

3D SZKENNEREK ALKALMAZÁSA A RÉGÉSZETBEN

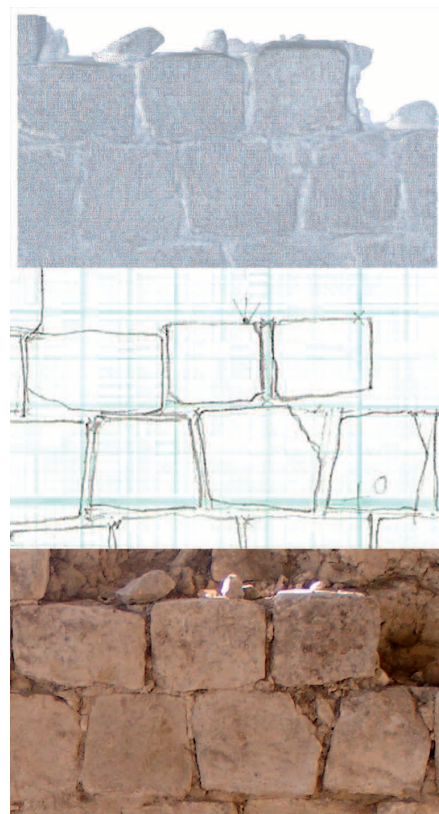
FEHÉR ANDRÁS

A 3D lézer szkennerek használata a kulturális örökség megőrzésében és a régészetben ma már általánosnak mondható. A hagyományos régészeti technológiák és a 3D digitális örökségvédelmi lehetőségek ötvözése – különösen a ma Magyarországon érvényes törvényi szabályozás mellett, az idő szorításában dolgozó régészek számára – elkerülhetetlennek tűnik. Tanulmányunkban egy kutatásfejlesztési projekt általánosítható eredményeit foglaljuk össze.¹

A kulturális örökség megőrzésében és a régészetben a lézer szkennereket angolszász területeken szinte szabványosított módon használják.² Jól szerkesztett ajánlások adnak pontos útmutatót a megrendelői és vállalkozói oldalnak egyaránt. A témával foglalkozó esettanulmányok és elemzések szinte követhetetlen mennyiségben jelennek meg. Röviden megpróbáljuk áttekinteni, hogy a SziMe3D AR projekt meddig jutott ebben a munkában, annak érdekében, hogy a szakemberek képet kapjanak a ma már hazánkban is elérhető technológiák lehetőségeiről.

A technológia nyújtotta előnyök:

- A részletes adatfelvétel közvetlen kontaktus nélkül, távolról, egyenlő vagy jobb eredménnyel történik, mint a közvetlen fizikai méréskor, a mért tárgy nem károsodik.
- A szkennelés különösen alkalmas szabálytalan felületek, mint például faragott kövek, épített szerkezetek, régészeti jelenségek felmérésére, ezek könnyen azonosíthatók a szkennelt állomány alapján.
- Rossz látási viszonyok, gyenge megvilágítás mellett is lehetőség van a vizsgálatra.
- A szakemberek számára az adatok változatlan, ugyanakkor méretezhető, kereshető formában bármikor hozzáférhetők és elemezhetőek.
- 3D modelleket, a virtuális térben bejárható, forgatható, mérhető, akár teljes rekonstrukciókat is készíthetünk. ([3D Link1: Győr; Dunakapu tér, fahíd](#); [3D Link2: A visegrádi ún. Anjou I-es kályha rekonstrukciója](#))³



1. kép: Középkori falrészlet. Pontfelhő (a kövek kb. 30 ezer pontból állnak) fent; hagyományos, rajzos dokumentáció, középen; fényképfelvétel, lent.

¹ SziMe3D – 3D-s technológiai innovációk a turizmus, oktatás és sport területén. GOP 1.2. 1-11-2012-0005 pályázat keretében valósul meg az Európai Unió és a magyar kormány társfinanszírozásában.

² Bryan, Paul – Blake, Bill – Bedford, Jon – Barber, David – Mills, Jon – Andrews, David: *Metric Survey Specifications for Cultural Heritage* (English Heritage, 2009). Product code: 51481. <http://www.english-heritage.org.uk/publications/metric-survey-specification/metric-survey-specific-for-cultural-heritage.pdf>

³ A két 3D pdf megtekintéséhez kérjük, saját gépére töltsse le a fájlt.



2. kép: Földi lézer szkennerek munkája közben Győrben, a Dunakapu téren

A SZKENNELÉS TECHNOLÓGIÁI

A földi lézer szkennerek ásatási területek és jelenségek, romok egészének dokumentálására, a strukturált fényes szkennerek pedig kisebb objektumok, leletek akár reprodukcióra alkalmas részletességű modelljének elkészítésére alkalmasak.

Épületek, régészeti jelenségek szkennelése

A legkorszerűbb földi lézer szkennerek akár 1 millió pontot is képesek letapogatni egyetlen másodperc alatt. A gyakorlatban ezt csak részletek felmérésekor érdemes kihasználni, ugyanis a keletkező adatállomány óriási méretű lesz. A felvett pontok sűrűsége, egymástól mért távolsága a feladattól függően változhat. Gyakorlati tapasztalataink szerint a régészeti jelenségek felméréséhez az optimális beállítás az, ahol a szkennerek által előállított pontfelhő pontjai a szkennertől számított 10 méter távolságban 3 milliméterre helyezkednek el egymástól. Ebben az esetben az optimális tárgyátvolság 20 m körül van (az általunk használt szkennerek hatótávolsága 0,3 m-től 187 m-ig terjed). Lehetőség van azonban magasabb minőségi igények esetén akár 0,6 mm felbontás beállítására is, szintén 10 m-re vetítve. Ebben az esetben viszont számolni kell azzal, hogy a mérési idő órákra emelkedik, a mért állomány mérete pedig drasztikusan, szinte kezelhetetlen mértékben megnő.

A szkennerekbe épített fényképezőgép az esetek többségében nem ad megfelelő minőségű, felbontású képet, ezért színhelyes textúra elkészítéséhez a szkennerek helyére pontosan illesztett, jó minőségű kamerával és objektívvel fényképfelvételeket is készíthetünk. A földi lézerszkenneres felmérés eredményének az egységes országos vetületi (EOV) rendszerben való elhelyezését GNSS (Global Navigation Satellite System) vevő alkalmazásával oldjuk meg. Az általunk használt földi szkennerek lézere Class I-es besorolású, amely nem jelent veszélyt az emberi egészségre.

Tárgyak, régészeti leletek szkennelése

A tárgyak 3D felmérésére általában strukturált fényvel működő berendezéseket használunk. Ezek az eszközök néhányszor tízmikronos felbontással és a felbontási érték harmadának-negyedének megfelelő pontossággal képesek letapogatni a tárgyakat. A feladat jellegétől függő munkatér megfelelő kiválasztása (tehát annak meghatározása, hogy mekkora területet szkennelhetünk egyszerre) a lencserendszerek cseréjével érhető el.⁴

⁴ Az általunk használt Breuckmann smartSCAN szkennerek esetében 25×20 mm-től 1175×975 mm-ig változtatható.

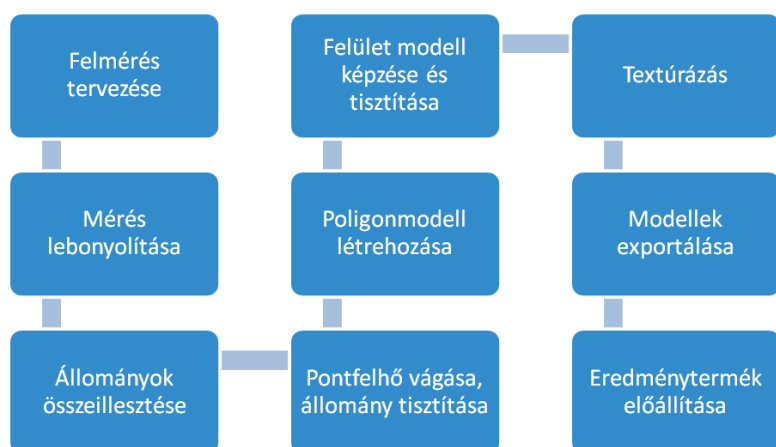
A felmérés és feldolgozás gyakorlata

Nyilvánvaló, hogy a földi és tárgyszkennernek is csak azt képesek felmérni, amit „látnak”. A mérési pontok megfelelő számú és elhelyezésű kiválasztásánál úgy járunk el, mintha a szemünkkel néznénk végig a felmért jelenséget. Keressük azokat a nézőpontokat, ahonnan minden részlet, takarásban lévő felület látható. A mérés alapos megtervezése időben hosszadalmasnak tűnő, de a feldolgozás során kifizetődő tevékenység.

Bármilyen gondos is legyen a tervezés és a kivitelezés, lehetetlen elkerülni, hogy ne legyenek felmeretlen területek. Ezeket a „lyukakat” a feldolgozás során programmal segített, a környezethez, illetve a rendelkezésre álló fényképfelvételekhez igazodó megoldásokkal lehet kitölteni, többségében megnyugtató módon. A különböző mérési pontokból felvett állományok összekapcsolására földi szkennerek esetében kapcsoló pontokat (*target*) használunk. Korábban ilyenek használatára a tárgyszkennernek esetében is szükség volt. Az általunk alkalmazott korszerű színes tárgyszkennernek képesek a tárgy formája és textúrája alapján fogódzókat keresni, és a szkennelt állományokat ezek alapján összekapcsolni. Bár a mérés lebonyolítása egy-egy mérőpontból csak néhányszor tíz percet vesz igénybe, egy néhány száz négyzetméteres ásatási terület felmérése egy teljes napot biztosan igényel. Ez azonban még így is sokkal rövidebb idő, mintha az ásatást hagyományos felméréssel és az illesztő pontok rögzítése miatt mérőállomással mérnénk fel. A mérési adatok feldolgozása a felmérési időnek körülbelül húszszorosa alatt végezhető el. Tárgyak esetében is hasonlóan számolhatunk.

A SZKENNELT ÁLLOMÁNY FELDOLGOZÁSA

A különböző mérési pontokból szkennelt adatállomány összeillesztésére (regisztrációjára) általában az eszköz gyártója által készített programot használjuk. A mérés eredményeként előállt néhány milliárd pontból leválasztjuk a feleslegesnek ítélt részeket (pl. fákat, bokrokat), valamint a nyilvánvalóan hibás mérési pontokat. Az így keletkezett állomány hatalmas mérete miatt még nehezen kezelhető, ezért a feladat céljától függően tovább ritkítjuk, decimáljuk azt. Az eredeti mért állományt azonban mindig megőrizzük, így az esetlegesen megváltozott igények vagy a feldolgozás során elkövetett hibák kapcsán lehetőség van a későbbi módosításra, javításra. A pontállományból közvetlenül is előállíthatunk hagyományos 2D rajzokat az elemi (diszkrét) pontok összekötésével (vektorizálás). A teljes feldolgozási folyamat további elemei a 3. képen követhetők. A földi és a tárgyszkenner használata során a mérési, feldolgozási folyamatok alapvetően nem térnek el egymástól. Az objektum, illetve tárgy jellege, a kitűzött cél és az elképzelt végtermék módosíthat a részfolyamatokon, egyes lépéseket hangsúlyosabbá, másokat súlytalanabbá, esetleg feleslegessé tehet. Tárgyszkennelés esetén például kisebb jelentőségű a mérés tervezése, míg összetett, nagy kiterjedésű objektumok esetén a hatalmas fájlméretek miatt kivihetetlen lehet a poligonképzés. A tárgyszkennernek közvetlenül képesek a poligonháló előállítására, ezért ebben az esetben a pontfelhő vágása marad el.

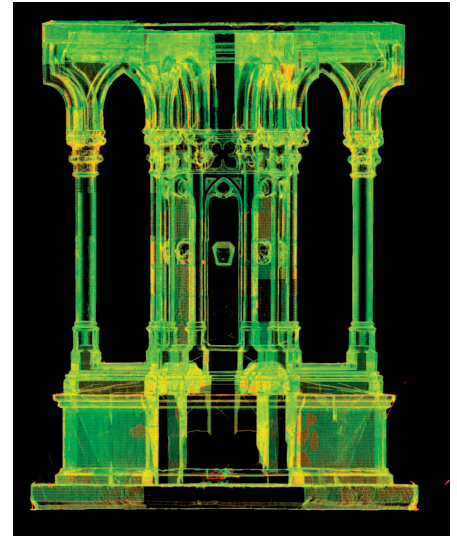


3. kép: A mérés és feldolgozás általános folyamatának lépései

A MUNKA EREDMÉNYE

Fontos, hogy a felmérés előtt a régészek és a felmérés, feldolgozás technológiájának szakértői együtt határozzák meg a mérés céljait és határait, az elvárt pontsűrűséget és pontosságot, az elkészítendő rajzok tulajdonságait, tűréseit, a fényképekkel szembeni elvárásokat, a megjelenítés, a publikálás formáját, az átadásra kerülő adatok formátumát, az eredménytermékeket. Mivel ma, a „tanulási fázisban” még mindezen igények keretei kialakulóban vannak csak, egyelőre nem egészen a leírtak szerint dolgozunk. Egy olyan állományt készítünk el, amely a lehető legnagyobb pontosságú, a lehetséges legtöbb részletet tartalmazza, és ebből a különböző szakemberek igényeinek megfelelően szinte bármit előállíthatunk.

A mérés céljának és célközönségének tisztázása alapvető fontosságú. A tudományos igényű dokumentáció, a kulturális és oktatási célú bemutatás, illetve a világhálón való megjelenítés gyökeresen eltérő megoldásokat kívánnak. Egy régészeti jelenség pontos állapotának pillanatfelvétel-szerű rögzítéséhez vagy egy tárgy lehető legrészletesebb 3D bemutatásához a legjobb paraméterekkel bíró mérés kívánatos. Az így keletkezett fájlok csak a legkorszerűbb és leggyorsabb számítógépekkel, célszoftverek segítségével kezelhetők. Ugyanakkor a webes megjelenítés kellően kis méretű, „lebutított” állományokat kíván. A két végletet egyformán jól kiszolgálni ugyanazokkal az eszközökkel nem lehetséges. Ma még együtt kell élni a ténnyel, hogy a felméréshez használt hardverek egy jelentős lépéssel a feldolgozáshoz és megjelenítéshez rendelkezésre álló szoftverek előtt járnak.



4. kép: A visegrádi palota díszudvarának I. Lajos kori kútja. Hamisan színezett pontfelhő



5. kép: Pomáz-Nagykovácsi-pusztá templomrom feltárás közben. A képen egy öt álláspontból készült, 225 millió pontot tartalmazó pontfelhőt látunk.

Sokan tartanak attól, hogy elektronikusan rögzített adatok elveszhetnek, illetve a gyakorta változó adatformátumok miatt az idő múltával olvashatatlanok lesznek. Gondot okoz a szabályozatlanság, a gyártók által használt számtalan formátum is. Léteznek azonban olyan elemi szintű formátumok, amelyekre nem hat az idő múlása, bármikor feldolgozhatók lesznek (pl. ASCII).

Az eddig bemutatottak mellett számtalan olyan lehetőséget említhetnénk, amelyeknek kihasználását csak a 3D mérési technológia



6. kép: Mária szoborcsoport Szegeden. Tárgyszkennelés (balra), a földi szkennер színezett pontfelhője (középen), 3D nyomtatott szobor (jobbra)

teszi lehetővé. Ezek közül kiemelnénk a 3D nyomtatást, amellyel a múzeumi tárgyak a valóságot nagyon megközelítő módon állíthatók elő és ily módon akár „haza is vihetők.”⁵

A nemzetközi tapasztalatra alapozva ma már biztonsággal állíthatjuk, hogy az általunk bemutatott technológiák nagyban hozzájárulnak kulturális értékeink pontos dokumentálásához, jobb bemutatásához, az érdeklődés felkeltéséhez. A korábbiaknál pontosabb, részletesebb dokumentáció viszont nem adhat felmentést kulturális értékeink elbontására, rombolására, sokkal inkább tekinthető új lehetőségnek azok megőrzésében, védelmük megerősítésében.

AJÁNLOTT IRODALOM

JONES, DAVID M. (ed.)

3D Laser Scanning for Heritage (second edition). Advice and guidance to users on laser scanning in archaeology and architecture. English Heritage Publishing, 2011. http://www.english-heritage.org.uk/publications/3d-laser-scanning-heritage2/3D_Laser_Scanning_final_low-res.pdf

IOANNIDES, M. – FRITSCH, D. – LEISSNER, J. – DAVIES, R. – REMONDINO, F. – CAFFO, R. (eds)
Progress in Cultural Heritage Preservation. 4th International Conference, EuroMed 2012, Lemessos, Cyprus, October 29 - November 3, 2012, Proceedings. New York: Springer, 2012.

REMONDINO, FABIO

Heritage Recording and 3D Modeling with Photogrammetry and 3D Scanning. *Remote Sensing* (2011)/ 3, 1104–1138. <http://www.mdpi.com/2072-4292/3/6/1104>

[International Journal of Heritage in the Digital Era](#) ISSN 2047-4970 Multi Science Publishing

⁵ A 3D nyomtatásról a legfrissebb hírek itt olvashatók: <http://www.guardian.co.uk/technology/3d-printing>