



SOPRONI
EGYETEM |

ERDŐMÉRNÖKI
KAR



Erdészeti Tudományos Konferencia Kiadványa 2024

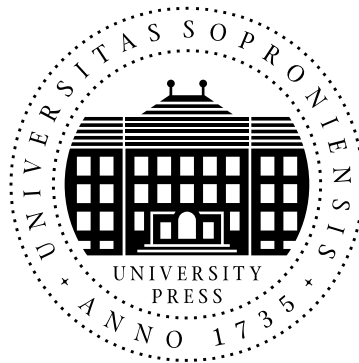
Szerkesztette: Czimmer Kornél, Vágvölgyi Andrea, Kovács Gábor



Erdészeti Tudományos Konferencia Kiadványa 2024

Szerkesztette:

Czímber Kornél, Vágvölgyi Andrea, Kovács Gábor



SOPRONI EGYETEM KIADÓ

SOPRON, 2025

Erdészeti Tudományos Konferencia Kiadványa
2024

Felelős kiadó: **Prof. Dr. Fábián Attila**

a Soproni Egyetem rektora

A kiadványt szerkesztette:

Dr. Czimmer Kornél, Dr. Vágvölgyi Andrea, Dr. Kovács Gábor

A kiadványban megjelent cikkeket lektorálták:

Dr. Ambrus András, Dr. Bazsó Tamás, Dr. Bidló András, Dr. Brolly Gábor, Dr. Csiszár Ágnes, Csépanyi Péter, Dr. Czimmer Kornél, Elekné Dr. Fodor Veronika, Dr. Folcz Ádám, Dr. Frank Norbert, Dr. Führer Ernő, Dr. Gribovszki Zoltán, Dr. Heil Bálint, Dr. Herceg András, Dr. Horváth Tamás, Dr. Illés Gábor, Dr. Jánoska Ferenc, Dr. Kalmár Sándor Flóris, Dr. Király Géza, Dr. Korda Márton, Dr. Kovács Gábor, Dr. Polgár András, Dr. Pájer-Gálos Borbála, Szalai Áron, Szász Botond, Dr. Tari Tamás, Dr. Tari Tamás, Dr. Tuba Katalin, Dr. Vityi Andrea, Dr. Zagyvai Gergely, Zagyvainé Dr. Kiss Katalin Anita

A kiadvány a 2024-es Erdészeti Tudományos Konferencián elhangzott előadásokhoz közvetlenül kapcsolódó tudományos publikációkat tartalmazza.

Címlapon: Bükk-vidék, Szalajka-völgy, fotót készítette: Dr. Czimmer Kornél

Soproni Egyetem Kiadó

Sopron, 2025.

ISBN 978-963-334-565-8 (pdf)

<https://doi.org/10.35511/978-963-334-565-8>

Creative Commons license: CC BY-NC-SA 4.0 DEED



Az online verzió elérhetősége:

https://emk.uni-sopron.hu/images/dekani_hivatal/Kiadvanyok/ETK_2024.pdf

Ajánlott hivatkozás:

Czimmer K., Vágvölgyi A., Kovács G. (szerk.) (2025): Erdészeti Tudományos Konferencia Kiadványa 2024, Soproni Egyetem Kiadó, Sopron.

Tartalom

Ács Norbert, Czimer Kornél: Fafajosztályozás eltérő időpontú és geometriai felbontású műhold- és légifelvételek alapján.....	7
Ágoston Hunor, László Richárd: Varjúfélék által hordozott jelentősebb patogének.....	14
Ágoston Hunor, László Richárd: A dolmányos varjú táplálkozásbiológiája.....	20
Balázs Pál, Horváth Adrienn, Végh Péter, Katona Máté, Bidló András: Tátika Erdőrezervátum felszínborításának változása történeti térképek alapján.....	26
Borovics Attila, Illés Gábor, Fonyó Tamás, Kottek Péter, Király Éva: Alkalmazkodás és a klímaváltozás mérséklése az erdészeti- és faipari szektorban.....	32
Brolly Gábor: Point2Pixel: Egy alkalmazás LiDAR adatok képfarmátumra történő átalakítására.....	40
Csóka Gergely: Zöldfelületek jelentősége az éghajlatvédelmi hatásvizsgálatok és kockázatelemzések során, budapesti kerületek példáján.....	46
Dominkó Emese, Kovács Zoltán, Rétfalvi Tamás: A GreenBee Projekt referencia területeiről származó pollenek vizsgálati eredményei.....	55
Frank Norbert: Erdészeti hatóság szakcionáló döntései.....	63
Gergál-Gombási Mónika, Hernádi Hilda Ágnes, Heil Bálint: A talajtulajdonságok változásának vizsgálata biológiai rekultiváció hatására az iharkúti bányarekultiváció területén.....	68
Gribovszki Katalin, Rábai Dóra, Bazsó Tamás, Szalai Sándor, Brolly Gábor: Sértetlen, de sérülékeny gyertyaszál alakú állócseppkő digitális háromdimenziós alakjának elkészítése barlangi lézerszkenneléssel történő adatgyűjtés felhasználásával a Detrekői-zsombolyban (Szlovákia).....	76
Herceg András, Kalicz Péter, Nejc Bezak, Klaudija Lebar, Katarina Zabret, Zagvyainé Kiss Katalin Anita, Gribovszki Zoltán: Az éghajlatváltozás hatása egy bükkös lombkorona-intercepciójára.....	87
Horváth Attila László, Szakálosné Mátyás Katalin: Szimulátoros gépkezelő képzés kezdeti tapasztalatai Ponsse Fox és Ponsse Ergo harveszter esetében.....	93
Horváth Béla, Major Tamás: Gödörfúró robot alkalmazásának teljesítmény- és költség-elemzése.....	100
Horváth Bálint, Scherer Zoltán, Körösi Ádám, Bolla Bence, Molnár Ta-Más, Szentirmai István: A sápadt szemeslepke (<i>Lopinga achine</i> (Scopoli, 1763)) őrségi populációinak ökológiai jellemzői és élőhelyfejlesztési irányvonalai.....	106
Horváth Ferenc, Bakó Gábor, Bidló András, Bíró Attila, Csicsek Gábor, Kovács Gábor, Mányoki Gergely, Molnár Csaba, Papp Mónika, Szegleti Zsófia, Vig Ákos, Vig Tamás, Bölöni János: A Kékes Erdőrezervátum őserdő-maradványának faállománya.....	113
Indic Boris, Sipos György: Kárpát-medencei fehérkorhasztó gombák faanyag-bontó képességeinek genomikai szintű összehasonlító vizsgálata.....	121
Jagodics Anikó, Führer Ernő: Időjárás hatása a humusz szervesanyagára zalai bükkösökben.....	128
Janzsó Milán Gábor, Vágvölgyi Andrea: Szelektív hulladékgyűjtés népszerűsítése applikáció segítségével.....	135

Peter Kalicz, Abdelbagi Y. F. Adam, Zoltan Gribovszki: Initial Time Series Analysis of Climate Variability in White Nile State, Sudan, From 1981 to 2021	142
Kapocsi Gergely, Horváth Sándor, László Richárd: A vadállomány nagyságának és összetételének hatása a vadászati jog haszonbérleti díjára.....	149
Katona Máté, Végh Péter, Balázs Pál, Bidló András, Horváth Adrienn: A talajok víztartó- és vízszolgáltató képességének vizsgálata Fenyőfő község határ erdeiben	153
Kéri Katalin: Erdők, fafajok és fafelhasználás a firenzei kódexben.....	159
Kertész Péter, Király Géza: Fafajosztályozás idősoros multispektrális felvételek alapján.....	167
Király Éva, Borovics Attila: A fatermékek termék- És Energiahelyettesítési hatásainak számszerűsítése	178
Király Géza, László Richárd, Bende Attila: Mezei nyúl (<i>Lepus europaeus P.</i>) számlálás lehetőségei hőkamerás felvételek felhasználásával.....	185
Király Géza, Vityi Andrea: UAV-s felmérések a REFOREST projekt keretében.....	196
Kocsis István Attila., Zsuposné Oláh Ágnes, László Zoltán, Juhász Evelin Kármén, Mocos Béla, Tállai Magdolna, Sándor Zsolt: A teljes talaj-előkészítés hatása a feltalaj szervesanyag-tartalmára erdőfelújítás esetén a Dél-Nyírségben.....	202
Kollár Tamás: Új erdőnevelési modell táblák az új fatermési táblák alapján	210
Kollár Tamás: Fatermési táblák és függvények paraméter készlete a magyarországi fafajok erdőállományinak becsléséhez	216
Kovács Márk Ferenc: Élőhely-fragmentációs hatások megítélése Magyarországon szakirodalmi adatok alapján	224
Kökény Gergely, Szekrényes Tamás, Kalicz Péter: A fák törzsátmérő változásának mérése újszerű módszerrel, a nedváramlással és a meteorológiai adatokkal összefüggésben.....	235
László Richárd: A közép fokú duális képzés első tapasztalatai az erdészeti ágazatban.....	240
Major Tamás, Hári Zsolt, Horváth Béla: Erdősítésben alkalmazott gödörfúró robot jellemzése és üzemeltetésének eddigi tapasztalatai.....	245
Molnár Tamás, Szabó András, Horváth Bálint, Bolla Bence: Országos szintű aszályfelmérés Sentinel-2 űrfelvételeken	250
Muraközy Lili, Kiss Márton, Kalicz Péter, Gribovszki Zoltán: A soproni botanikus kerti állomás adatainak hidrometeorológiai célú elemzése	256
Nagy Eszter, Zám Izabella: Vadfajok lakott-területi előfordulása Sopronban	264
Ormos Balázs: Erdészeti erdei iskolák erdőmérnöki szemlélettel.....	270
Rácz Viktor, Szajkó Gabriella, Kis András, Paizs László: Áröszöntők szerepe a széndioxid-megkötés fokozásában a magyarországi erdőgazdálkodásban	276
Sárközy Áron, Jánoska Ferenc, Sándor Gyula, Bende Attila: Az örvös galamb (<i>Columba palumbus L.</i>) terítékadatainak elemzése Magyarországon.....	284
Somogyi Zoltán: Hogyan dolgozhatjuk ki a legjobb klímaváltozási stratégiát??	291
Szabó Márton, Király Géza: Sentinel 2 alapú szolgáltatásszerű fafajosztályozás összevetése az Országos Erdőállomány Adattár adataival.....	299
Szakálosné Mátyás Katalin, Szélessy Tünde, Zagyvai Gergely: Marteloscope mintaterület kialakítása és felvételezésének előzetes eredményei a Soproni-hegységben.....	306

Szalai Áron, Király Géza, Brolly Gábor: Terepi referencia mérések ellenőrzése légi lézeres felmérések alapján	315
Szász Botond, Czimmer Kornél, Király Géza: Digitális domborzatmodell-elemzés a Dudlesz-erdő területén a SoilSense projekt keretein belül.....	322
Vágvölgyi Andrea, Csiszár Ágnes, Király Géza, Polgár András, Tuba Kata-Lin, Winkler Dániel, Vityi Andrea: Agrárerdészet ökoszisztéma szolgáltatásainak modellezése és gazdasági integrációja	327
Vágvölgyi Andrea, Hofmann Tamás, Polgár András, Rétfalvi Tamás, Tuba Katalin, Visiné Rajczi Eszter, Vityi Andrea: Agroökológiai stratégiák a gyomkorlátozásban.....	332
Végh Péter, Balázs Pál Horváth Adrienn, Bidló András: A szerves szénkészlet megkötésének és tárolásának vizsgálata Külső Somogy és Tolna–Baranyai Dombvidék erdőállományai talajában.....	338

POINT2PIXEL: EGY ALKALMAZÁS LIDAR ADATOK KÉPFORMÁTUMRA TÖRTÉNŐ ÁTALAKÍTÁSÁRA

Point2Pixel: An application to convert LiDAR data to raster format

BROLLY GÁBOR

Soproni Egyetem, Geomatikai és Kultúrmérnöki Intézet
brolly.gabor@uni-sopron.hu

Kivonat

A saját fejlesztésű alkalmazás célja vezető nélküli légi eszközről (UAV) készített LiDAR felmérések raszter formátummá történő átalakítása, ami az eredeti adatmennyiség csökkentésével, és a lényegi jellemzők kiemelésével hatékonyan segíti a LiDAR adatok vizualizációját, ellenőrzését, és feldolgozását. Az előállított kép georeferált, raszteres formátumú, a pixel értéke a pontmérések egy kiválasztott jellemzőjének (magasság, intenzitás, színekomponeensek) leíró statisztikája, vagy a teljes repülési sorra vonatkozó információ (elhelyezkedés, átfedés). A statisztika számításához a pontmérések három jellemző szerint szűrhetők (befoglaló koordináták, visszaverődés, tematikus osztály). Az elkészült kép geoinformatikai vagy képfeldolgozó szoftverben megjeleníthető, ami lehetővé teszi a felmért terület jellemzőinek áttekintését, és a területi lefedések ellenőrzését. A raszter további feldolgozásokhoz bemenő adatként is felhasználható.

Abstract

The goal of the self-developed application is the conversion of Unmanned Airborne Vehicle (UAV) LiDAR point clouds to raster format, which supports data visualization, quality assessment, and further processing by reduction of the original data and extraction of relevant point features. The resulted raster is geo-referenced; pixels hold a descriptive statistics over a selected point feature (height coordinate, intensity, colour components), or a value related to the corresponding LiDAR stripes (location, overlap). Prior the statistical computation, combination of three filter rules are available (bounding coordinates, return, and thematical class). The resulted raster is easy to display using any GIS or image processing software package, which allows review over the captured area, and check on the achieved data coverage. The raster is to be used as source data for further processing.

Bevezetés

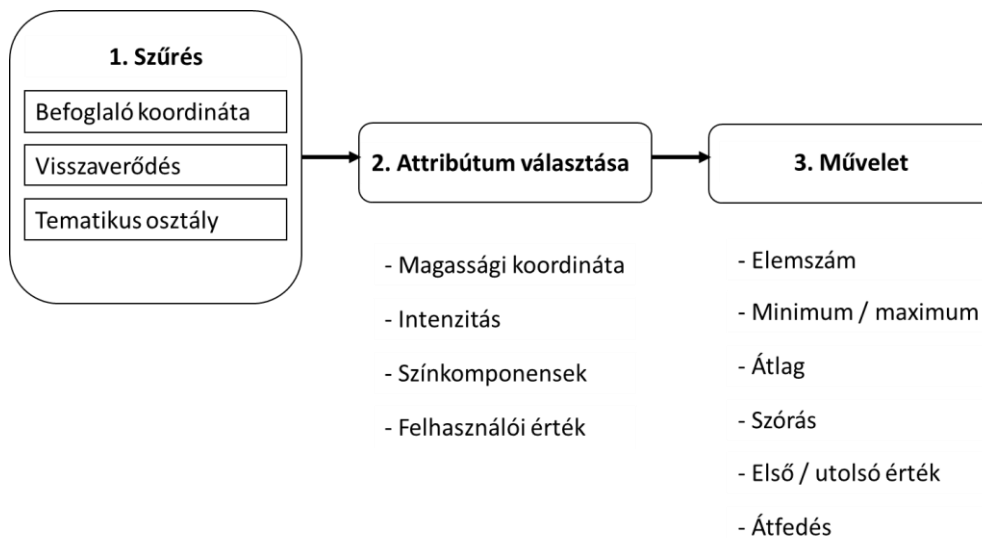
A LiDAR pontok a térbeli koordinátán kívül – a szenzor típusától, és az előfeldolgozás szintjétől függően – változatos leíró adatokat tartalmaznak. Az intenzitás, amplitúdó, jelszélesség, színekomponeensek közvetett módon jellemzik a felmért objektumot; a GPS idő, a visszaverődés sorszáma, az összes visszaverődés száma a jel terjedésére utal; míg a pontforrás azonosítója, a tematikus osztály kódja pedig a felmérés, illetve megelőző feldolgozás eredménye. A leíró adatok tárolásának bizonyára legelterjedtebb formája a LAS fájlformátum, ami több verzióban széleskörű lehetőséget nyújt a különféle jellemzők szabványos rögzítésére (ASPRS, 2019).

A pontthalmaz lefedettségének és leíró adatainak áttekintése megoldható ugyan közvetlenül a vektoros formátumban tárolt pontmérések megjelenítésével, ez azonban a teljes adatmennyiség feldolgozását igényli, ami erőforrás- és időigényes. Bár a fejlett térbeli indexelési megoldások gyorsítják a megjelenítést, ezek nagyobb részt kereskedelmi alkalmazásokban érhetők el (pl. TU Wien OPALS, Leica Cyclone), és saját fájlformátumot használnak, ami a LiDAR felméréseknél adattárolási problémákat is felvet. Az elérhető ingyenes alkalmazások

pedig inkább nézegetők, amelyek nem teszik lehetővé az adatok magasabb szintű integrációját (pl. Fugro Viewer, Leica Cyclone Viewer). A programok felsorolásából nem hagyható ki a LasTools, és a CloudCompare: mindkettő hatékony, és ingyenes megoldást kínál a pontfelhők áttekintésére. Az itt bemutatásra kerülő alkalmazás elsősorban a ponthalmazok (repülési sorok) elhelyezkedésének tekintetében nyújt hatékonyabb megoldást, és az előbbiekkel ellentétben, az Erdas ERMapper fájlformátumot támogatja kimenetként.

Anyag és módszer

A LiDAR adatok áttekintéséhez hatékony, mégis egyszerűen megvalósítható megoldás az egyes pontmérések jellemzőinek térbeli összevonása. Ez azt jelenti, hogy a teljes ponthalmaz állományt elemi területekre bontjuk, és a területhez köthető pontmérések adatait egy leíró statisztikai mutatóval reprezentáljuk. A legegyszerűbb elemi terület négyzet alakú, ami azzal az előnnyel jár, hogy a rá vonatkozó mutató egy raszterkép pixeleként közvetlenül megjeleníthető. Tulajdonképpen csak az egyes pixelértékeket kell kiszámolni a pontmérések valamely jellemzője alapján, a megjelenítés már egy tetszőleges GIS szoftverre bízható. A LiDAR adatok áttekintő értelmezése során elsősorban a jellemzők területi eloszlását vizsgáljuk. Mivel a térbeli pontkoordináták az aggregáció során elveszítik egyedi jellemzőjüket, így a részletekre fókuszáló feladatokhoz, például alakfelismeréshez, továbbra is az eredeti ponthalmaz nyújtja a legtöbb információt.



1. ábra: Az eljárás főbb lépései és paraméterei.

Az eljárás főbb lépései, és a hozzá tartozó paraméterek összefoglalása az 1. ábrán látható. A bemeneti adatok tömörítés nélküli LAS ponthalmazok. Több sorból álló repülési tömb esetén egy szövegfájlba kell megadni a forrásadatok elérési útját. A program konzolos alkalmazás formájában valósult meg, ami parancssorból vagy kötegfájlból futtatható. Az alkalmazás bemutatására a CHC Navigation Hungary Kft. Pilisszántó községhatárban, CHCNav Alpha Air450-es UAV rendszerrel (CHCNAV, 2021) végrehajtott felmérési adatai szolgálnak. Az alkalmazással készített raszterek megjelenítése a QGIS szoftverrel történt.

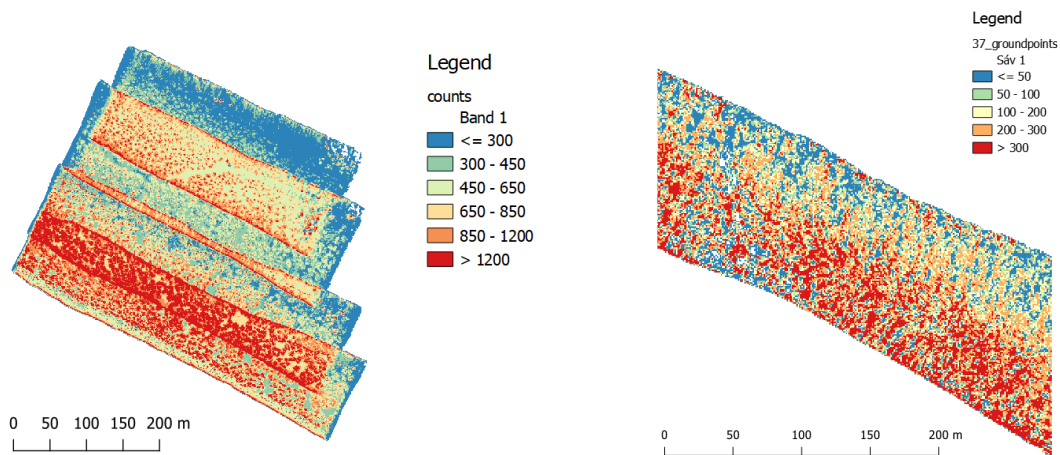
Eredmények és következtetések

Az elkészült alkalmazásban háromféle szűrési mód kombinálásával válogathatunk a pontmérések között. A befoglaló koordináták megadásával téglalap alakú kivágatra, vagy magassági tartományra korlátozzuk a feldolgozást. Utóbbi a kiugró magasságú mérések kizárására használható, de akkor is hasznos, amikor a pontok magassága már a földfelszínre

vonatkozik, mert vékony metszeteket készítve, a jellegzetes alakú tereptárgyak, például a kerítések nyomvonalai, jól kivehető. A második lehetőség a lézer visszaverődési jellemzője, ami lehet első, utolsó, közbenső, vagy egyszeres visszaverődés (LIM ET AL., 2003). A szűrés harmadik lehetősége a pont tematikus osztályához kapcsolódik, ami azt mutatja meg, hogy a pont milyen jellegű felületen van. Az előbbiekkal ellentétben, az osztály csak az adatgyűjtés után határozható meg, bár egyes szoftverek, így a DJI Terra, a pontfelhők tájékoztásával egyidőben elvégzik a pontok osztályozását is. A LAS fájlok az ASPRS szabványban meghatározott osztályokat tartalmazhatják, amelyekre a hivatkozás a szabványban definiált kódokkal történik. A gyakorlatban leginkább a tereppont osztályba sorolt pontok szűrésére lehet szükség.

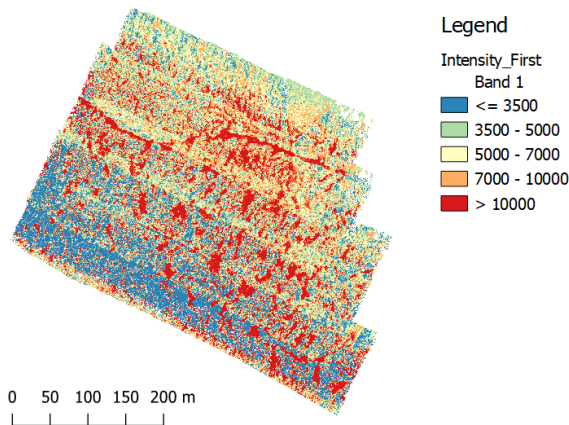
Az attribútumok, amelyek a statisztikák alapját képezik, két csoportba sorolhatók. Az első csoport a pontjellemzőket tartalmazza, amit a felmérésre használt szenzor tulajdonságai, a pontok tárolására használt LAS fájl verziója, valamint a pontok esetleges feldolgozottsága határoz meg. A program a pontjellemzők közül jelenleg a magassági koordináta, a visszavert jel intenzitása, valamint a pont vörös, zöld, és kék színkomponens értékeit tudja feldolgozni. A második csoportot a felhasználó által adott értékek képviselik, amelyek a repülési sáv, pontosabban a pontfelhőt tartalmazó fájl minden elemére azonos. Ennek köszönhetően, a felmért területre maszkot lehet készíteni, a repülési sávokat színekkel megkülönböztetni, vagy az átfedések mértékét ábrázolni.

A cella területén található pontok kiválasztott attribútumából különböző műveletekkel számíthatjuk a cella értékét. A pontjellemzőkre hagyományos leíró statisztikák, például elemszám (2. ábra, 3. ábra), átlag (4. ábra), terjedelem (5. ábra) számíthatók.

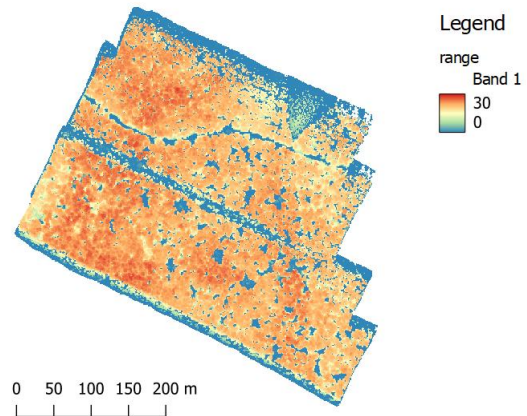


2. ábra. Pongsűrűség: A pixelenkénti pontszámok színekkel történő megjelenítése. A terepi felbontás 1 méter, a színskála nem lineáris. A sorok átfedésénél a pontszám megnövekszik.

3. ábra. Pongsűrűség egy repülési sávban, csak a tereppont osztály tagjainak figyelembe vételével. A pontokat előzetesen a LasTools programmal osztályoztuk.



4. ábra. Intenzitáskép: Az első visszaverődések intenzitásértékének számtani átlaga. A színskála nem lineáris. A talajt és a burkolt utat a sima felületük miatt nagyobb intenzitás jellemzi.



5. ábra. Az egy pixelen belüli magassági koordináták terjedelmét ábrázoló kép, ami a növényzet magasságát mintavételezi. A színskála lineáris.

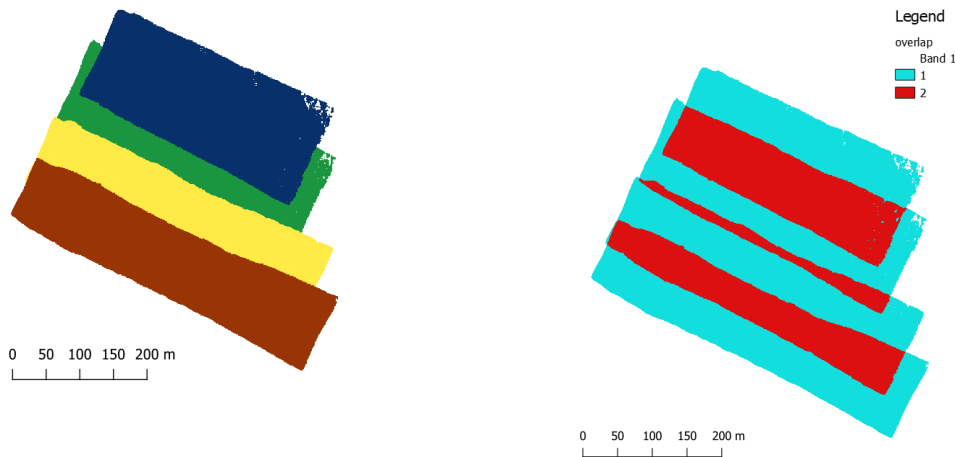
A kék, zöld, vagy vörös színek kompozensek tetszőleges statisztikájából egy-egy raszter készíthető, amiből a képfeldolgozást támogató bármely GIS szoftverben színek kompozit állítható össze (6. ábra). Az egyes repülési sávokat tartalmazó pontfelhő fájlokhoz a felhasználó által meghatározott indexek rendelhetők, amivel a fájlban tárolt minden pontmérés rendelkezni fog. Sávonként azonos érték használatával a teljes repülési tömb által lefedett terület ábrázolható (7. ábra), míg egyedi értékekkel a repülési sorok elhelyezkedését tekinthetjük át (8. ábra). Speciális művelet az átfedés, ami megmutatja, hogy egy cellában hány különböző repülési sávból származnak pontmérések (9. ábra). Ezzel a funkcióval a repülési tervben névlegesen meghatározott átfedési viszonyok teljesülését ellenőrizhetjük. Tulajdonképpen azt mutatja meg, hogy az adott cellában található objektumoknál hány irányból történt a felmérés, ami a földi lézeres letapogatások tapasztalatai alapján (BROLLY – KIRÁLY, 2018) légi felmérések alkalmával is fontos előrejelzője lehet az egyes fák felismerési, és becslési pontosságának.



6. ábra. LiDAR pontokhoz társított vörös, zöld, és kék színek kompozensekből összeállított kép.



7. ábra. Területlehatárolás a felmért pont-halmaz alapján. Háttérkép: ©Google Satellite



8. ábra. Repülési sorok: Az egyes repülési sorokban felmért területek egyedi színnel jelölve

9. ábra. LiDAR repülési sávok átfedése. A pixel értéke azt mutatja, hogy hány repülési sáv pontmérési találhatók meg benne.

A LiDAR adatok területi áttekintése alapvető a végrehajtott adatgyűjtés minőségellenőrzése során, például arra vonatkozóan, hogy a teljes előírt terület felmérésre került-e, vagy megvalósult-e a tervezett pontsűrűség. Az ellenőrzésen kívül hasznos lehetőség, ha egy-egy területrésről meghatározható, hogy mely repülési sávok tartalmazzák a rá vonatkozó adatokat. A magassági koordináták, illetve a leíró adatok áttekintő megjelenítése pedig akkor hasznos, ha a ponthalmaz alapján vizuális interpretációt, tematikus osztályozást vagy alakfelismerést akarunk végezni. Példaként említhető, hogy a magassági koordináták terjedelme közvetlenül a tárgyak vagy növényzet magasságára utalhat, az egyszeri visszaverődések magas aránya pedig olyan felületre, ami áthatolhatatlan a lézer számára (földfelszín, épület, jármű).

Számos LiDAR feldolgozó szoftver kínál vektor – raszter átalakítást, így az Opals (PFEIFER et al. 2014), a CloudCompare (cloudcompare.org), és a LasTools (HUG et al., 2014). Elismerve, hogy az általunk fejlesztett kis alkalmazás nem versenyezhet ezeknek a szoftvereknek a funkciókészletével, mégis, két szempontból jobban beleillik az általunk támogatott feldolgozási láncba. Már a jelenlegi verzióban lehetőségünk van saját igényű műveletek elvégzésére (sávonkénti azonosítás, átfedések vizsgálata), amelyeket az előbb említett szoftverekkel több lépésben vagy utómunka árán lehetne elvégezni. Speciális igény felmerülése esetén az alkalmazás bővíthető. Az eredményeket közvetlenül Erdas ERMapper fájlformátumban szolgáltatja, amit nemcsak professzionális GIS szoftverek támogatnak (pl. QGIS, TopoXMap), hanem intézeti fejlesztésű, kisebb alkalmazásaink is.

Köszönetnyilvánítás

Jelen publikáció a TKP2021-NVA-13 azonosítószámú projekt keretében a Kulturális és Innovációs Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a TKP2021-NVA pályázati program finanszírozásában valósult meg.

Irodalomjegyzék

- ASPRS (2019): LAS Specification 1.4 - R15. The American Society for Photogrammetry & Remote Sensing, Bethesda, Maryland.
- BROLLY, G. – KIRÁLY, G. (2018): Lézerszkenneres faállomány-becslési eredmények összehasonlítása a felmérési mód, és az állományjellemzők alapján. Soproni Egyetem Erdőmérnöki Kar VI. Kari Tudományos Konferencia Sopron, Magyarország : Soproni Egyetemi Kiadó (2018) 128-132.

- CHCNAV (2021): AlphaAir 450 UAV liDAR. CHCNavigation Europe, Budapest. https://chcnavigation.hu/wp-content/uploads/2021/07/aa450_magyar.pdf
- HUG, C. – KRZYSTEK, P. – FUCHS, W. (2004): Advanced lidar data processing with LasTools. XXth ISPRS Congress, Istanbul Turkey, 12-23.
- LIM, K. – TREITZ, P. – WULDER, M. – ST-ONGE, B. – FLOOD, M. (2003): LiDAR remote sensing of forest structure. *Progress in Physical Geography*, 27 (1), pp. 88-106.
- PFEIFER, N. – MANDLBURGER, G. – OTEPKA, J. – KAREL, W. (2014). OPALS - A framework for Airborne Laser Scanning data analysis. *Computers, Environment and Urban Systems*, 45, 125–136. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2013.11.002>