

A fotogrammetria fejlődési tendenciái

Engler Péter – Jancsó Tamás

Nyugat-magyarországi Egyetem, Geoinformatikai Kar

ÖSSZEFOGLALÁS

Jelen cikkben áttekintést adunk a fotogrammetria fejlődési tendenciáról és napjaink technológiai kihívásairól. Igyekszünk bemutatni azokat a változásokat, melyek az elmúlt 20 évben érték az információszerzés és feldolgozás ezen területét. A Geoinformatikai Karon folyamatosan igyekeztünk követni a változásokat, az új kiértékelési módszereket. Pályázatok útján beszerzett eszközök, műszerek, digitális fotogrammetriai munkaállomások és ez ezekhez kapcsolódó szoftverek segítségével igyekeztünk ennek az érdekes tudománynak minél szélesebb palettáját bemutatni hallgatóinknak.

BEVEZETÉS

A fotogrammetria tudománya az elmúlt 20 évben jelentős változásokon ment keresztül. Napjainkban a kiértékelés folyamata főként digitális fotogrammetriai munkaállomásokon történik. A korábbi analitikus műszerek számítógéphez kapcsolva továbbra is használhatók térképezéshez, képfeldolgozáshoz, de e műszerek jelentősége egyre inkább háttérbe szorul. További problémát jelent az analitikus műszerek karbantartása, a szervizelési szolgáltatás hiánya. Nem ritka az eset, hogy egy-egy meghibásodott áramkörtől már nem pótolható, legfeljebb másik, azonos típusú és egyéb hiba miatt működésképtelen műszerből használható fel a hiányzó alkatrész. A digitális fotogrammetria térnyerését tovább erősítette, hogy fokozatosan megjelentek és napjainkra már megszokottá váltak a digitális kamerák, egyéb képfelvevő és lézeres letapogató eszközök. Ezzel a képfeldolgozási technológia folyamatában az analóg filmeket letapogató szkennerek is főslegessé váltak.

A fotogrammetriai nagy átalakuláson megy át. Az integráció és automatizmus magasabb szintre lépett. A számítógépes grafika és a gépi látás átfed a fotogrammetriával, ez a terület viszont rohamosan fejlődik magával húzva a fotogrammetriát is. Látható, hogy az általános ismert informatikai világcégek számára is vonzó lett ez a terület. Az adatfelhasználás elterjedése rohamos és ez hatással van a fotogrammetriára, mint tudományra is. Jelenleg a legnagyobb kihívást a lézeres pontfelhők és ezekhez kapcsolódó képek értelmezése jelenti. Úgy tűnik, hogy a 3D modellezésnek van a legnagyobb prioritása, mivel ennek a területnek széles a felhasználási köre és ez a terület a

fotogrammetria számára is új kihívásokat generál. A szenzorokból egyre nagyobb a választék, ez remélhetőleg csökkenti majd az árakat. A lézeres felmérés és a képkorreláción alapuló térbeli modellezés egymással versenyképesé vált, ugyanakkor a LIDAR technológia előnye továbbra is az, hogy textúra szegény területen is működik és „belát” a növényzet alá.

A következőkben ezeket a fejlődési tendenciákat tekintjük át és egyben összefoglaljuk, hogy ez milyen hatással van a fotogrammetria oktatására.

FEJLŐDÉSI TENDENCIÁK

2009-ben Stuttgartban megrendezésre került az 52. Fotogrammetriai Hét (PHOWO09), [2]. Az első ilyen jellegű rendezvényt Carl Pulfrich szervezte 46 résztvevővel 1909-ben [3]. A 2009-es rendezvényen 500 fölött volt a résztvevők száma. A 100 éves jubileum alkalmából Carl Pulfrich arcképével díszített emlékérmeket adományoztak a szakma több jeles képviselőjének. Az évforduló kapcsán a következő két alfejezetben tekintjük át a fotogrammetria tudományának várható fejlődési irányait és annak hatását az oktatásra.

Fotogrammetriai technológiák

A fejlődési irányok a következő témák köré csoportosítható:

- o Cloud Computing (számítási felhő)
- o Új termékek és szoftverek
- o Kép alapú adatnyerés
- o Légi, földi és mobil lézeres letapogató rendszerek
- o Értéknövelt szolgáltatások a fotogrammetriában

A számítási felhő („cloud computing”) a számítástechnika egyik legújabb fogalma. Alapjában véve azt jelenti, hogy olyan állományokkal és programokkal dolgozunk, melyek fizikailag nem a saját gépünkön, hanem az interneten vannak, valahol a „felhőben”. A következő lépés az, amikor az adatokat feldolgozó nagy alkalmazások is az interneten vannak, a saját eszközön csak egy kisméretű, ún. kliens-alkalmazás fut. A feladat biztonságosan megoldható, de a kérdés inkább arról szól, hogy mi magunk mennyire bízunk meg egy szolgáltatóban (1. ábra).



1.

ábra. Számítási felhő elvi vázlata

A termékek és szoftverek fejlődése folyamatos és rohamos tempóban fejlődik. A kis- és közepes formátumú digitális kamerák elterjedése rohamos és a korábbi csillagászati árak helyett, egyre szélesebb körnek jelent megfizethető alternatívát. A piacvezető cégek más cégekkel egyesülve vagy felvásárolva azokat a termékek olyan széles palettáját kínálják, mely szakmai szempontból sok előnnyel járhat (2. ábra).



2.

ábra. Fotogrammetriai cégek termékei

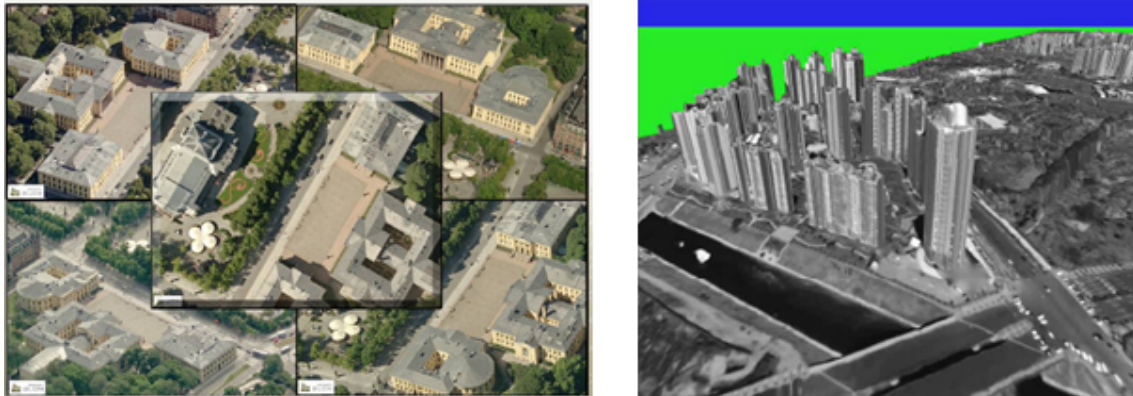
Napjainkban egyre inkább érezhető, hogy rámutatott a képalapú 3D adatnyerés a digitális szenzorokkal újabb lendületet kapott. Folyamatos vita tárgya, hogy a képalapú automatizált 3D adatnyerés vagy a lézerszkennelésnek van nagyobb jövője. A legtöbben egyetértenek abban, hogy mindkét technológiát a maga helyén kell szerepeltetni és alkalmazni. A lézerszkennelésnek egyenlőre továbbra is előnye, hogy a növényzet „alá” is belát, vagyis az utolsó visszaverődés jeléből a növényzettel takart területek modellezése is megoldható.

A képalapú adatnyerés területén a következő trendek láthatók:

- o Szenzorok kisebbek, a feldolgozás: gyorsabb, de az eredmény minősége nagy szórást mutathat. A jövőben várhatóan a fotogrammetria piaci alkalmazási elterjednek - mozgások vizsgálata, 3D mozi, geo játékok, városmodellek, stb.
- o A kép segít a pontfelhő értelmezésében, ezért fontos kiegészítése a lézerszkennelésnek. Várható a képalapú szenzorok és a LIDAR rendszerek további integrációja.
- o Pászttázó, forgó légi kamerák használata a gyakorlatban kivitelezhető – kép- és modellalkotás egy eszközben megvalósítható. Erre már vannak példák (pl. VisionMap cég termékei).
- o Egyre inkább elterjednek majd a ferde tengelyű multi-felvételezési eljárások – a képkorreláció, DTM alkotás megbízhatósága ezzel a technológiával nagymértékben növelhető.

- o Nagy felbontású műholdfelvételek felválthatják a légi felvételezést. A 40-50 cm felbontású műholdak reális közelségbe kerültek (HIROS, Geo-Eye).
- o HIROS – 3 műholdas rendszer sztereo felvételezésre is alkalmas 12km-es sávszélességben. Németország épületszintű 3D modelljét ezzel a technológiával 1 hét alatt elkészítették.

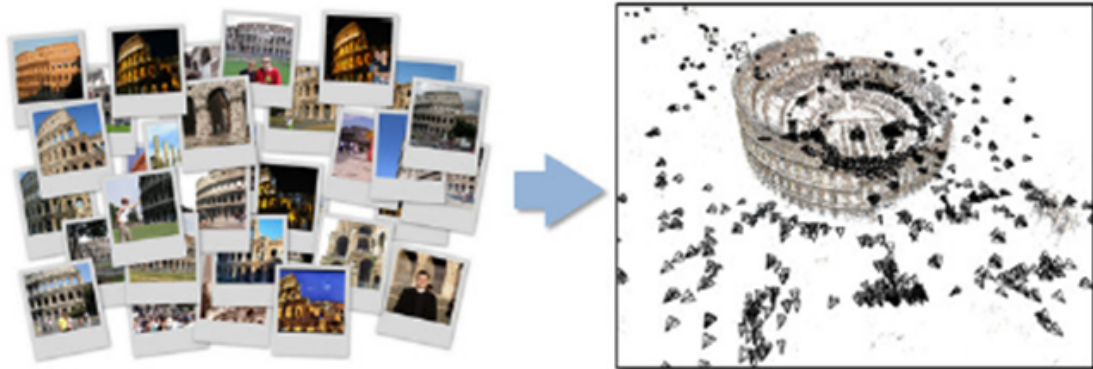
Érdekes és látványos területe a fotogrammetriának a városmodellek automatizált előállítás (3. ábra).



3. ábra. 3D városmodellezés

Már megvalósíthatók az Interneten fellelhető képek felhasználásával az automatizált modellező eljárások (4. ábra). Mindegyik módszernek a közös jellemzői a következők:

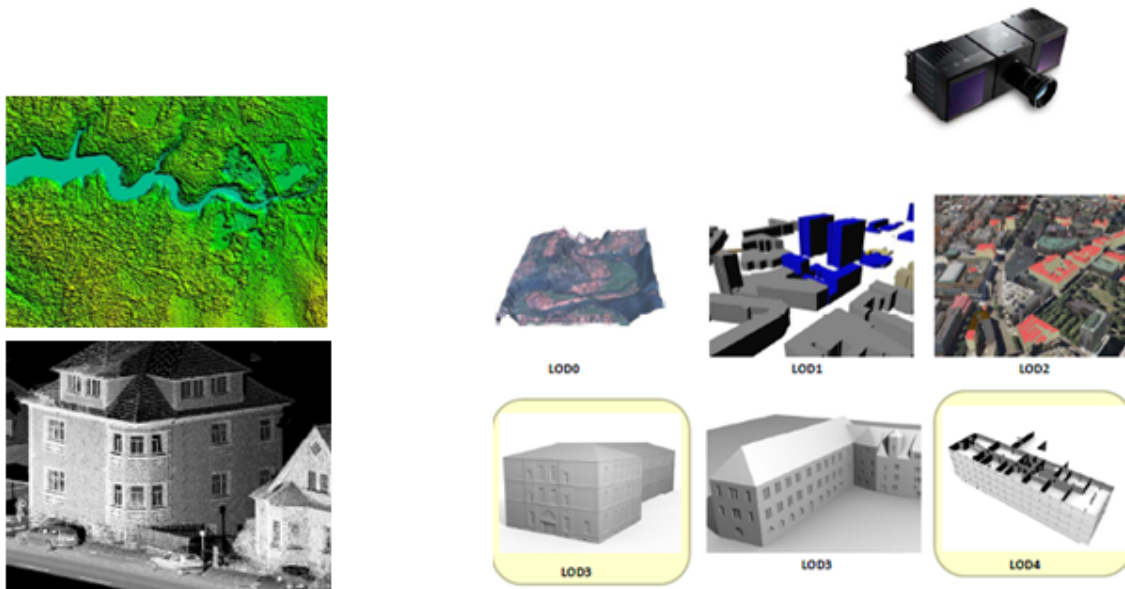
- o Közös objektumok keresése nagy adatbázisok képein és a képek automatikus korrelációja.
- o Képen belül az ismétlődő objektumok (pl. ablak) automatizált felismerése.
- o Városok teljes 3D modellje automatizált képillesztéssel internetes képek alapján.



4. ábra. Képek alapján történő modellezés

A légi, földi és mobil lézeres letapogató rendszerek fejlődésre töretlen. A szűk keresztmetszetet továbbra is a pontfelhők automatizált feldolgozása jelenti. Ezen a területen a következő kérdésekre kell válaszokat találni:

- o Pontfelhők feldolgozása hogyan lehetséges automatizáltan objektumorientált struktúrák építésével?
- o Pontfelhők és kép alapú korrelációs eljárások versenytársak lehetnek?
- o Hogyan modellezhetők az épületek nagy tömegben? Fontosabb aspektusok: földi lézerszkennerek városi környezetben, CityGML, épületbelsők (LOD4, azaz a legmagasabb szintű részletesség), színezett pontfelhők, TOF (Time-of-Light) kamerák, [1] (5. ábra).
- o Mobil 3D térképezés fő problémája továbbra is a szegmentálás és szűrés.
- o DTM előállítása radar rendszerekkel pontosabb, de hogyan lehet ezt alkalmazni tömegesen és elfogadható áron (pl. Airborne InSAR)?



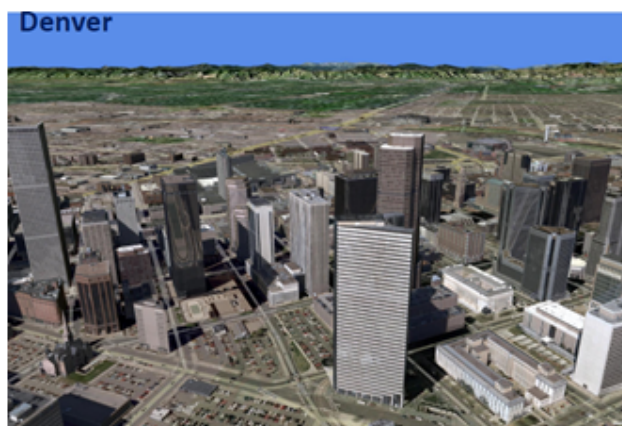
5.

ábra. Pontfelhők feldolgozása

Az értéknövelt szolgáltatások területén forradalmi változások várhatók. Ilyen fejlemények lehetnek pl. a következők:

- o A miniaturizálás és integráció üteme folyamatos és beláthatatlan.
- o A WEB alapú tartalomszolgáltatás minden területen működhet (a McDonald's-tól a kormányzatig).

A legnagyobb prioritása a 3D modellezésnek van. Cél a Föld teljes felületének és épületeinek modellezése, beleértve a belső tereket is. Ez hihetetlen változást ígér a szolgáltatói piacon (6. ábra).



6. ábra. A miniatürizálás és a teljes Föld feltérképezése nem ellentmondás

A FOTOGRAMMETRIA OKTATÁSI KÉRDÉSEI

Tantervi keretek

A tantárgy az un. mintatantervben a 3. félévben Fotogrammetria I., a 4. félévben Fotogrammetria II. néven szerepel. A Fotogrammetria I. tárgy órakerete heti 2 óra előadás és 2 óra gyakorlat, a kreditek száma pedig 4. A tantárgyat azok vehetik fel, akik előkövetelményként teljesítették a Fizika és a Geometria II. tárgyakat, ugyanis ezek a tantárgyak tartalmazzák azokat az ismereteket, amelyek a megértéshez feltétlenül szükségesek. A Fotogrammetria II. órakerete heti 2 óra előadás és 3 óra gyakorlat, a kreditek száma 5. A tantárgy előfeltétele a Fotogrammetria I.. A számonkérés módja mindkét félévben vizsga.

A Fotogrammetria I-ben a következő témaköröket oktatjuk: a távérzékelés és a fotogrammetria kapcsolata, a fotogrammetria fogalma, tárgya, felosztása, a mérőfényképpel kapcsolatos fogalmak, a digitális kép, a fotogrammetria geometriai, matematikai, fotografiai és optikai alapjai, az információszerzés eszközei (földi és légi analóg és digitális kamerák), a földi fotogrammetria alapjai (munkafázisok, alkalmazási területek), a légi fotogrammetria alapjai (alapfogalmak, repülési terv). A Fotogrammetria II. témakörei: ortofotoszkópia, a kétképes kiértékelés alapjai, a képpárok belső, relatív és abszolút tájékozása (analóg, analitikus, digitális), a térfotogrammetriai kiértékelő műszerek (analóg, analitikus, digitális), az általános fotogrammetriai technológia lépései, munkafázisai, kiértékelési eljárások, a fotogrammetriai pontsűrítés (légháromszögelés) módszerei, a fotogrammetria speciális alkalmazási területei.

Az elméleti anyagban folyamatosan követjük a változásokat, így az folyamatosan változik, ezzel együtt természetesen a gyakorlatok is évről évre változnak, hiszen az új eszközöket és módszereket mutatjuk be és gyakoroltatjuk. Az elmúlt években pályázatok révén sikerült olyan eszközöket és szoftvereket beszerezni, amivel jelentős előrelépést tehetünk.

Kamerák

A hagyományos földi mérőkamerák közül a WILD P31-es kamerával rendelkezünk, de alkalmazása háttérbe szorult a digitális fényképezés előtérbe kerülésével. Pályázatok révén az elmúlt évben egy digitális mérőkamerára és egy, a fotogrammetria szempontjából amatőr digitális fényképezőgépre tettünk szert.

Tanszékünk egy Rollei Metric 6008-as digitális mérőkamerával rendelkezik (7. ábra). A kamera 3 fő részre tagolódik: objektív, kamera test és digitális hátfal, ami tartalmazza a CCD szenzort és az LCD kijelzőt [5].



7. ábra. Rolleimetric 6008 tükörreflexes mérőkamera

A képek rögzítése tükörreflexes zárszerkezet segítségével történik. A képi adatokat közvetlenül RAW formátumban lehet tárolni CF (Compaq Flash) memóriakártyán a digitális rátétben. A képek utófeldolgozással jönnek létre. A tömörített képek a kamerához tartozó programmal – Capture one pro 3.7.6 - kicsomagolhatók. Kicsomagolás után a képek élességét, és fényét változtathatjuk, hogy a kiértékeléshez jobb minőségűek legyenek.

Felvételkor a mérőkamera szimulálja a hagyományos filmek fényérzékenységét, amely digitális rátétől függően lehet ISO 50, 100, 200, 400, 800. Közvetlen meghajtású, elektronikusan vezérelt központi zárszerkezettel rendelkezik. Minden objektív metrikusan kalibrált.

A gép alapfelszereltsége: kamera test rögzített digitális rátéttel, kameravédő sapka, kézi fogantyú, kamera elem készlet gyorsöltővel, kereső ernyő nagyítóval, CaptureOne DB szoftver, újratölthető elem és töltő a digitális rátéthez, védő doboz.

Javasolt kiegészítők: kioldó kábel, sztereo-kioldó, 45°-os vagy 90°-os prizmás kereső. A kamera méretei kb. 143x139x177mm (szélesség x magasság x mélység), súlya kb. 2000g objektív nélkül.

A fényképezésnél négy lehetőség közül választhatunk:

- egyszerre egy képet rögzít
- egyszerre hármat azonos beállítások mellett

- három képet, de azokat egy kicsit különböző beállításokkal
- folyamatos felvételezés
- Fontosabb adatok:
- kameraállandó: $c_k = 51.99\text{mm}$
- CCD szenzor mérete: $36.684\text{mm} \times 36.720\text{mm}$
- pixelek száma: 4076×4080
- pixel méret: 9×9 mikron
- LCD kijelző mérete: $2.2''$
- 16 Mpixel-es felbontás
- színmélység: 16 bit színenként
- színerzékenység: ISO 50, 100, 200, 400 a digitális rátétől függően.

Az amatőr digitális fényképezőgépek közül a Sony DSC R1 kamerával rendelkezünk (8. ábra).



8.

ábra. Sony DSC R1

Fontosabb jellemzői:

- felbontás 10,3 Mpixel
- maximum 3888×2592 pixel ($38,88 \times 25,92$ mm), minimum 1296×864 pixel,
- érzékelő típusa: CMOS technológia,
- záridő: maximum $30/2000\text{s}$, minimum $1/2000$ s,
- fényérzékenység: ISO 10-3200, automata: ISO 160-400,
- fókusz távolság: 24-120 mm,
- fényerő: $f/2,8-4,8$ Carl Zeiss zoom objektív.

Kiértékelő műszerek

Az analóg műszereket – bár még 3 műszer megtalálható a tanszékünkön – kivontuk az oktatásból, szerepüket részben az analitikus műszerek, részben a digitális fotogrammetriai munkaállomások vették át.

Az analitikus fotogrammetriai gyakorlatok az analitikus műszerré átalakított Interpretosconon (melyet tanszéki fejlesztés keretében a teljes analitikus fotogrammetriai feladatgyűjtemény számítógépes

megoldásával láttuk el), illetve a Leica SD2000 analitikus plotteren (9. ábra) mennek. Ez utóbbi műszer jelenleg a legpontosabb analitikus kiértékelő műszerünk (műszerkoordináta mérés felbontása 1 mikron). A műszert az AP32, valamint a DAT/EM Summit Evolution segíti Microstation v8. környezetben.



9.

ábra. Leica SD2000

Az elmúlt években több digitális fotogrammetriai munkaállomás került tanzékünkre.

Az 1992-ben a DIAP elnevezésű Digitális Analitikus Plotter (10. ábra) volt az első digitális fotogrammetriai rendszer a tanzékünkön. Szoftverei: Microstation 4.0.32 verzió és az ISM DIAP elnevezésű digitális fotogrammetriai szoftvercsomag. A DIAP munkaállomás a maga korábban forradalmi megoldás volt, egyesítette az analitikus plotter és a digitális képfeldolgozás előnyeit. A sztereo megjelenítést aktív polarizációs eljárással a váltott képes vetítés elvén a StereoEyes rendszer biztosította. A kiszolgáló számítógép egy 486-os PC volt, melyet az akkori legmagasabb konfigurációval láttak el (2 GB HDD, 2 MB RAM, ATI 9GX videokártya), a számítógép a mai napig működőképes és a speciális HDD gyorsító kártyának köszönhetően képes 100-200 MB-os felvételeket on-line mozgatni a képernyőn.



10. ábra. DIAP munkaállomás és DVP munkaállomás tükrös sztereoszkóppal

Ezen kívül, időrendben a következő fotogrammetriai munkaállomásokat szereztük be: DVP, Leica LPS, DAT/EM Summit Evolution, Intergraph Image Station, valamint a DVP 7.2 (5 db munkaállomás).

Az első DVP munkaállomás még osztott képernyős üzemmódban tükrös sztereoszkóp rátéttel működött. Két éve sikerült pályázat útján további 4 munkaállomást beszerezni, melyhez már a két képernyős PLANAR rendszert használjuk passzív polarizációs eljárással.



11. ábra. DVP munkaállomások PLANAR sztereomonitorral

A Leica LPS és az Intergraph Image Station munkaállomásunk szintén váltott képes vetítéssel biztosítják a sztereo szemlést nVidia Quadro videokártya felhasználásával.



12. ábra. Intergraph Image Station

Az elmúlt években többször is lehetőség nyílt a különböző munkaállomásokon a domborzatmodellezés hatékonyságát és pontosságát összehasonlítani. Minden esetben a DVP

munkaállomás bizonyult a legmegfelelőbbnek. Elképzelhető, hogy nagyobb volumenű projektek esetében a drágább Leica LPS rendszer előnyei jobban megnyilvánulnak. Várhatóan ebben az évben, ugyancsak pályázati forrásból bővíteni tudjuk az LPS-t újabb modulokkal.

Kiértékeléshez használt szoftverek

Karunk több fotogrammetriai képfeldolgozó és kiértékelő szoftverrel rendelkezik, melyek közül három szoftvercsomag kimondottan földi felvételek feldolgozására és kiértékelésére szolgál. A Rolleimetric cég (Rollei Metric GmbH) MSR (Metric Single image Rectification – egyképes képátalakítás) feldolgozó programjával, valamint a képek tájékoztatóhoz és vonalas kiértékeléséhez a CDW szoftverrel. A CDW szoftverhez opcionálisan csatlakoztatható az AutoCad. Különálló harmadik program az EOS Systems Inc. cég által forgalmazott PhotoModeler Scanner. Ezt a szoftvert kimondottan földi felvételek feldolgozására szánják. A 3D modell előállítás után lehetőség van ortofotó készítésére is. Az általános digitális fotogrammetriai munkaállomást kiszolgáló szoftvercsomagok közül négyféle szoftverrel rendelkezünk. Ezek a a szoftvercsomagok a DVP, a Leica LPS és a DAT/EM Summit Evolution, valamint az Intergraph Image Station. Mindegyik munkaállomást üzemeltető szoftvercsomagon belül közös modulokat találunk. Ezek a következők:

- Tájékoztatók
- Térképezés
- Domborzatmodellezés
- Ortofotó készítés
- Légiháromszögelés

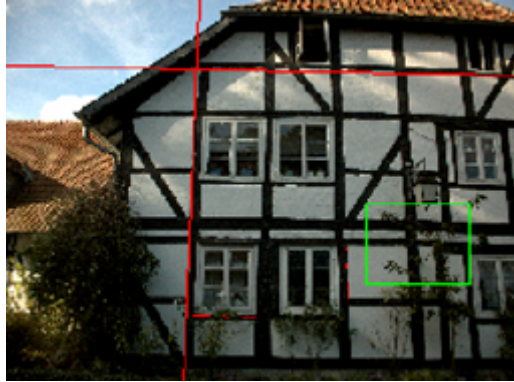
A munkaállomások közül kiemelendő a DVP, mivel a tanszék hat munkahellyel rendelkezik.

A földi fotogrammetriai programcsomagok változatosabb megoldásokat kínálnak a képek kiértékelésére. Tekintsük át ezeknek a programoknak a szolgáltatásait röviden.

MSR

AZ MSR szoftver segítségével digitális képátalakítást tudunk végezni, vagyis az elkészült fotón megszüntethetjük a perspektív torzulást [6]. Magassági torzulás kiküszöbölésére nincs mód. Ebből következik, hogy csak közel sík felületek esetén alkalmazható nagy pontossággal. Tipikusan épületek homlokzatrajzának előkészítéséhez használják. A betöltött fotókat tájékoztatni kell a keretjellek által megadott képkoordináta rendszerbe. A tájékoztatás után a fotón párhuzamos vonalakat jelölhetünk ki vízszintesen és függőlegesen. A kijelölt vonalak alapján a szoftver minden pixelt újra mintavételezéssel átranzformál egy közös ortogonális síkba. A mintavételezés során megadható a kimeneti kép felbontása, pixelmérete. Az átalakított képnek méretarány adható, illetve ha a képen rendelkezünk illesztőpont-hálózattal, akkor a kép beilleszthető a tárgy-koordináta rendszerbe. Ha nincsenek párhuzamos vonalak a képen vagy nagyobb pontosságra törekszünk, akkor távolságokat adhatunk meg pontok között és ezek alapján történik a képátalakítás. Harmadik lehetőségként diszkrét pontokat jelölhetünk ki a képen, melyek illesztőpontként szolgálnak és ezen pontok tárgykoordinátáit már korábban geodéziai méréssel meghatároztuk. A képeken pontosan kijelölhetők a transzformációra szánt területek, így egy képen több részletről is készíthető foto-transzformátum. Ezzel a technikával elvileg lehetőség nyílik arra, hogy különböző síkokban lévő

objektum részleteket külön-külön transzformáljunk egy közös tárgykoordináta síkba. Az elkészült transzformátumokat végül egy egységes képbe lehet mozaikolni. A mozaikolásnak két feltétele van: legyen legalább két közös pont a két csatlakozó képen; a képek felbontása, pixelmérete legyen azonos. Az elkészült mozaik képek az MSR szoftveren belül vonalasan kiértékelhetők. Az elkészült rajzokat DXF formátumban ki lehet exportálni külső programok számára. Összefoglalva, az MSR az egyképes kiértékelést támogató szoftver, melynek központi eleme a digitális képátalakítás.



13. ábra. RolleiMetric MSR szoftver használat közben

CDW

A CDW szoftver a többképes térbeli kiértékelést támogató programcsomag. Központi eleme a képek egymáshoz tájékozását megvalósító sugárnyaláb- kiegyenlítés [7]. Az abszolút értelemben tájékozott képeken az összetartozó pontok mérésével térbeli kiértékelés valósítható meg. A kiértékelés hatékonysága növelhető, ha a szoftvert csatoló program segítségével AutoCad-hez kapcsoljuk, de a szoftver e nélkül az opció nélkül is használható. A program a kiértékelést nem támogatja sztereó-szemléléssel, vagyis a közös pontokat egyenként kell megirányozni a képeken. Ugyanakkor a tájékozott képeken az összetartozó pontok beazonosítását segíti, hogy a program epipoláris vonalakkal jelzi a mérendő pont helyét a képen, vagyis azt az egyenest, amelyen rajta van a mérendő pont. Ha a mérendő pont az objektumon egy él része vagy végpontja, akkor az epipoláris egyenes metszi ezt az élt is, ilyenkor a beazonosítás pontossága nagymértékben függ az él és az epipoláris egyenes által bezárt szögtől. Abban az esetben, ha nem kapcsoljuk a CDW-t AutoCad-hez csak az alapvető rajzi elemeket (pont, vonal, poligon) tudjuk kiértékelni, de a kiértékelést rétegekbe szervezhetjük. A szoftver lehetőséget biztosít az egyképes kiértékelésre is. Ekkor az abszolút értelemben tájékozott képhez hozzá kell rendelni egy alapsíkot és minden kiértékelte pont erre a kijelölt síkra vetül, vagyis a kiértékelte pontok harmadik koordinátája konstans lesz.

PhotoModeler Scanner

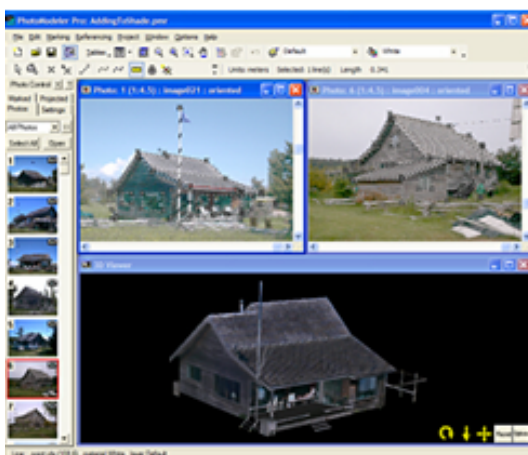
A szoftver szolgáltatásai sokrétűek. A következő feladatok elvégzésére van lehetőség [8]:

- automatizált kamera kalibráció;
- képek külső tájékozása közös pontok, vonalak alapján. Speciális pontjelek alkalmazásával
- lehetőség van automatizált külső tájékozásra;
- 3D modell készítése többféle megjelenítéssel: rácshálós modell, TIN modell, felületmodell,

- fotó-renderelt modell;
- ortofotó készítése;
- a létrejött modell exportálása a legismertebb formátumokba, többek között 3D studio és VRML formátumba.

A szoftver alkalmazási köre igen széles. Hatékonyan használható a következő területeken:

- építészet: épületek 3D modellje, homlokzatrajz készítése;
- régészet: ásatások dokumentálása beleértve a leleteket is.
- gépészet, egyéb mérnöki tudományok: alak meghatározás, deformáció-vizsgálat, reverse engineering;
- baleseti helyszínelés – a járművek és a helyszín pontos felmérése térben;
- büntügyi alkalmazások: tett helyszínének 3D dokumentálása. A képek kiértékelése itt sem támogatott sztereo-szemléléssel. A közös pontok beazonosítását itt is az epipoláris vonalak segítik.



14. ábra. PhotoModeler szoftver használat közben

A létrejött modellekre ráfeszíthetők a képek, így valós 3D modell hozható létre. Abban az esetben, ha a fotón zavaró tárgyak vagy olyan objektumok vannak, melyek nem részei a felmérni kívánt objektumnak, akkor ezek a valós 3D modellen is láthatók lesznek, így rontják a modell élvezhetőségét és ezzel a felhasználás körét is beszűkítik. Tipikusan ilyen helyzet áll elő, ha egy épületet modelleznek, de az épület előtt autók vagy fák állnak. Ekkor az autó vagy a fa képe a fotó-renderelt 3D modellen, az épület falán torzultan látszani fog. Ezen az anomálián csak előzetes képfeldolgozással, retusálással lehet segíteni.



15.

ábra. Szakdolgozati példák

Összefoglalásképpen elmondható:

- o A fotogrammetriai nagy átalakuláson megy át. Az integráció és automatizmus magasabb szintre lépett. A számítógépes grafika és a gépi látás átfed a fotogrammetriával, ez a terület viszont gyorsabban fejlődik.
- o Világcégek számára is vonzó lett ez a terület. Az adatfelhasználás elterjedése rohamos.
- o Legnagyobb kihívást a pontfelhők és képek értelmezése jelenti.
- o A 3D modellezésnek van a legnagyobb prioritása. Széles a felhasználási köre.
- o A szenzorokból egyre nagyobb a választék, ez remélhetőleg csökkenti majd az árakat.
- o Lézeres felmérés és a képkorreláció egymással versenyképessé vált. A LIDAR előnye továbbra is, hogy textúra szegény területen is működik és „belát” a növényzet alá.
- o A fotogrammetria oktatásában a lehetőségekhez mérten követjük a fejlődést.

IRODALOM

1. http://en.wikipedia.org/wiki/Time-of-flight_camera
2. <http://www.ifp.uni-stuttgart.de/publications/phowo09/phowo09.en.htm>
3. http://www.vde-verlag.de/buecher/vorwort/9783879074839_vorwort.pdf
4. Engler P.- Jancsó T. (2010): Fotogrammetria oktatása és infrastruktúrája a Geoinformatikai Kar Fotogrammetria és Távérzékelés Tanszékén, XI. Földmérő találkozó, Nagybánya, 2010. május 13-16., 51-63 pp.
5. Rolleiflex 6008 Felhasználói Kézikönyv, Franke&Heidecke, 2007
6. Digital Evaluation Systems for rectified photorealistic graphics – MSR, Felhasználói Kézikönyv, Rollemetric GmbH, Braunschweig, 2006
7. Rollemetric CDW, Felhasználói Kézikönyv, Rollemetric GmbH, Braunschweig, 2006
8. www.photomodeler.com, 2010
9. Szerdahelyi A (2008): Műemléképületek háromdimenziós fotomodelljének készítése PhotoModeler segítségével, Geodézia és Kartográfia (2008./3)

A szerzők elérési adatai

Dr. Engler Péter
Nyugat-magyarországi Egyetem
Geoinformatikai Kar
8000 Székesfehérvár
Pirosalma u. 1-3.
Tel. +36 22 516 528
Email: ep@geo.info.hu
Honlap: www.geo.info.hu

Dr. Jancsó Tamás
Nyugat-magyarországi Egyetem
Geoinformatikai Kar
8000 Székesfehérvár
Pirosalma u. 1-3.
Tel. +36 22 516 543
Email: jt@geo.info.hu
Honlap: www.geo.info.hu