

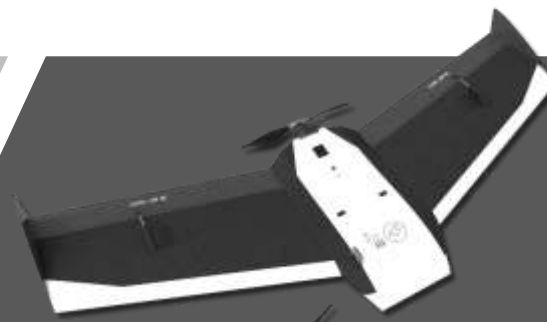
„Egy homokszemben lásd meg a világot,
egy vadvirágban a fénylő eget,
egy órában az örökkévalóságot,
s tartsd a tenyeredben a végtelent!”

William Blake



Kulturális örökségvédelem

Felmérés és modellezés jelentősége



MI A KULTURÁLIS ÖRÖKSÉG?

Magyarország Alaptörvénye: „a kulturális értékek a nemzet közös örökségét képezik, amelynek védelme, fenntartása és a jövő nemzedékek számára való megőrzése az állam és mindenki kötelessége.”

Örökségvédelmi törvény: „kulturális örökségünk hazánk múltjának és jelenének pótolhatatlan, egyedi és meg nem újítható forrása, a nemzeti és az egyetemes kultúra elválaszthatatlan összetevője”.



MIÉRT VAN SZÜKSÉG ÖRÖKSÉGVÉDELEMRE?

Örökségvédelmi törvény:

„A kulturális örökség védelme közérdek, megvalósítása közreműködési jogosultságot és együttműködési kötelezettséget jelent az állami és önkormányzati szervek, a nemzetiségi szervezetek, az egyházi jogi személyek, a civil és gazdálkodó szervezetek, valamint az állampolgárok számára.”

Meghatározó forrása, dokumentuma egy közösség azonosságtudatának, nemzeti értékrendjének

A kulturális örökség fenntartása és digitalizálása kötelesség és érdek.

Fejlesztéspolitika: valós 3D felmérés alapú modellezés

Fejlesztési potenciál múltból a jövőbe →
piaci lehetőségek (turizmus)

Oktatás, képzés



Digitalizálás

- Anyagok eróziója
- Természeti katasztrófa
- Vandalizmus, terrorizmus, háború
- Fontos műemlékeink és történelmünk digitális megőrzése, konzerválása
- Szobrok, emlékművek, műkincsek, épületek, régészet, múzeumok
- Így biztonságosan tanulmányozhatjuk, élvezhetjük ezeket
- Oktatás: nincs lehetőségünk mindent megnézni élőben, online tanulás, digitális jólét
- Rendkívül pontos, nagy felbontású, részletes digitális másolat elemzés, helyreállítás, 3D nyomtatás (nemsokára olyan olcsó lesz, hogy a világon bárhol kinyomtathatjuk örökségeinket akár tanórákra is)
- Tanulmányok, kutatások segítése

3 dimenziós felmérések



- Napjainkban mindenhol körülvesz minket
- Mozi, játékok, reklámok → nehéz eldönteni mi igazi
- Körültekintőbb tervezés, olcsóbb kivitelezés
- Hardverek, szoftverek
- Szkenner gyors, de drága
- Fénykép lassú, de olcsó



Modellezés

- Rendkívül időigényes hagyományos mérésekből
- Kevésbé pontos, generalizált, részletek elvesznek
- LOD szintek
- Metszetek, ortofotók, alaprajzok, drótváz
- Fotogrammetria és LIDAR – kézzel lehetetlen ilyen részleteket lemodellezni
- Szűk kacskaringós helyeken mobil scan (geoslam), live capture



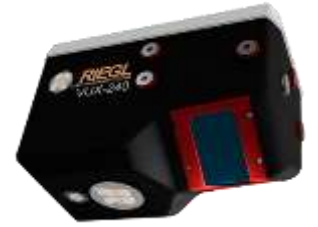
Modellezés

Megvilágítás, textúra, anyagok

Felöltöztetjük a modellünket

Plasztikus, fotorealisztikus megjelenés

Komplex rendszer, szín, fényvisszaverődés, átlásztóság, stb.



Lézerszkennelés

- Elsősorban földi felmérések esetén
- Rendkívül nagy mennyiségű adat (több százezer, akár millió pont/másodperc)
- Ismert szögek és távolság ismeretében meghatározza a pontok térbeli koordinátáit, akár milliméteres sűrűséggel
- Több száz méteres hatótávolság
- Kész pontfelhő
- Levegőből még nagyon drága





Digitális fotogrammetria

- Fénykép alapú felmérés
- 2D képekből 3D modell, közös pontok alapján
- Legalább 30% átfedés homlokzatoknál
- Éles képek, felbontás, időjárás
- Structure from motion





Hardver követelmények

- Processzor: a műveletek lefuttatásához, több magos 3+ GHz
- Grafikus processzor: a képpontok keresése és a pontfelhő sűrítéséhez használható ez az erőforrás is a processzor mellett, meggyorsítva a kiértékelést
- Memória (RAM): fotogrammetriai kiértékelés legtöbb fázisához szükséges nagy memória kapacitás, 32+ GB
- Nagyobb, részletgazdag modellek feldolgozása és kiértékelése is rendkívüli erőforrásigényű feladat
- Ajánlott a több monitoros vizuális rendszer



Szoftver követelmények

Mit válasszunk?

- Kevés szoftver képes LIDAR és fotogrammetriai adatokat együtt kezelni
- SFM algoritmus
- Minimális képszerkesztési funkciók
- Kapcsolat földrajzi koordináta rendszerekkel
- Kiértékelés teljes folyamata: kapcsoló pontok keresése, sűrített pontfelhő, 3D modellek és ortofotók előállítása felül és oldalnézetből egyaránt
- A keletkező adatok exportálhatóak más célszoftver számára, további műveletekhez és analízisekhez.

- Nem elég egy programra beruházni, sajnos többre is szükségünk lehet.

Felmérés tervezés

- Épület elhelyezkedése, környezet, fedettség
- Mi határozható meg hatékonyabban földről és levegőből
- 10 m-en belüli felvételezés a részletgazdagság miatt (díszítőelemek)
- Optimalizálás - minimum fényképszám (bázistávolságok)
- Átfedés vagy pontosság? - Geometriai kompromisszum
- Főbb lépések, terep-iroda, utófeldolgozás, hasznosítás

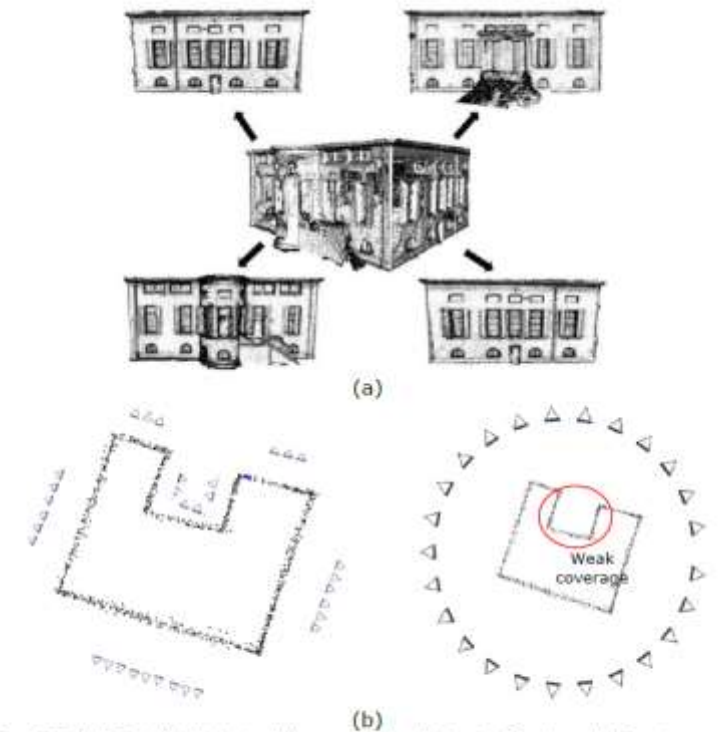
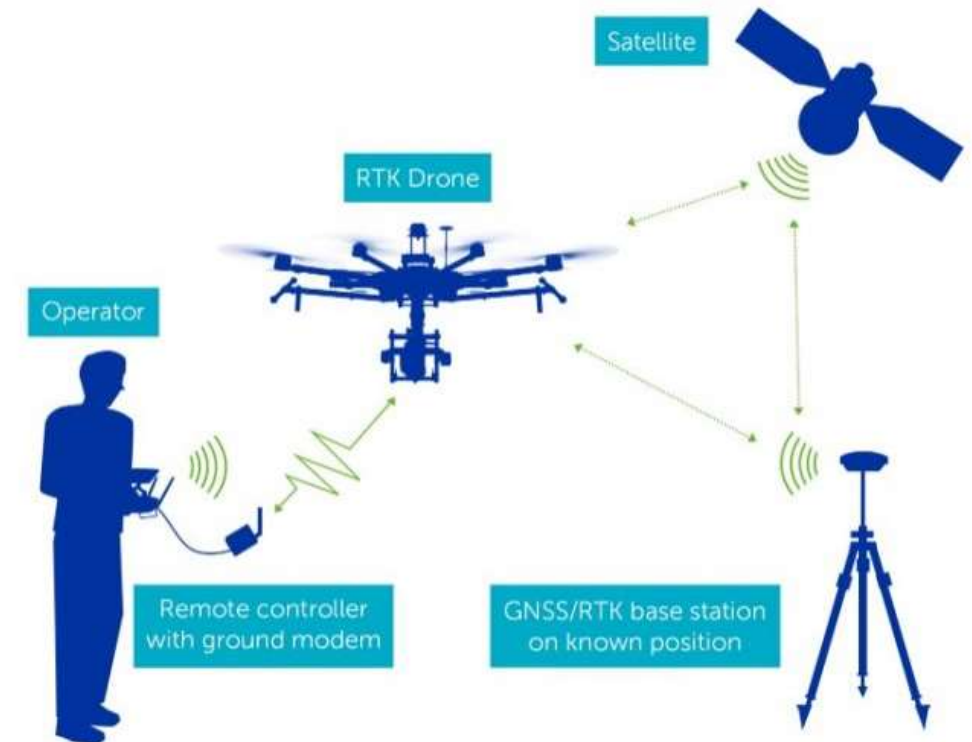
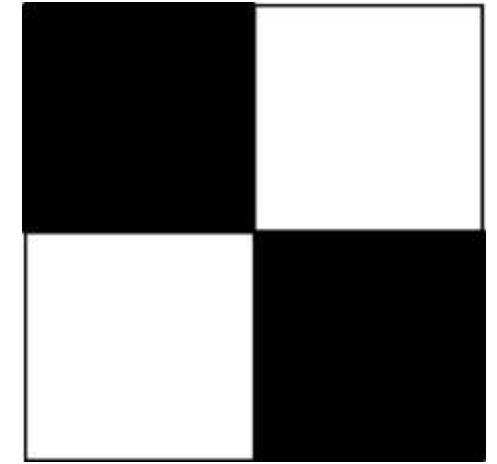


Fig. 4.3: (a) Subdivide the building point cloud into its facades. (b) Two types of camera networks for a U-shaped building with the subdivision into facades and the inefficient ring network design.

Georeferálás

- A georeferálás segítségével javíthatunk a kiértékelés pontosságán, felhasználva a terepen elhelyezkedő objektumok helyzetének koordinátáit.
- Illesztőpontok: geodéziailag meghatározott ponton elhelyezett, vagy bemért pozíciójú, levegőből jól látható objektum (*térképhelyesség és mérethelyesség*)
- Kapcsolópontok: olyan jól látható objektumok, melyek egymástól való távolsága kellő pontossággal ismert, így felhasználható a kiértékelt pontfelhő méretarányának pontosításához (*mérethelyesség*)
- Geotag és külső tájékozási adatok felhasználása
 - UAV eszközön található GPS vevő
 - UAV eszközön található IMU
 - Külső tájékozási adatok: vetítési centrum tárgyteri koordinátái és térbeli szögei
 - Fedélzeti RTK vagy PPK → javított helymeghatározás



Öskü Rotunda 3D modell



Várpalota – Thury-vár



Fénykép a várról



Modell - Akár a feliratok is látszanak



Modell – Egyedi nyílászárók felújításához



Hova lettek a fák?

ELLENŐRZÉS!

- Minden munkánál ellenőrző méréseket KELL végezni!
- Véletlenszerűen kiválasztott, jól azonosítható legyen.
- A feldolgozó szoftvernek ne adjuk meg ezeket.
- Külső szoftverben ellenőrizzük.
- Ellenőrzőpontok elhelyezése, bemérése
 - A munkaterület mérete, elhelyezkedése
 - Az ellenőrzőpontok száma
 - Az ellenőrzőpontok sűrűsége, eloszlása
 - Az ellenőrzőpontok bemérésének módja, megbízhatósága
 - Mérési bizonytalansággal és a transzformációs hibákkal számolni kell!
- **Az eltérések abszolút értékeinek átlaga**
- **A legnagyobb előforduló eltérés**
- **Az eltérések szórása**



RMSE (Root Mean Square Error) számítása koordinátákból

RMSE				RMSE	Megbízhatóság 95% konfidencia szinten	
RMSE Y	RMSE X	RMSE Z	RMSE h	0.035	0.061	Horizontális maradék ellentmondás
0.024	0.025	0.036	RMSE v	0.036	0.070	Vertikális maradék ellentmondás
			HCEa	0.022		A síkrajzi átlaghiba (Average Horizontal Circular Error)
			HCEmax	0.051		A maximális síkrajzi eltérés
			VEa	0.035		A magassági értelemben vett átlagos hiba
			VEmax	0.050		A maximális magassági eltérés

A számítások alapjául az FGDC alábbi szabványa szolgált:

Federal Geographic Data Committee FGDC-STD-007.3-1998 Geospatial Positioning Accuracy Standards Part 3: National Standard for Spatial Data Accuracy Appendix 3-A. Accuracy Statistics (normative) p. 13-14

<https://www.fgdc.gov/standards/projects/FGDC-standards-projects/accuracy/part3/chapter3> Elérés 2015.10.23.

Bakó Gábor, Molnár Zsolt, Góber Eszter (2014): Városi térinformatikai és döntéstámogató rendszerek raszter fedvényei – A legutóbbi időszak települési ortofotó felméréseinek tapasztalatai Magyarországon– Tájökológiai lapok 12 (2): 285–305.

VIRTUÁLIS ÉS KITERJESZTETT VALÓSÁG

- Kulturális örökségeinknél modern felmérési módszerekkel alapot lehet teremteni történelmi szimulációk elkészítéséhez.
- Turizmus
- Ismertető információk megjelenítése egy területről, útbaigazítás
- 3D-s szimulációk belehelyezhetők a valódi 3D-s környezetbe → kevert valóság







Hivatkozások:

- Bashar Alsadik - Guided close range photogrammetry for 3D modelling of cultural heritage sites (2014)
- Deák Márton, Lehoczky Máté – Magyar Mérnöki Kamara Továbbképzési tananyag (2019)
- L. Carnevali, E. Ippoliti, F. Lanfranchi, S. Menconero, V. Russo - Close-range mini-uavs photogrammetry for architecture survey (2018)
- Wilfried Linder - Digital Photogrammetry (2009)



Köszönöm a figyelmet!

