Vasúti infrastruktúra szegmentálása és hibaanalízise LiDAR pontfelhők alapján

TKP workshop, 2022. január 14.

Cserép Máté
mcserep@inf.elte.hu
https://gis.inf.elte.hu/

National Research, Development and Innovation Office
Hungary

PROGRAM FINANCED FROM THE NRDI FUND

Motiváció

- Vasúti infrastruktúra állapotának felügyelete
  - vizuális megfigyeléssel is fellelhető hibák detektálása;
  - biztonsági előírások megtartása és balesetmegelőzési szempontokból;
  - földi (vonatra szerelt) vagy légi (helikopterre vagy repülőre szerelt) mobil lézerszkenneléssel gyűjtött LiDAR pontfelhőkből
- Korszerű megoldások
  - pontossága nagy (pont szinten 95-97%)
  - futási idejük magas (jellemzően 6-60 perc / 100 m pályaszakasz)
  - túl sok előfeltételt támasztanak
  - így nehézkesen alkalmazhatóak nagy méretű pontfelhőkön

NATIONAL RESEARCH, DEVELOPMENT AND INNOVATION OFFICE
HUNGARY

PROGRAM FINANCED FROM THE NRDI FUND

Célkitűzés

- Robosztus, automatizálható és könnyen párhuzamosítható algoritmusok kutatása
  - Amelyek képesek a vasúti infrastruktúra objektumdetektálására
    - elsődlegesen a sínpálya és a felsővezetékek
    - később oszlopok, táblák
  - Majd a hozzájuk köthető hibakeresésre

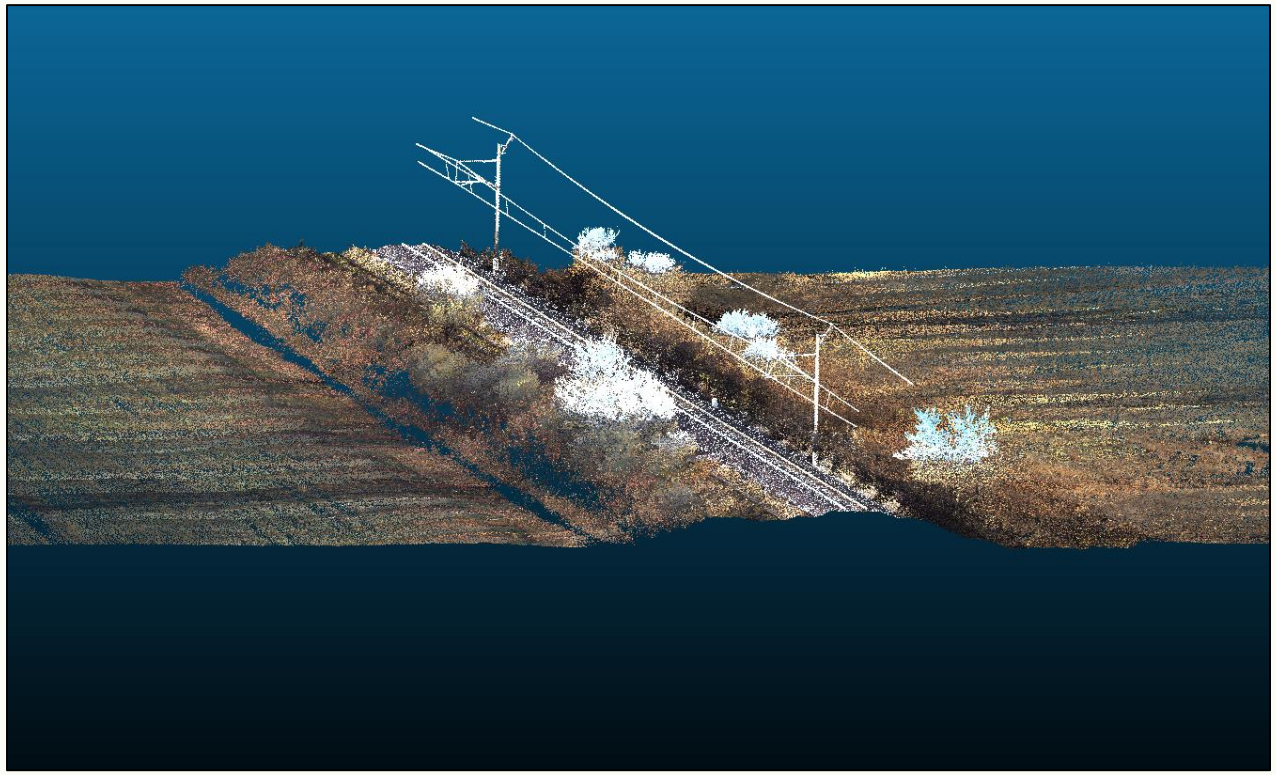
NATIONAL RESEARCH, DEVELOPMENT AND INNOVATION OFFICE
HUNGARY

PROGRAM FINANCED FROM THE NRDI FUND

Mintaadatok

- Adatgyűjtés
  - Magyar Államvasutak által
  - Riegl VMX-450 MMS szenzor
  - Mérési pontosság: 3-7 mm
  - Helyzeti pontosság: 3-5 cm

- 1. mintaterület:
  - Kiskőrösi pályaszakasz
  - 18,5 km, ~130 méter széles
  - kb. 1.54 milliárd pont

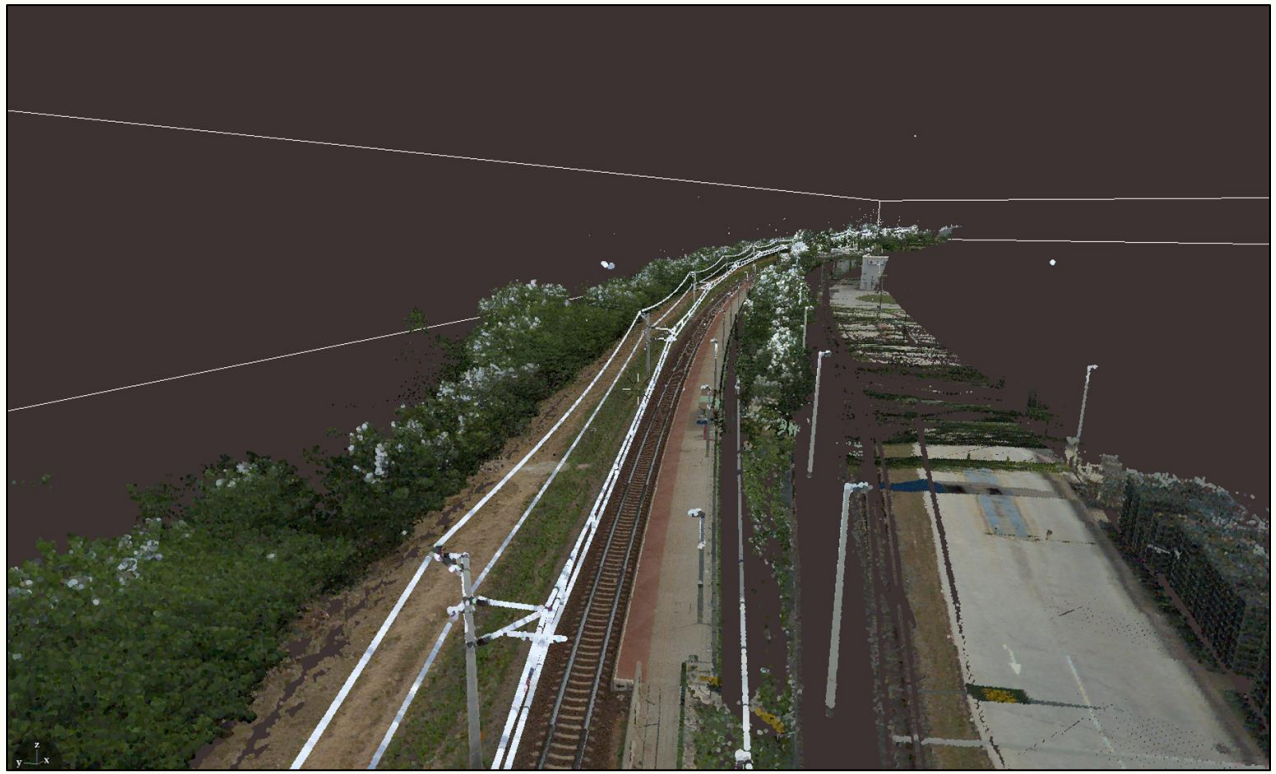


NATIONAL RESEARCH, DEVELOPMENT AND INNOVATION OFFICE
HUNGARY

PROGRAM FINANCED FROM THE NRDI FUND

Mintaadatok

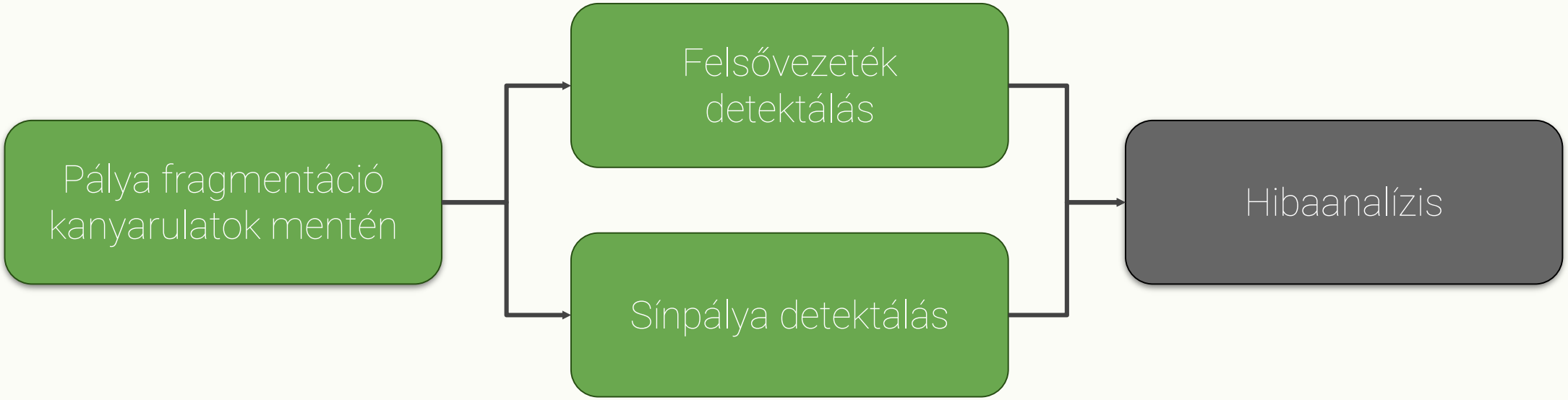
- 2. mintaterület:
  - Szentgotthárdi pályaszakasz
  - 5 km, ~90 méter széles
  - kb. 800 millió pont



NATIONAL RESEARCH, DEVELOPMENT AND INNOVATION OFFICE
HUNGARY

PROGRAM FINANCED FROM THE NRDI FUND

Módszertan



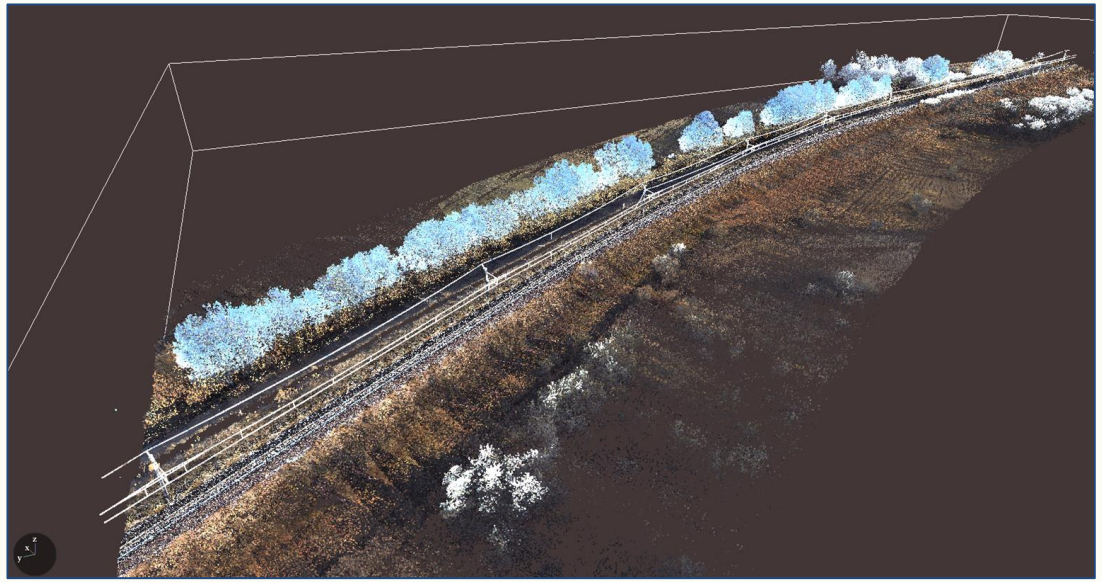
NATIONAL RESEARCH, DEVELOPMENT AND INNOVATION OFFICE
HUNGARY

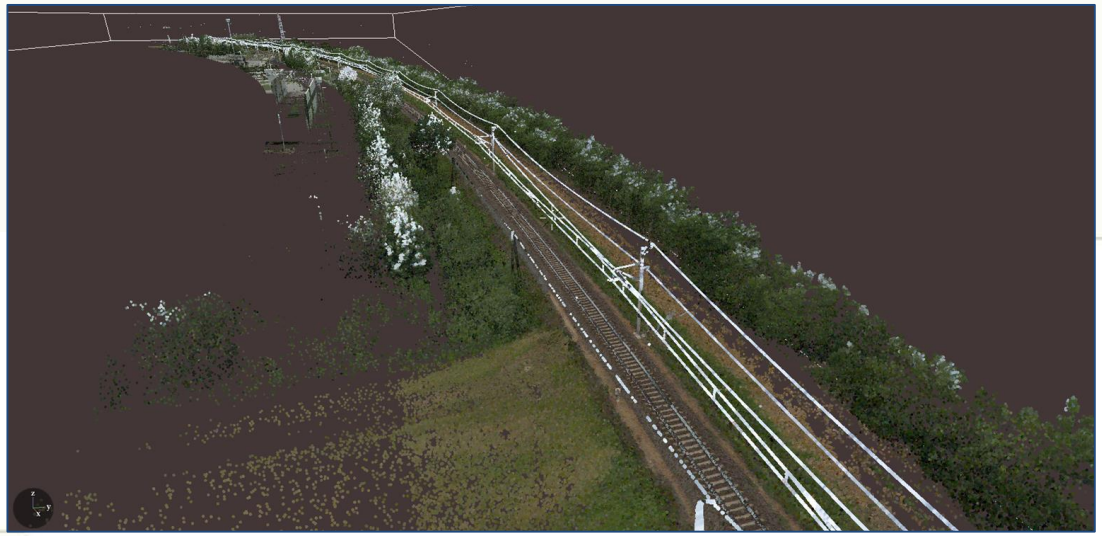
PROGRAM FINANCED FROM THE NRDI FUND

Vasúti sínpálya fragmentálása

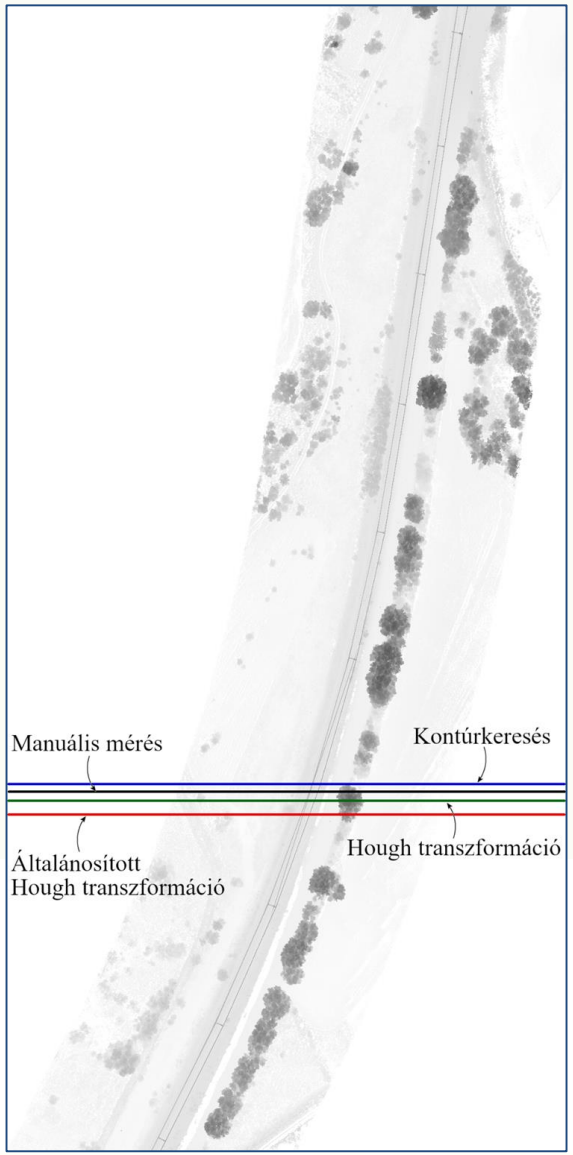
- Módszerek:
  - Kontúrkeresés (Canny)
  - Hough-transzformáció
  - Általánosított Hough-transzformáció

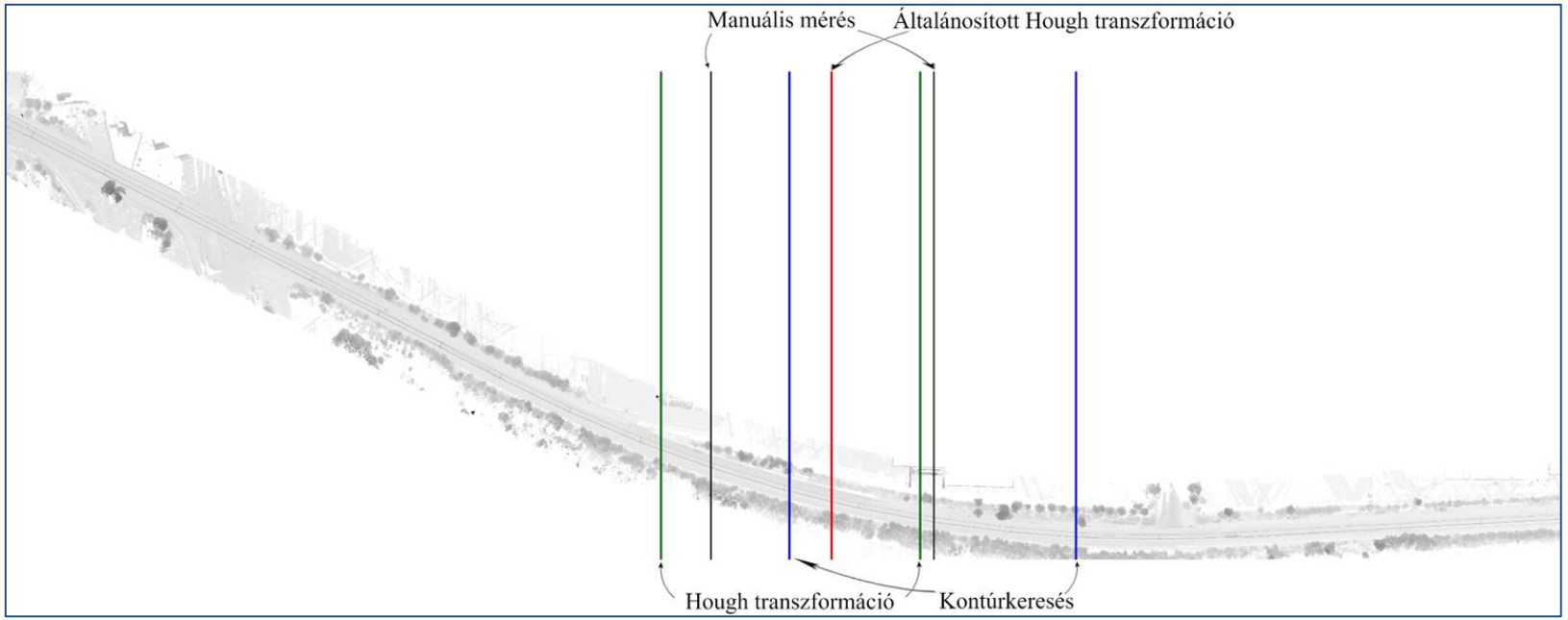
- Minta területek
  - Szabadszállás - Kiskőrös
    - kb. 600m, 51.8M pont
  - Szentgotthárd környéke
    - kb. 1500m, 58.6M pont





Vasúti sínpálya fragmentálása: eredmények





NATIONAL RESEARCH, DEVELOPMENT AND INNOVATION OFFICE
HUNGARY

PROGRAM FINANCED FROM THE NRDI FUND

Vasúti sínpálya fragmentálása: eredmények

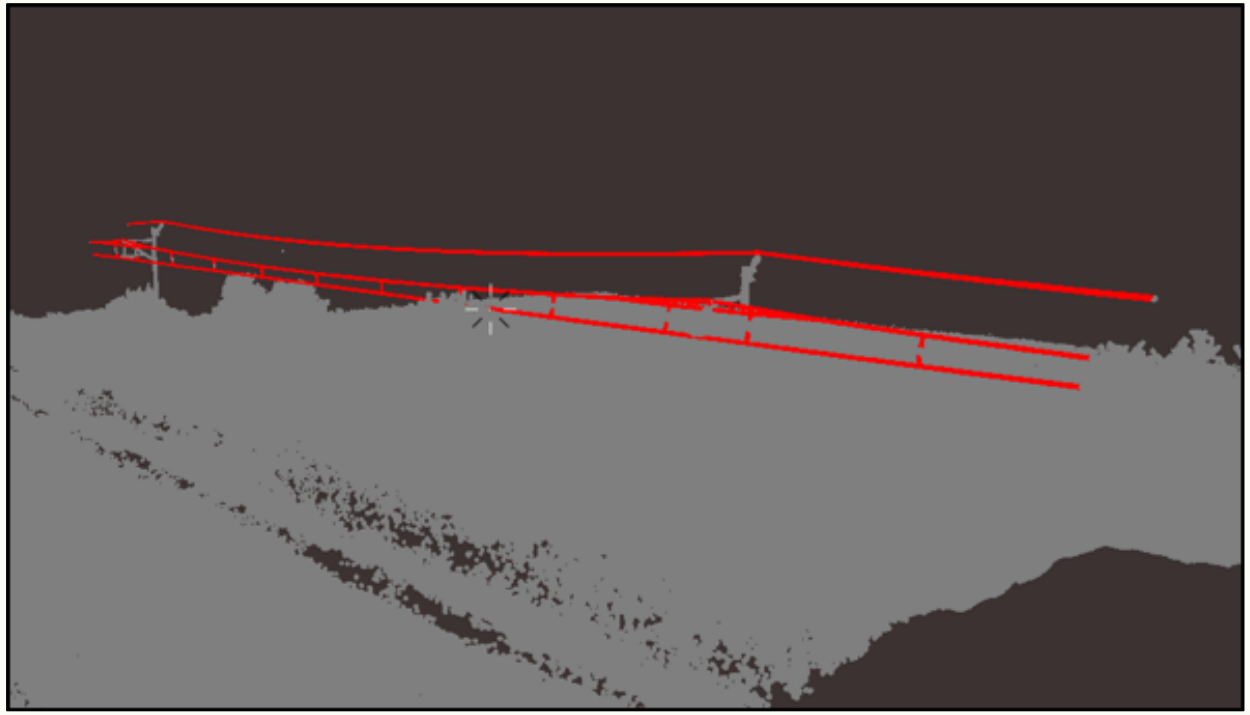
Módszer	Kiskőrös	Szentgotthárd
Kontúrkeresés	2p 52 mp	9p 10mp
Hough transzformáció	2p 56mp	8p 59mp
Ált. Hough transzformáció	3p 11mp	13p 7mp

NATIONAL RESEARCH, DEVELOPMENT AND INNOVATION OFFICE
HUNGARY

PROGRAM FINANCED FROM THE NRDI FUND

Felsővezeték detektálás

- Több módszer vizsgálata, legígéretesebbek:
  - RANSAC
  - 2D Hough-transzformáció
    - Felülnézeti DEM-ben
  - 3D Hough-transzformáció
  - Region-growing (seed szükséges)



NATIONAL RESEARCH, DEVELOPMENT AND INNOVATION OFFICE
HUNGARY

PROGRAM FINANCED FROM THE NRDI FUND

Felsővezeték detektálás

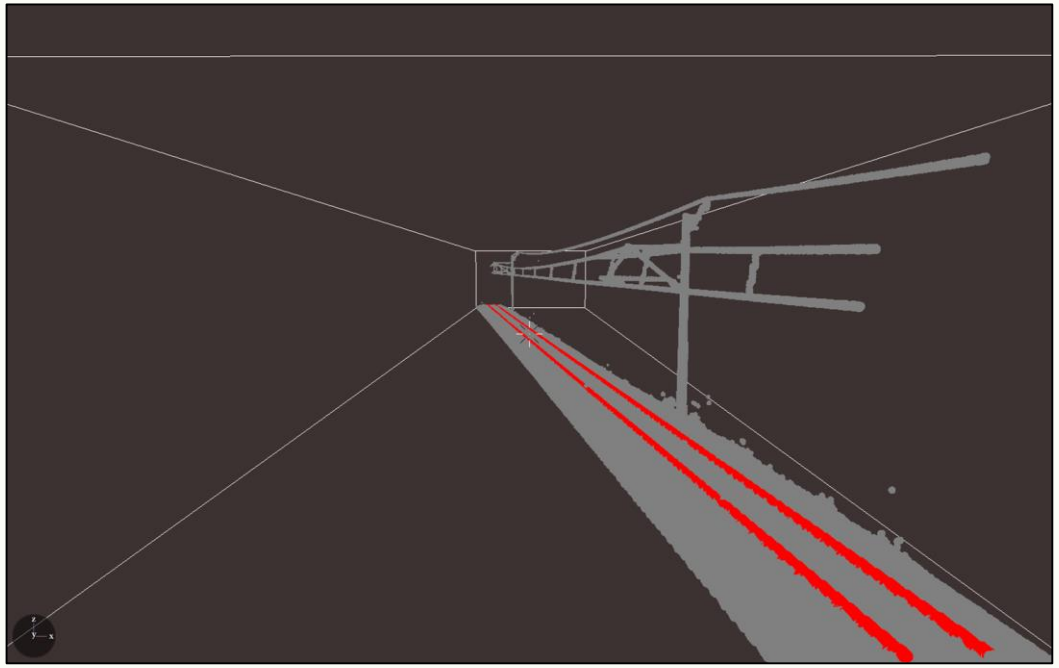
- Verifikáció (manuálisan annotált pontfelhővel, 100 méter)

Módszer	Futási idő	Hamis pozitív	Hamis negatív
RANSAC	0,18 mp	0%	23,9%
Hough 2D	3,06 mp	7,77%	2,24%
Hough 3D	2,18 mp	0%	35,2%
Region growing	2,66 mp	3%	0,32%

NATIONAL RESEARCH, DEVELOPMENT AND INNOVATION OFFICE
HUNGARY

PROGRAM FINANCED FROM THE NRDI FUND

Sínpálya detektálás



- Eredmények
  - 100 méteres minta szakaszra 36 mp
    - Párhuzamosítás nélkül 61 mp
  - 200 méteres minta szakaszra 77 mp
    - Párhuzamosítás nélkül 124 mp
  - Verifikáció még folyamatban, de vizuális megerősítés alapján bíztató
  - Módszer ismert publikáció alapján*, de annak:
    - robosztusabb tételével, pl. emelkedők kezelése
    - optimalizálásával, 630 méteres minta szakasz kiértékelése 30 perc az eredeti publikációban

** Mostafa Arastounia and Sander Oude Elberink. Application of Template Matching for Improving Classification of Urban Railroad Point Clouds. In: Sensors 16 (Dec. 2016), p. 2112. doi : 10.3390/s16122112*

NATIONAL RESEARCH, DEVELOPMENT AND INNOVATION OFFICE HUNGARY

PROGRAM FINANCED FROM THE NRDI FUND

Folyamatban lévő feladatok

- Automatizált hibaanalízis és ellenőrzések
  - felsővezeték magassága sínkorona felett
  - felsővezeték horizontális kígyózása
  - űrszelvény közeli (veszélyes) növényzet
  - zúzottkő ágyazat felnyomódása
  - vasúti talpfák megsüllyedése

Publikációk

- Máté Cserép, Péter Hudoba, Zoltán Vincellér: Robust Railroad Cable Detection in Rural Areas from MLS Point Clouds, *Free and Open Source Software for Geospatial (FOSS4G) Conference Proceedings*: Vol. 18 , Article 2, 2018. DOI: https://doi.org/10.7275/z46z-xh51
- Tervezett: XXIV ISPRS Congress 2022

- Diplomamunkák
  - Tábori Balázs: Vasúti sínpálya LiDAR pontfelhőjének fragmentálása, 2021.
  - Friderika Mayer: Powerline tracking and extraction from dense LiDAR point clouds, 2020.
  - Adalbert Demján: Object extraction of rail track from VLS LiDAR data, 2020.

NATIONAL RESEARCH, DEVELOPMENT AND INNOVATION OFFICE
HUNGARY

PROGRAM FINANCED FROM THE NRDI FUND

Köszönöm a figyelmet!

Cserép Máté
mcserep@inf.elte.hu
https://gis.inf.elte.hu/

NATIONAL RESEARCH, DEVELOPMENT AND INNOVATION OFFICE
HUNGARY

PROGRAM FINANCED FROM THE NRDI FUND