Digital Earth Initiative, presented in 1998 by the Vice President of the United States of America, Albert Gore, has developed in 10 years in a manner that went beyond the original ambitious goals. The rapid advance of the Internet technology, the emergence of virtual globes in the first half of the decade, the unprecedented scale of contemporary environmental data acquisition with remote sensing, and finally the development of mobile technology has completely changed the context of the Digital Earth's concept. For several years it has also been clear that the technological advances shape in a similar way spatial data infrastructures being built in an increasing number of countries. Near future may thus demonstrate the convergence of virtual globes and spatial information infrastructures into one global geospatial system.

The aim of this paper is to look to the future and the idea of Digital Earth technology in light of these developments, primarily in terms of the natural and social sciences. In our view, this involves reflections on the progress of virtual globes and infrastructures for spatial information that change the relationship between human beings – as cognizant subjects – and space, the object of their cognition. Reflection on these issues at this stage is therefore very relevant. We hope this paper contributes to the assessment of what the future brings, as well as assists future development in desired directions.

Francis Harvey, Associate Professor
francis.harvey@gmail.com

dr hab. Jacek Kozak
jkozak@gis.geo.uj.edu.pl