

Józef Jachimski
Władysław Mierzwa

Możliwości rozpowszechniania metod fotogrametrycznych, teledetekcyjnych i GIS poprzez szkolenie młodzieży ^{*)}

Wprowadzenie

Podstawowy kontekst, w którym prowadzone było dotychczas kształcenie w zakresie fotogrametrii, teledetekcji i GIS, w związku z powszechnym dostępem i wykorzystaniem komputerów, rozwojem technologii przesyłania informacji i coraz powszechniejszym wykorzystywaniem obrazów cyfrowych, uległ w ostatnich latach bardzo istotnej zmianie. Dotychczas te trzy dyscypliny na większości uniwersytetów traktowane były oddzielnie, jako niezależne przedmioty, specjalizacje czy kierunki studiów. Obecnie stają się jednymi z podstawowych narzędzi wykorzystywanych w wielu innych dyscyplinach przy prowadzeniu badań, zarządzaniu czy organizacji różnych instytucji i przedsięwzięć. Skoro społeczeństwo globalne kontynuuje swoje przejście od analfabetyzmu w zakresie wykorzystania informacji geo-przestrzennych do uzależnienia się od tych informacji, postawiło to nowe, poważne wyzwania przed instytucjami zajmującymi się nauczaniem, aby zapewnić właściwą edukację i szkolenie w tych nowych warunkach. Tradycyjne programy i przedmioty nauczania oraz programy badawcze nie spełniają wymagań przyszłości [Lillesand T. i inni, 2000]. Obserwuje się wzajemną integrację tych trzech dyscyplin, innych działów geodezji i kartografii oraz ich ścisłe powiązanie z nowoczesnymi technologiami informacyjno-komunikacyjnymi. Zewnętrznym przejawem tych zmian jest widoczna szeroko w świecie następująca zmiana nazw tych instytucji na np.: geoinformatyka lub geomatyka, inżynieria geomatyczna itp. [Ayeni O., 2000].

Popularyzacja wiedzy o metodach fotogrametrycznych, teledetekcyjnych i GIS jest jednym z aspektów tworzenia społeczeństwa informatycznego. Powinna być adresowana do szerokiego grona odbiorców produktów uzyskanych tymi metodami oraz, przede wszystkim, do młodzieży. Następujące zmiany w metodyce nauczania: nauczanie wspomagane komputerowo (CAT/CAL), nauczanie na odległość (ang. distance learning), rozwój uniwersytetów otwartych (ang. open university education), sprawiają że dostęp nawet do specjalistycznej wiedzy stał się łatwy.

O wadze tej problematyki i docenieniu jej przez społeczeństwo międzynarodowe świadczy między innymi powołanie przez Międzynarodowe Towarzystwo Fotogrametrii i Teledetekcji na ostatnim kongresie w Amsterdamie w ramach komisji VI – Edukacja i komunikowanie się, grup roboczych: edukacja i szkolenie, nauczanie wspomagane komputerowo, współpraca międzynarodowa i transfer technologii oraz zasoby internetowe i nauczanie na odległość.

Cyfrowe obrazy stały się obecnie powszechnie dostępne. Oferowany jest szeroki wybór kamer cyfrowych od amatorskich (matryca 1Mb) już za przystępną cenę, do w pełni profesjonalnych o matrycy 16Mb. Skanowanie zdjęć nie jest już specjalistyczną usługą. Wiele obrazów cyfrowych dostępnych jest na stronach WWW przez Internet. Przesyłanie obrazów cyfrowych pocztą elektroniczną stało się codziennością. Programy do przetwarzania obrazów

^{*)} Opracowano w ramach badań statutowych w 2000r. Temat nr 106/11.11.150.459/00

cyfrowych również nie zaliczają się już do programów specjalistycznych, a są łatwo dostępne. Wszystko to powoduje, że wiedza o pozyskiwaniu, przetwarzaniu i interpretacji obrazów cyfrowych, czyli bierna wiedza o elementach geoinformatyki obrazowej, zaczyna zaliczać się do wiedzy podstawowej. Jednakże jeśli zamierza się przeprowadzić nieco bardziej złożoną interpretację treści zdjęcia, powiązać wyniki z mapą, utworzyć bazę danych przestrzenno-opisowych czy też stworzyć wirtualną rzeczywistość 3D, to do tego potrzebna jest już większa wiedza. Zależnie od złożoności zamierzonego przetwarzania informacji potrzebna już jest czynna znajomość geoinformatyki obrazowej na poziomie amatorskim, lub nawet profesjonalnym.

Zmiany w metodyce nauczania teledetekcji, fotogrametrii analitycznej i cyfrowej oraz GIS.

Zdając sobie sprawę z zachodzących zmian w wielu ośrodkach na świecie przystępuje się do zasadniczej zmiany nauczania fotogrametrii, teledetekcji i GIS zarówno co do treści jak i stosowanych metod.

Na Uniwersytecie w Wisconsin-Madison (USA) w Instytucie Studiów Środowiskowych wprowadzono następujące zmiany [Lillesand T. i inni, 2000]:

- zaoferowano wprowadzający kurs z zakresu informacji geo-przestrzennej w 5-cio tygodniowych modułach zamiast tradycyjnego semestralnego - 15 tygodniowego,
- utworzono opcję dyplomu zawodowego, nie wymagającego opracowania pracy dyplomowej w celu uzyskania stopnia magistra w zakresie teledetekcji i zarządzania danymi przestrzennymi (uzupełnia to tradycyjnie oferowaną opcję uzyskania dyplomu opartą na przeprowadzonych badaniach),
- wprowadzono kierunek zorientowany na zastosowania praktyczne i komercyjne, który uzupełnia historycznie „akademicki” program badań i rozwoju,
- przystąpiono do inter-instytucjonalnego konsorcjum uniwersytetów ukierunkowanego na rozszerzenie technologii teledetekcyjnych systemów obserwacji Ziemi (ang. Earth Observation Systems - EOS) do rozwiązywania problemów w skali regionalnej.

Nowe podejście wymusiło wielowątkowe zmiany począwszy od: programów nauczania, układu przedmiotów, programów badań, działalności związanej z transferem technologii aż do zmian organizacyjnych i finansowych.

Wzrastające zainteresowanie teledetekcją oraz fotogrametrią cyfrową i jej zastosowaniami dotyczącymi analizy terenu i dziedzictwa kulturalnego wymaga większego rozpowszechnienia technik cyfrowego przetwarzania obrazów zarówno na poziomie zawodowym jak i edukacyjnym. Na Politechnice w Turynie we współpracy z firmą Nikon INSTRUMENTS [Albery E., i inni, 2000] opracowano zestaw do nauczania wraz z odpowiednimi ćwiczeniami. Celem opracowania zestawu do nauczania było stworzenia interaktywnego przewodnika, który będzie zawierał zarówno informacje teoretyczne jak i praktyczne (operacyjne) związane z przetwarzaniem cyfrowych obrazów fotogrametrycznych. Adresowany jest on zwłaszcza do nowych użytkowników: studentów, nauczycieli, operatorów instrumentów fotogrametrycznych, menażerów itp. Zastosowano nowe podejście w nauczaniu: nie dzielenie wiedzy na teorię i praktykę a ciągła interakcja pomiędzy nimi. Nauczanie oparto na wykorzystaniu tanich fotogrametrycznych systemów cyfrowych zainstalowanych na platformach PC, oprogramowanych w języku HTML i w związku z tym możliwych do zaimplementowania przez Internet. Opracowany zestaw daje duże możliwości współpracy techniczno-kulturalnej z krajami rozwijającymi się, gdyż promuje tanią

technologię, która może być wykorzystana przez niewykształconych pracowników i dostarcza instrukcji jak poprawnie pracować na tych przyrządach.

Opracowany zestaw ma strukturę modułową. Każdy moduł obejmuje zagadnienie opanowywane na trzech poziomach:

- A) poziom praktyczno-operacyjny - ukierunkowuje użytkowników na pracę na instrumencie i obsługę oprogramowania koniecznego na każdym poziomie operacyjnym,
- B) poziom podstaw teoretycznych - wprowadza ogólne podstawy teoretyczne związane z zastosowaną procedurą fotogrametryczną oraz zawiera uzasadnienia i komentarze do wyników uzyskanych na poziomie A
- C) poziom studiów pogłębionych - obejmuje pełne omówienie zagadnienia, użytkownik wprowadzany jest w szczegóły rozwiązania problemu (algorytm) . Podane są również pewne informacje dotyczące postępu teoretycznego i praktycznego. Użytkownik może mieć różny poziom przygotowania, jednakże uzyskuje pełną wiedzę związaną z zagadnieniem nad którym pracuje.

Struktura hierarchiczna, zorganizowana na różnych poziomach, pozwala korzystać z zestawu nauczającego dla wielu różnych celów. Jest ona przydatna zarówno do wstępnego zaznajomienia się z zagadnieniami fotogrametrycznymi jak i wykształcenia operatorów systemów fotogrametrii cyfrowej, doksztalceniu pracujących operatorów, programistów czy menażerów.

Na Uniwersytecie w Wageningen (Holandia) prowadzony jest wieloletni projekt o nazwie WALIS (Wageningen Advanced Learning Space) związany z nauczaniem na odległość. W ramach tego projektu opracowano szereg programów kursów. Ważnym okazała się takie zorganizowanie danych aby była możliwość ich wielokrotnego i równoczesnego wykorzystania. W związku z tym powinny być one pamiętane w niewielkich, rozpoznawalnych partiach w miejscu centralnym oraz opisane za pomocą metadanych zapamiętanych w bazie danych. Jako najlepszy środek do udostępnienia poszczególnych kursów uznano przeszukiwarkę internetową. Przeszukiwarki są obecnie dostępne bezpłatnie i instalowane na każdym komputerze klasy PC. Jednakże należy mieć świadomość, że studentów może często nie być stać na zakup drogich licencjonowanych programów związanych z GIS i przetwarzaniem obrazów. Dla każdego kursu podawana jest lista programów, które są niezbędne. Niektóre kursy są dostępne tylko przez sieć intranetową uniwersytetu. Program zapewnia możliwość odpowiedniej interakcji pomiędzy studentem a nauczycielem oraz pomiędzy studentami.

Duże doświadczenie w nauczaniu wspomagany komputerem i nauczaniu na odległość teledetekcji i przetwarzania obrazów ma Uniwersytet w Aalborg (Dania) [Höhle J., 2000]. Do komunikacji pomiędzy nauczycielem i studentem wykorzystywany jest internet i system konferencyjny. Opracowany system umożliwia: interaktywną komunikację z użytkownikiem, tworzenie dynamicznych obrazów i wykresów, dołączenie pytań i zadań, podanie rozwiązań, możliwość symulacji i eksperymentowania. Opracowany system obejmujący kilka przedmiotów adresowany jest do studentów oraz do osób pracujących zawodowo, które pragną poszerzyć i zaktualizować swoją wiedzę.

Unowocześnienie nauczania fotogrametrii analitycznej stanowi istotne zagadnienie, gdyż często używane programy stanowią dla korzystających „czarną skrzynkę” uniemożliwiającą zrozumienie rozwiązywanego problemu, prześledzenie kolejnych etapów obliczeń i przeanalizowanie wyników pośrednich.

Rozwiązanie warte rozpropagowania proponują [Cardenal J., i inni , 2000] z Uniwersytetu w Jaén (Hiszpania). Podają oni jak wybrane modele matematyczne wykorzystywane w fotogrametrii analitycznej mogą być przedstawione studentom w łatwej i zwartej formie. Do obliczeń wykorzystano arkusz kalkulacyjny i pokazano rozwiązanie trzech podstawowych zadań : obliczenie elementów orientacji wzajemnej, bezwzględnej i współrzędnych przestrzennych punktów wyznaczanych, obliczenie elementów orientacji wewnętrznej kamery (kalibracja kamery) metodą linii pionów, oraz obliczenie bezpośredniej transformacji liniowej (DLT).

Wykorzystanie do obliczeń arkuszy kalkulacyjnych pozwala studentom przeanalizować układ równań oraz prześledzić jak modyfikowane są współczynniki w kolejnych iteracjach. Arkusze kalkulacyjne posiadają szybkie i wydajne możliwości obliczeniowe (procedury algebry macierzy) , możliwości przejrzystego prezentowania wyników i zachodzących procesów (zarówno w postaci numerycznej jak i graficznej). Równania mogą być zapisane za pomocą edytora wzorów a rozwiązanie jest łatwe do uzyskania korzystając z języka makro dowolnego z komercyjnych pakietów arkuszy kalkulacyjnych (np. COREL Quattro Pro lub Microsoft Excel, używając odpowiednio Perfect Script lub Visual Basic jako języków makro).

Dotychczas nie doceniano w procesie kształcenia młodzieży potrzeby „wtajemniczenia kartograficznego” jako środka umożliwiającego określenia relacji człowieka z przestrzenią geograficzną z jednej strony oraz nowoczesną technologią. W Brazylii [Soares M., i inni, 2000] opracowano specjalny program i podręcznik do tego celu. Ze względu na brak odpowiednich dydaktycznych materiałów kartograficznych oparto się głównie na produktach teledetekcyjnych (zdjęcia lotnicze i obrazy satelitarne). Opracowany podręcznik składa się z dwóch części. Pierwsza dotycząca wprowadzeniu do kartografii obejmuje: główne etapy sporządzania map, obserwację, selekcję i reprezentację wybranych zjawisk, język graficzny map. Druga część poświęcona jest głównie procesowi interpretacji produktów kartograficznych w tym zdjęć lotniczych i obrazów satelitarnych.

Umiejętność korzystania z kompleksowych danych zawartych w bazach danych GIS, w tym w wielospektralnych obrazach satelitarnych i lotniczych, przy podejmowaniu decyzji administracyjnych, gospodarczych, związanych z ochroną środowiska i pamiątek kultury lub nawet turystyką, już dzisiaj w wielu miejscach na świecie daje olbrzymie korzyści. Rozwijany i intensywnie wdrażany jest system wspomaganie decyzji (DSS – Decision Support System) oparty o bogate informacje wielobranżowe. Aby przyspieszyć i zintensyfikować wykorzystywanie danych teledetekcyjnych i GIS organizuje się stacjonarne i zdalne szkolenia dla potencjalnych dorosłych użytkowników, podczas gdy nadal mało uwagi poświęca się przygotowaniu młodzieży szkolnej do korzystania z nowych bogatych źródeł informacji. W USA Uniwersytet w Connecticut od dziesięciu lat zaangażowany jest w opracowanie, wdrażanie i doskonalenie systemów wspomaganie decyzji.

Projekty pilotażowe odnoszą się do ochrony przyrody, szczególnie w aspekcie optymalizowania problematyki gospodarki wodnej przy planowaniu rozwoju małych wsi i aglomeracji miejskich, a także przy regionalnym planowaniu przestrzennym [Arnold 2000]. Jednym z istotnych elementów prac wdrożeniowych jest szkolenie prowadzone w reżimie stacjonarnym i zdalnym. Przygotowuje ono dorosłych decydentów do wykorzystywania danych teledetekcyjnych i GIS w ich pracach. Zwraca się jednak uwagę na fakt, że zatwierdzenie wielu decyzji dotyczących przestrzennego zagospodarowania kraju wykonywane jest przez niefachowe zespoły społeczno- polityczne, które zechcą uwzględnić przesłanki pochodzące z teledetekcji i GIS jedynie wtedy, gdy będą one dla nich zrozumiałe i wiarygodne. Po latach badań naukowcy amerykańscy dochodzą więc do wniosku, że nie

wystarczy przygotować wybrana kadre do wykorzystywania danych teledetekcyjnych i GIS. Dla rzeczywistego sukcesu DSS niezbędna jest szeroka społeczna akceptacja tej metody, oparta na uwiarygodnieniu danych teledetekcyjnych i GIS. Wiarygodne jest to co nie jest nam obce. A więc nie wystarczy stale podnosić jakość obrazów satelitarnych i kompletność baz danych GIS, nie wystarczy wstępne przetwarzanie danych w celu łatwiejszego ich wykorzystania. Koniecznie trzeba natychmiast spopularyzować proponowany system, zaczynając najlepiej od chłonnej na nowinki młodzieży szkolnej.

Ciekawym przykładem programu umożliwiającego nauczanie na odległość fotogrametrii architektonicznej jest ARPENTEUR opracowany na Politechnice w Strasburgu [Grussenmeyer P. i inni, 2000]. Dostęp do programu poprzez Internet jest bezpłatny. Jest to program napisany w języku Java, niezależny od platformy komputerowej i dostępny jako applet przez przeszukiwarkę internetową (np. Netscape Communicator). W celu zorientowania zdjęć stosowane są różne procedury. Mogą być wykorzystane zdjęcia wykonane różnymi kamerami, np.: ze znaczkami tłowymi, z siatką krzyży reseau, niometrycznymi lub cyfrowymi. Pomiar na zdjęciach może odbywać się ręcznie lub półautomatycznie. Dostępne są również przykłady z różnych wykonanych projektów wykorzystujące zdjęcia małoobrazkowe i średnio-formatowe.

Materiały fotogrametryczne i teledetekcyjne – obrazy lotnicze i wielospektralne zobrazowania satelitarne są już stosowane w codziennej praktyce gospodarczej i administracyjnej w rozwiniętych krajach na świecie. Materiały te wykorzystują nawet osoby nie będące specjalistami w dziedzinie fotogrametrii, teledetekcji lub GIS. Materiały te również w Polsce zjednują sobie użytkowników. Dzieje się to jednak z oporami typu administracyjnego, a także spowalniane jest słabą informacją na temat korzyści jakie można osiągać wykorzystując zobrazowania lotnicze i satelitarne.

Działania podjęte w Polsce

Polskie Towarzystwo Fotogrametrii i Teledetekcji wystąpiło już przed dwoma laty z inicjatywą wzmoczenia, w dobie budowy społeczeństwa informacyjnego, działań popularyzujących w całym społeczeństwie możliwości oraz zalety fotogrametrii i teledetekcji, aby poprzez oddolne zwiększenie zapotrzebowania wymusić przyspieszenie odpowiednich prac legislacyjnych i organizacyjnych na wysokich szczeblach.

Dotychczasowe doświadczenia dotyczące kształcenia pracowników administracji w zakresie wykorzystywania obrazów w ich pracy pozwoliły nam uzmysłwić sobie trudności z jakimi należy się liczyć przy kształceniu ludzi dorosłych (w latach 1997-98 prowadziliśmy kursy z obrazowej geoinformatyki w ramach europejskiego programu PHARE). Dlatego zdecydowaliśmy się rozpocząć działalność w środowisku najłatwiej przyjmującym nowinki techniczne, a mianowicie w środowisku młodzieży szkolnej.

Zakład Fotogrametrii i Informatyki Teledetekcyjnej AGH podjął w roku 2000 prace nad zorganizowaniem doświadczalnych kursów szkoleniowych w jednym z krakowskich gimnazjów, celem przebadania uwarunkowań percepcji treści obrazów lotniczych i satelitarnych przez uczniów, oraz celem określenia najbardziej efektywnych metod kształcenia na tym poziomie. Z zadowoleniem stwierdzamy, że w ślady Zakładu Fotogrametrii i Informatyki Teledetekcyjnej AGH poszedł Instytut Fotogrametrii i Kartografii Politechniki Warszawskiej, który przygotowuje się właśnie do rozpoczęcia analogicznych kursów w jednym z warszawskich gimnazjów. Spodziewamy się zweryfikować w czasie

kilku lat założenie, że przekazywanie podstawowej wiedzy o wykorzystaniu obrazów lotniczych i satelitarnych na poziomie szkolnym jest skuteczniejsze niż prowadzenie kursów dla dorosłych. Czyli, że z punktu widzenia społecznych kosztów, korzystnie jest prowadzić edukację w zakresie biernego użytkowania informatyki obrazowej już dla młodzieży szkolnej.

Dotychczasowe szkolenie, prowadzone w Gimnazjum nr 1 w Krakowie, obejmuje grupę kilkunastu chłopców i dziewcząt, którzy zdecydowali się brać udział w fakultatywnych zajęciach z geoinformatyki obrazowej. Zajęcia odbywają się co tydzień w laboratoriach AGH, lub pomieszczeniach szkolnych. Każde zajęcia trwają dwie godziny lekcyjne. Nauczanie prowadzi geodeta, mgr inż. Wojciech Zaborski.

Lekcje obejmują ćwiczenia praktyczne na materiałach szkoleniowych AGH, oraz niezbędne informacje teoretyczne. Dotychczas uczniowie zapoznali się z zadaniami oraz środkami jakimi dysponuje fotogrametria i teledetekcja dla dostarczania aktualnych geoprzestrzennych informacji dla różnorodnych potrzeb. Nauczyli się też odczytywać treść zdjęć i konfrontować obraz z terenem. Umieją określić skalę zdjęcia lotniczego i wysokość lotu samolotu z której zdjęcie zostało wykonane. Ćwiczenia ze stereoskopii prowadzono na odbitkach stykowych zdjęć, oraz na obrazach wizualizowanych na ekranie monitora komputerowego. Stosując opracowany w AGH pakiet programów fotogrametrycznej stacji cyfrowej VSD, uczniowie opanowali sztukę komputerowego konturowania (wektoryzacji) treści obrazów. Wektoryzację wykonywano na obrazach 2D i stereoskopowo na obrazach 3D. W dalszej części kursu przewiduje się klasyfikację treści obrazów wielospektralnych, łączenie map obrazowych z mapami wektorowymi, oraz wycieczki w czasie których konfrontowana będzie treść zdjęć z mapą i z terenem.

Na podstawie dotychczasowych kilkumiesięcznych doświadczeń stwierdzamy, że trwalsze zainteresowanie budzą geoprzestrzenne metody obrazowe wśród chłopców niż wśród dziewczynek w wieku gimnazjalnym.

W przyszłości zespół nasz ma zamiar kontynuować zajęcia w gimnazjum. Chcemy jednak również nawiązać współpracę z harcerstwem. Wydaje się, że młodzież mogła by być zainteresowana zdobywaniem dodatkowych sprawności w zakresie obrazowej informatyki geoprzestrzennej, szczególnie teraz, w dobie budowania społeczeństwa informacyjnego, ale też w dobie, gdy osiągalne stają się obrazy satelitarne o rozdzielczości jednego metra. Wielość dostępnych zobrazowań podnosi atrakcyjność metody, a także daje nadzieję na realne stosowanie obrazów lotniczych i zobrazowań satelitarnych, nie tylko w harcerskich zabawach, ale również w przyszłym dorosłym życiu zawodowym harcerzy.

Zresztą nie tylko obrazy lotnicze i satelitarne będą przedmiotem naszej młodzieżowej oferty geoinformatycznej. Mamy zamiar zachęcić harcerzy do wykonywania fotogrametrycznej dokumentacji obiektów zabytkowych. Jest wiele takich obiektów, które dopiero stają się zabytkami, lub też mają zbyt niską klasę historyczną, aby znaleźć się na oficjalnych listach. Przy obecnym stanie techniki geoinformatycznej wystarcza amatorski aparat fotograficzny, lub aparat cyfrowy, oraz pewna wiedza, niezbyt trudna do nabycia, aby pozyskiwać wartościowe materiały pomiarowe, aby gromadzić dokumentację obiektów mających wartość regionalną lub lokalną. Z czasem takie materiały stają się materiałami stanowiącymi historyczną dokumentację miejsc i zjawisk. Ten rodzaj geoinformatycznej działalności na usługach ochrony zabytków może stać się również interesującą dziedziną dla zdobywania sprawności harcerskich.

Badania nad optymalnym systemem wdrażania społeczeństwa do stosowania „na co dzień” informacji zawartych w obrazach lotniczych i satelitarnych, ze szczególnym uwzględnieniem potrzeb ochrony środowiska, wspierane są finansowo przez polonijną fundację Alfreda Jurzykowskiego z USA. Tak więc finansowanie tych badań odbywa się zarówno w AGH, jak i w Politechnice Warszawskiej, częściowo z funduszy Fundacji, a częściowo w ramach prac statutowych tych Uczelni.

Zdajemy sobie sprawę z tego, że prace badawcze nad optymalizacją metod wdrażania nowoczesnej geoinformatyki obrazowej do praktyki budowanego właśnie społeczeństwa informacyjnego muszą być zaplanowane co najmniej na kilka lat. Podejmując ten temat wierzymy, że nasze wysiłki nie pójdą na marne. Dodatkowo mobilizuje nas fakt, że Polskie Towarzystwo Fotogrametrii i Teledetekcji silnie popiera nasze działania, a także fakt, że również w Politechnice Warszawskiej realizowane są podobne zamierzenia.

Literatura:

- Albery E., Lingua A., Maschio P. - Learning kit and tutorials for the diffusion of the digital photogrammetry. International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing. Vol. XXXIII, Part B6, Amsterdam 2000.
- Arnold CL 2000, Civko DL, Prisløe MP, Hurd JD, Stocker JW. “Remote-Sensing-Enhanced Outreach Education as a Decision Support System for Local Land Use Officials”, PE&RS, Vol.66, Nr 10, October 2000, pp. 1251-1260.
- Ayeni O. - Curriculum restructuring in geomatics education: a systems approach. International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing. Vol. XXXIII, Part B6, Amsterdam 2000.
- Cardenal J., Delgado J., Torres M., - On the use of spreadsheets for teaching analytical photogrammetry. International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing. Vol. XXXIII, Part B6, Amsterdam 2000.
- Grussenmeyer P., Drap P., - Teaching architectural photogrammetry on the WEB with ARPENTEUR. International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing. Vol. XXXIII, Part B6, Amsterdam 2000.
- Höhle J. – The use CAT/CAL programs for image processing and remote sensing in distance learning. International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing. Vol. XXXIII, Part B6, Amsterdam 2000.
- Lillesand T., Olsen T., Gage J., McEnaney P., - New paradigm, new approaches: restructuring geo-spatial information education and training in a traditional research university setting. International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing. Vol. XXXIII, Part B6, Amsterdam 2000.
- Soares M., Kurkdjian M., Mantovani A., - Cartographic initiation for young students, using aerial photographs and satellite images. . International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing. Vol. XXXIII, Part B6, Amsterdam 2000.
- Vonder O.W., Hartog R., Clevers J., Van Lammeren R., - Wageningen advanced learning space in geo-information science. International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing. Vol. XXXIII, Part B6, Amsterdam 2000.