

Voxel alapú pontfelhő szegmentálás és objektum detektálás

Hrutka Bence Péter, Dr. Siki Zoltán, Dr. Takács Bence

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Általános- és Felsőgeodézia Tanszék
Rédey szeminárium



2021.11.22.



- Új technológiák:
 - TS
 - GNSS
 - TLS
 - UAV
 - MMS
 - ...
- Két féle adatgyűjtési irány:
 - Diszkrét pontokat mérünk vagy
 - Mindent...



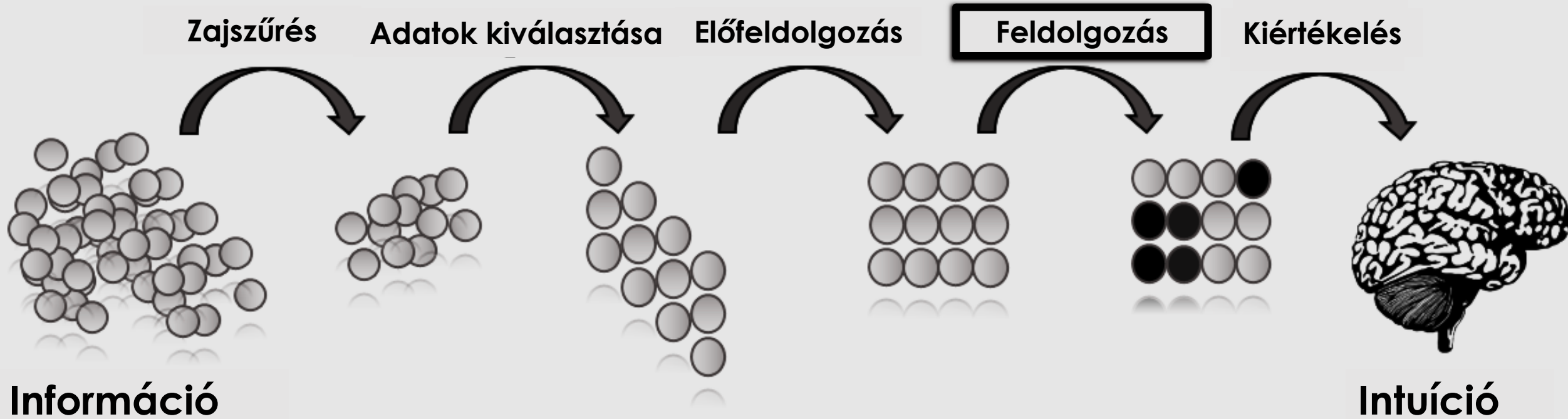
Miről lesz szó?

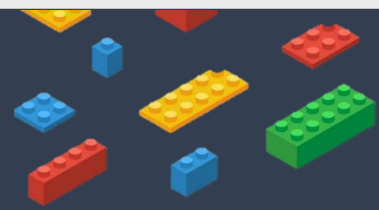


- Pontfelhő feldolgozási lehetőségek bemutatása
 - Szegmentálás
 - Osztályozás
- Alkalmazás
- Cél
- Megvalósítás
 - CloudCompare
 - Python
 - Open3D
 - PCL
- Eredmények
- Egyéb lehetőségek



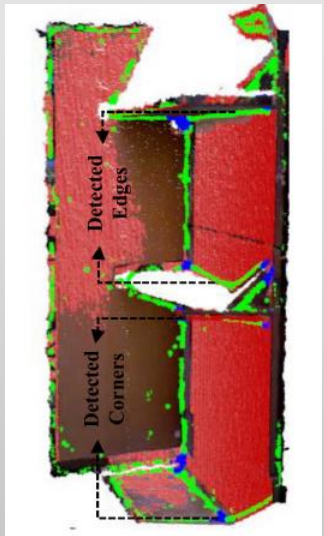
Pontfelhő feldolgozás alapelve





3D pontfelhő szegmentálás

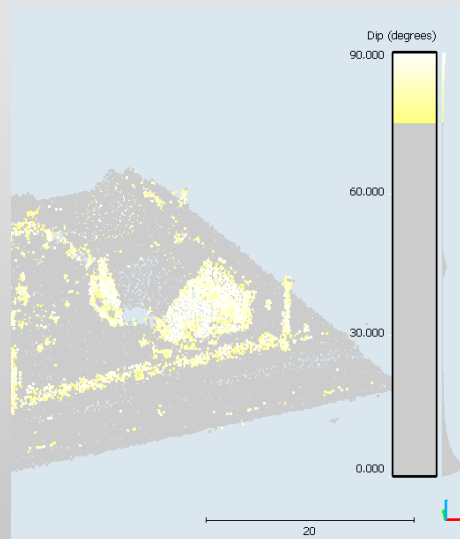
Él alapú
módszerek



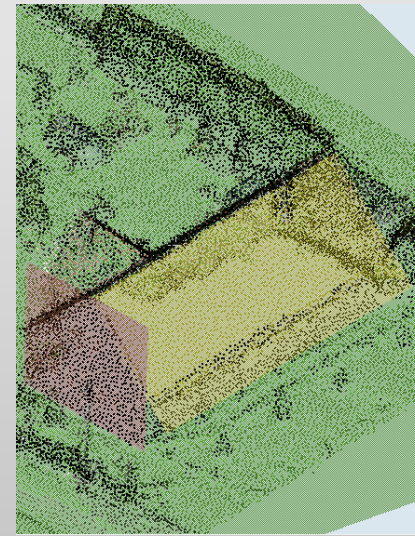
Régió növelésen
alapuló módszerek



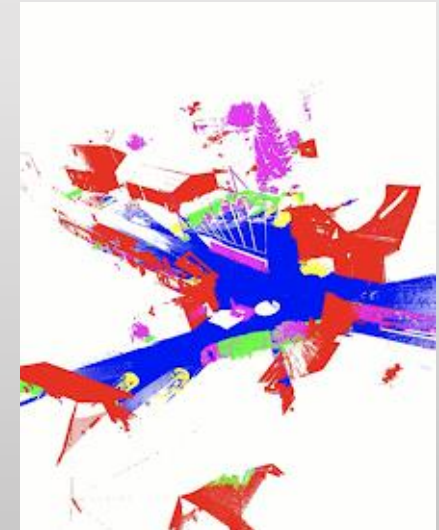
Attribútum alapú
módszerek



Modell alapú
módszerek



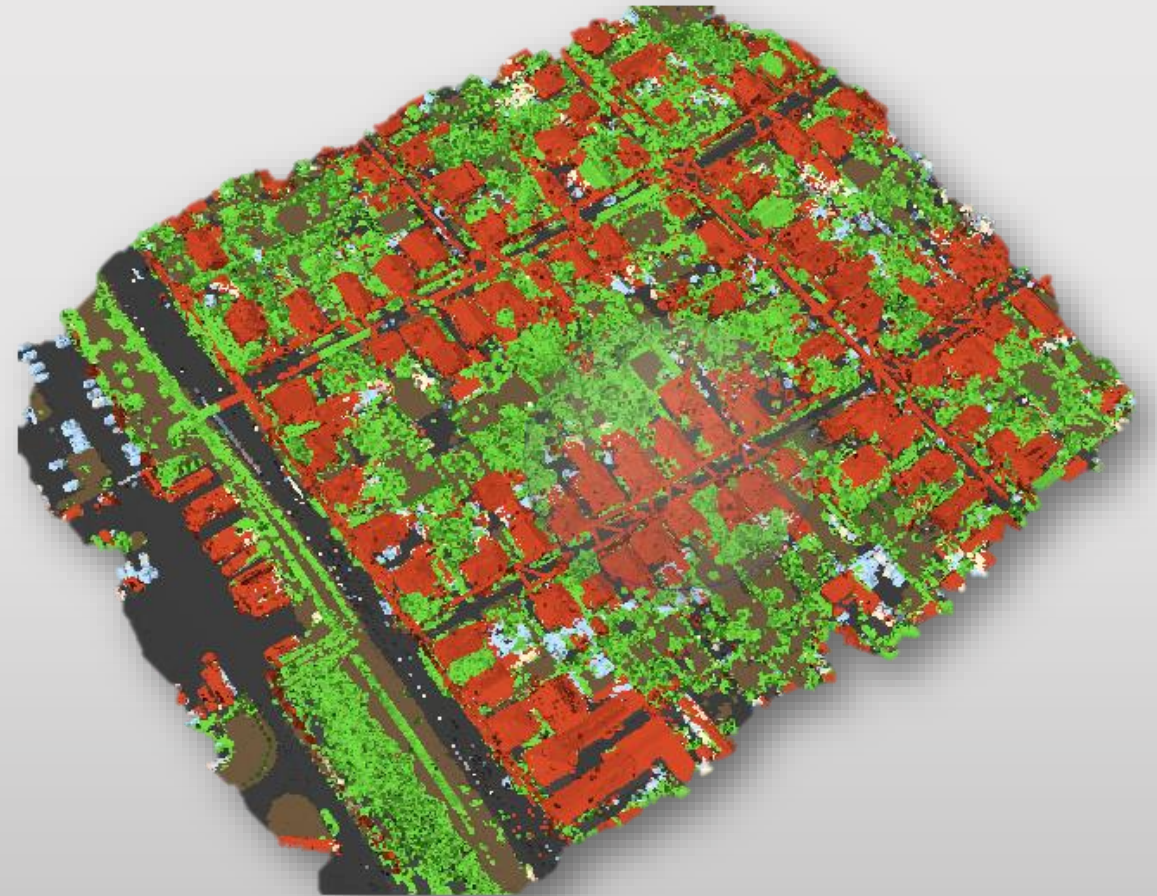
Gépi tanuláson
alapuló módszerek





= Szemantikus szegmentáció

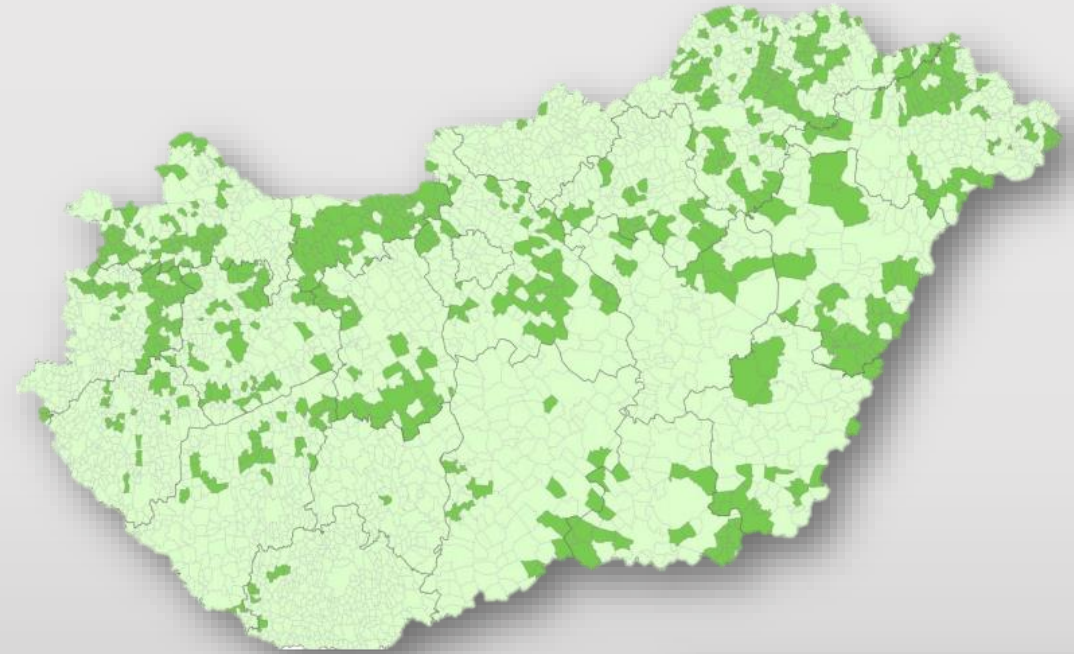
- Szegmentáláson alapul
- Címkézés
- Típusai:
 - Felügyelt
 - Felügyeletlen
 - Interaktív



Lehetséges alkalmazás



- Ingatlan-nyilvántartási térkép felújítás
- Engedékeny jogszabályok
 - 207/1962. (T.6.) ÁFTH utasítás
 - földrészlet határvonalai vagy épületek között **2 öl (~ 3.792m!)**
- Digitalizálás során ezeket is felhasználták
- Napjainkban végzett földmérési tevékenység
- Megoldás – új felmérés

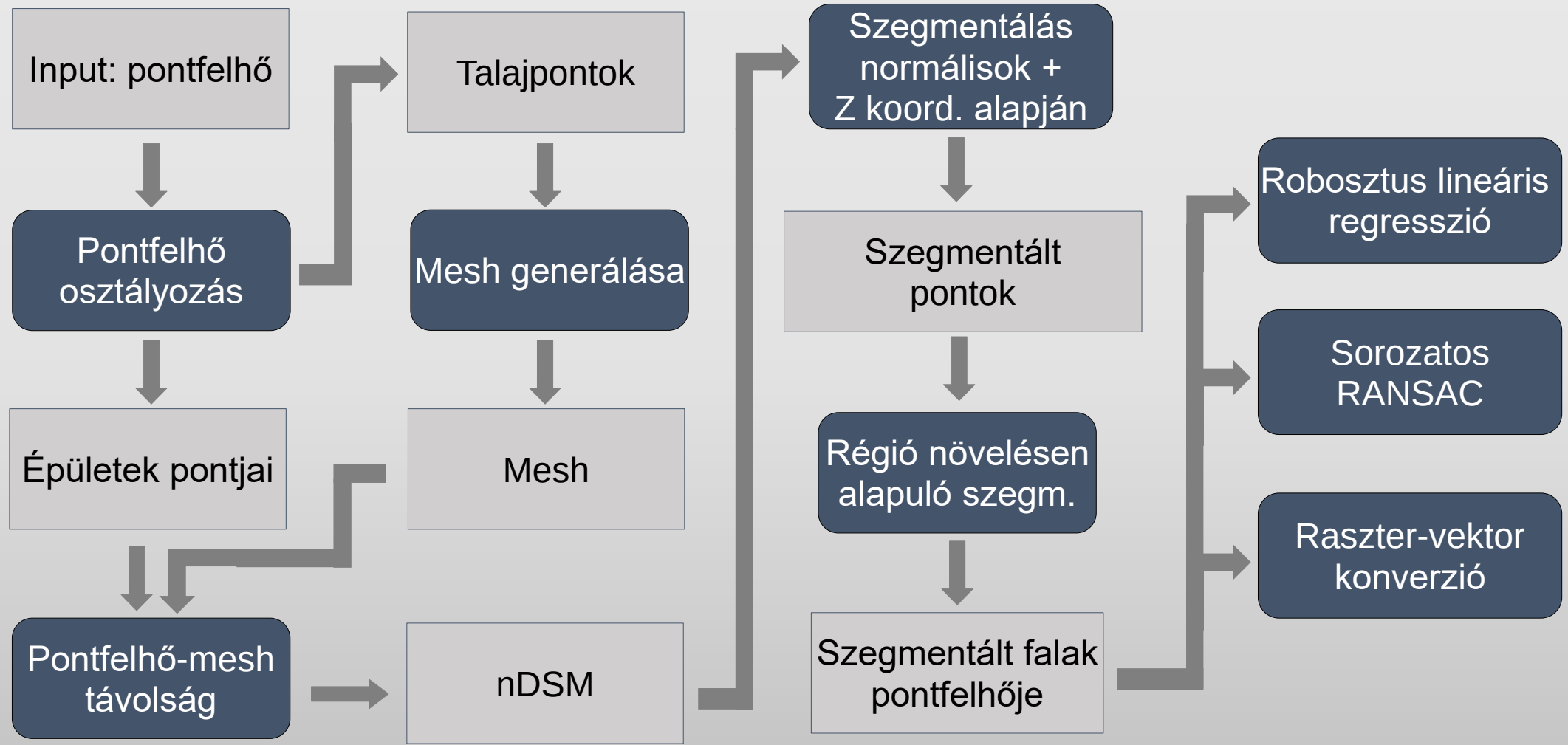
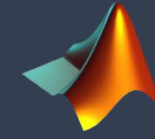


Jelmagyarázat

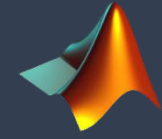
-  207, 209-es települések
-  Települések
-  Megyehatár



Pontfelhő feldolgozás



Eredményei



Robosztus lineáris
regresszió

Sorozatos RANSAC



Raszter – vektor konverzió



7 - 7 és 12 cm szórás az ellenőrző mérésekhez képest

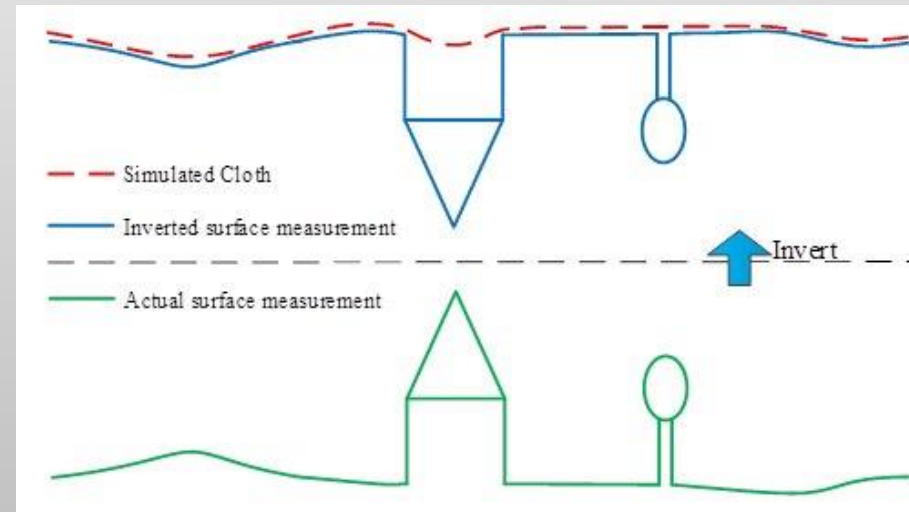
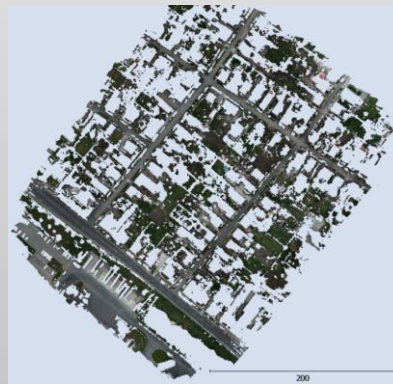
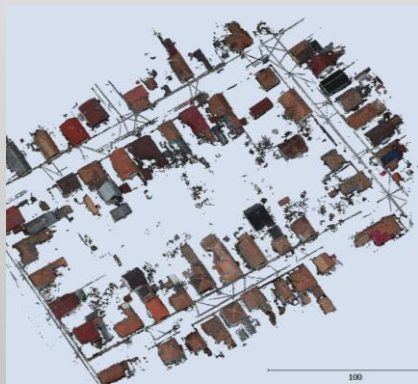
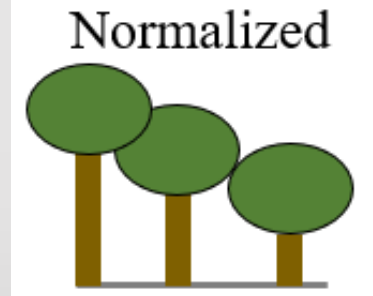
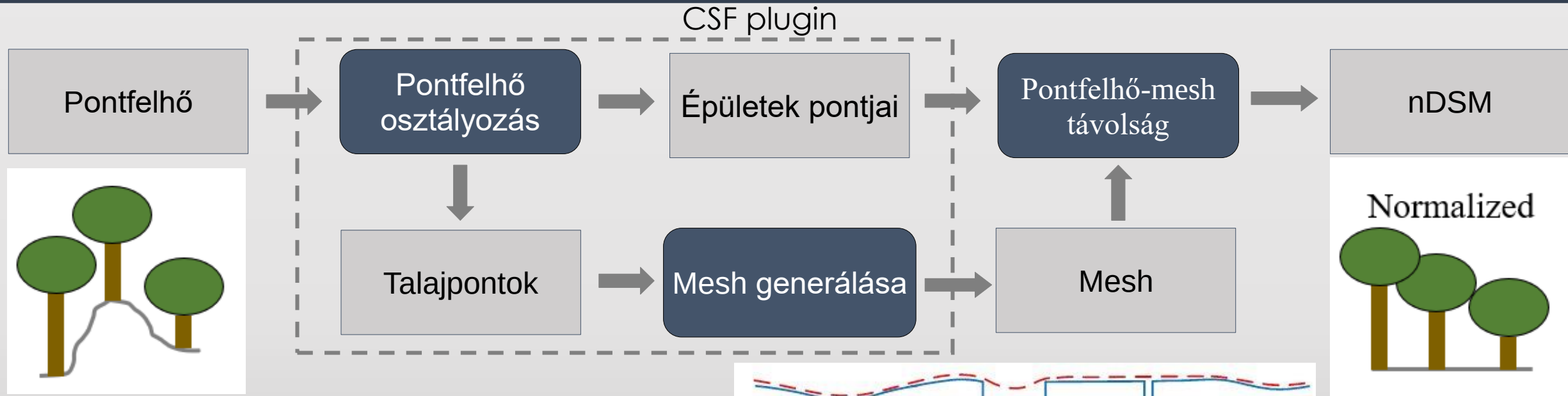
Új fejlesztési irány



- 3D
- Hatékonyabb feldolgozás
 - Indexelés
 - Voxelek
- Python
 - Nyílt könyvtárak
 - NumPy
 - Open3D
 - PCL
 - Testreszabhatóság
 - Párhuzamos feldolgozás
- Épület objektumok



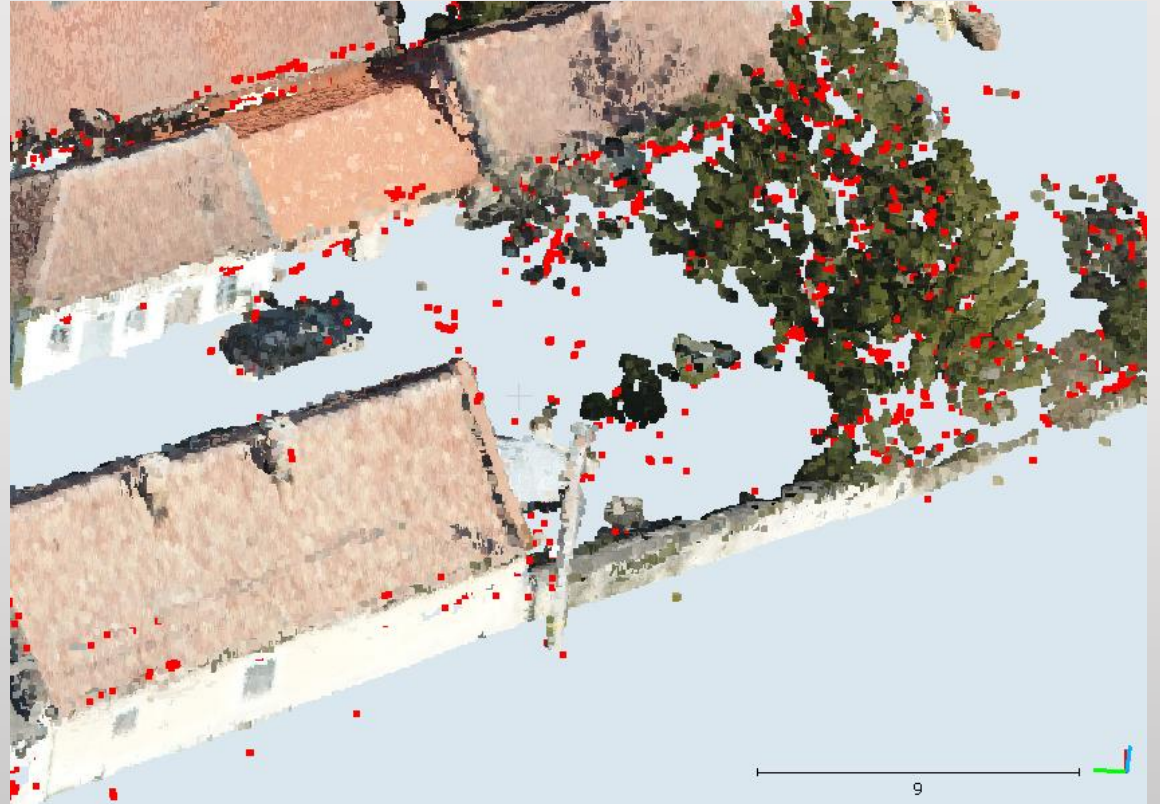
Pontfelhő előkészítés - CC



Pontfelhő előkészítés - python



- Pontfelhő (.las, .ply ...)
- DEM (geotiff)
- Open3D
 - Zajsűrés
 - Statisztikai alapon
 - Sugárba eső pontok száma
- nDSM
 - DEM – pontfelhő távolság
 - Távolság $\rightarrow$ z koordináta
 - Aljnövényzet levágása

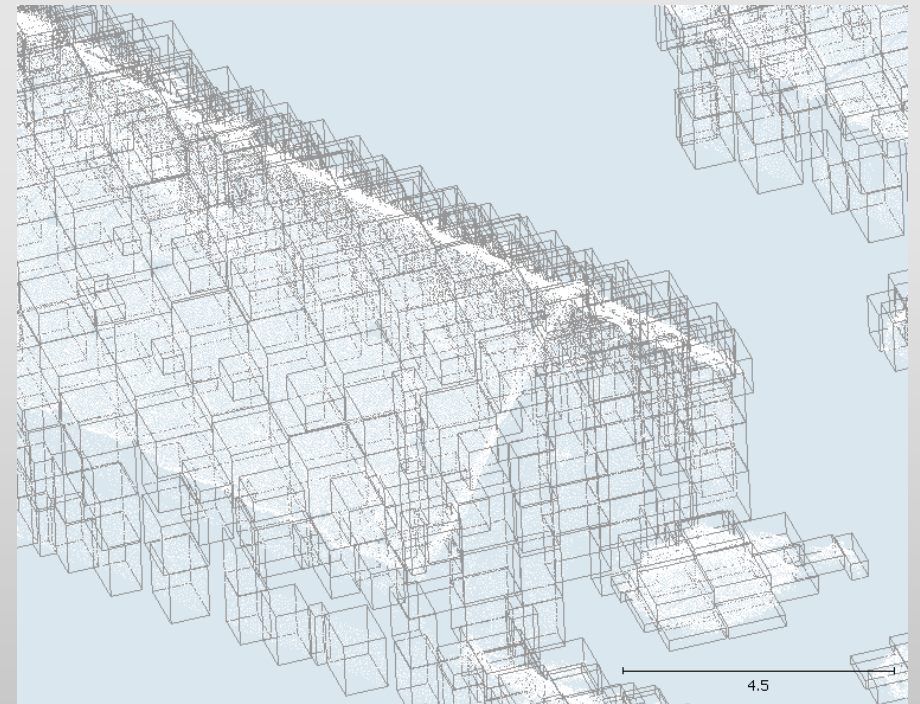
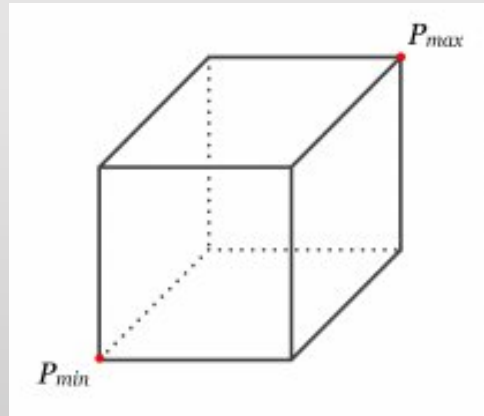


Pontfelhő feldolgozás

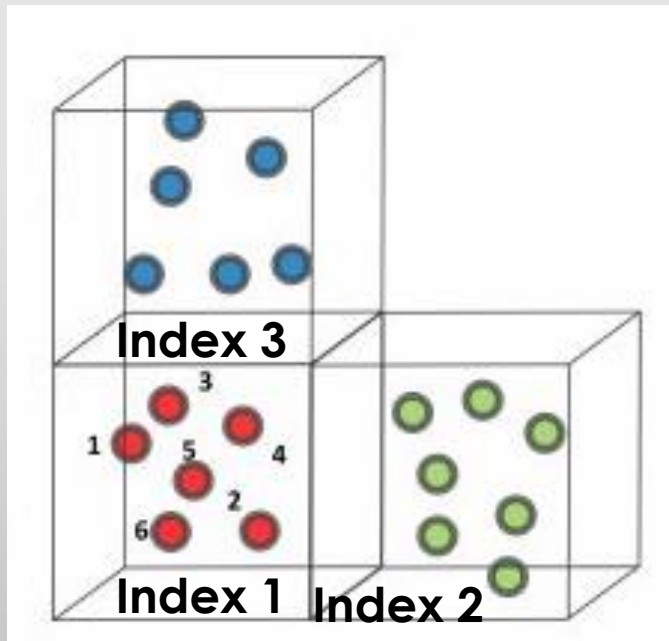
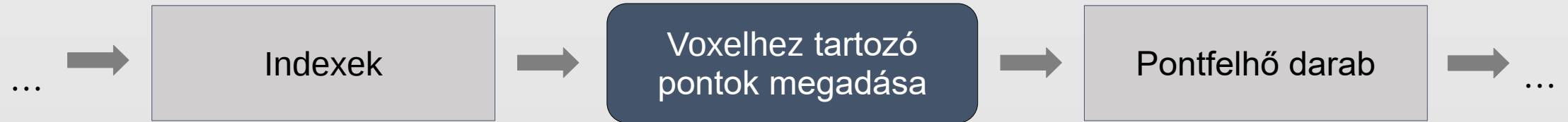


„building.py” paraméterei

- Pontfelhő
- Voxel méret
- RANSAC min. pontok száma
- RANSAC síktól való max. eltérés
- RANSAC sík meghatározásához szükséges véletlen pontok száma
- RANSAC iterációk száma
- Arány
- RANSAC síkok száma a voxelben
- Vízzintessel bezárt szögek



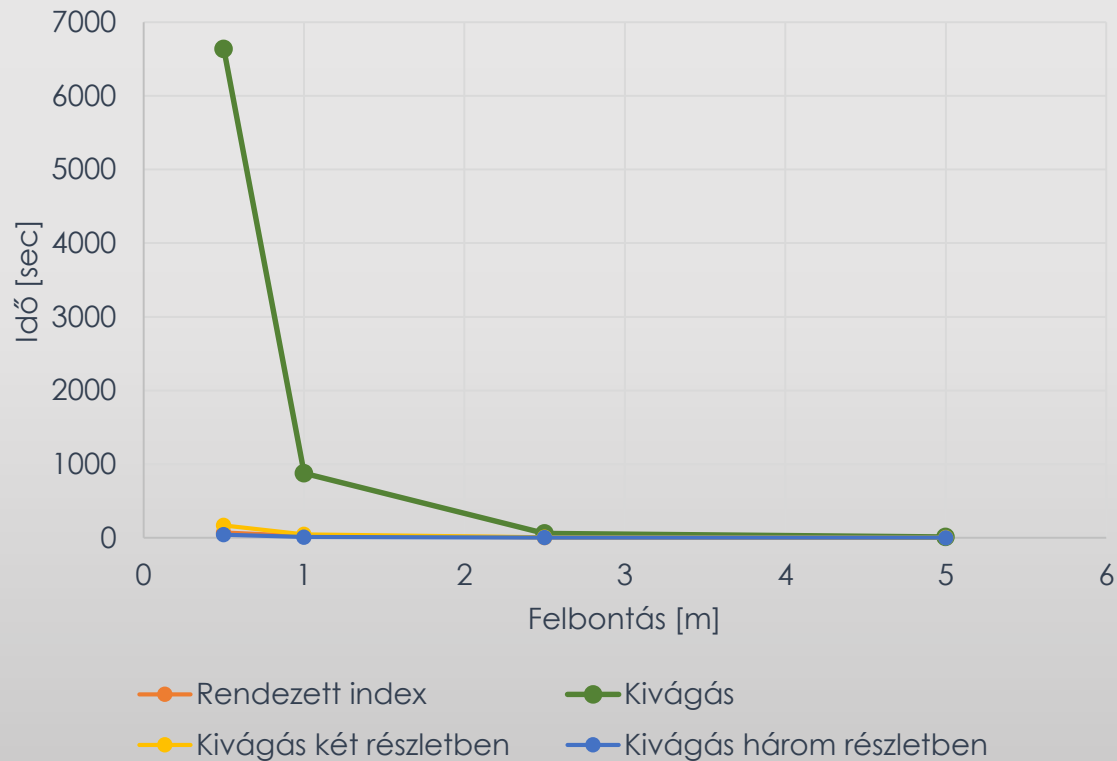
Pontfelhő feldolgozás



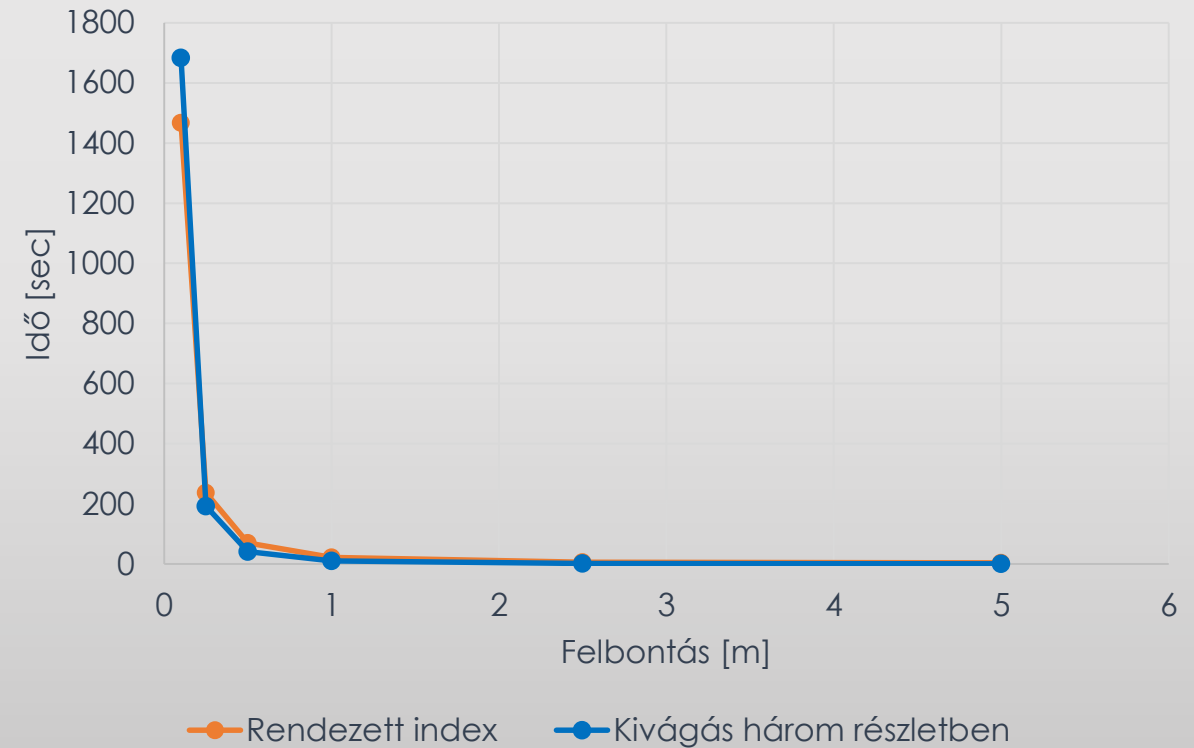
Indexelés szerepe



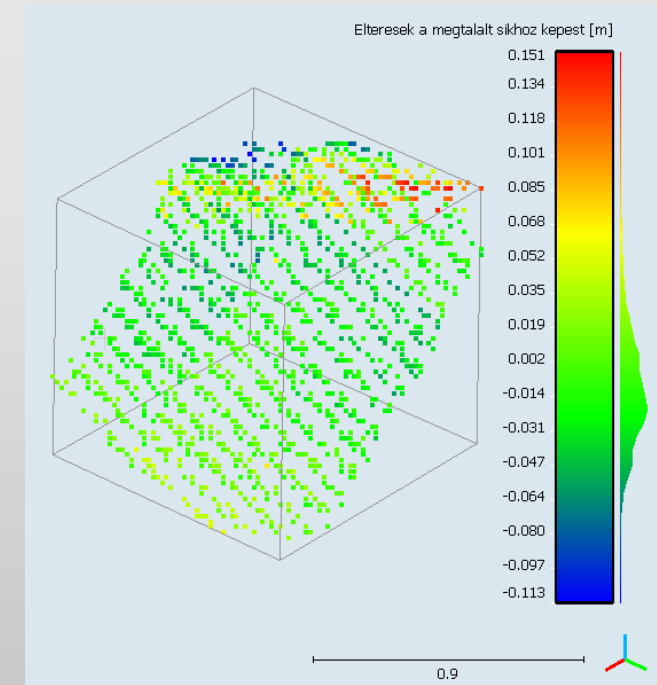
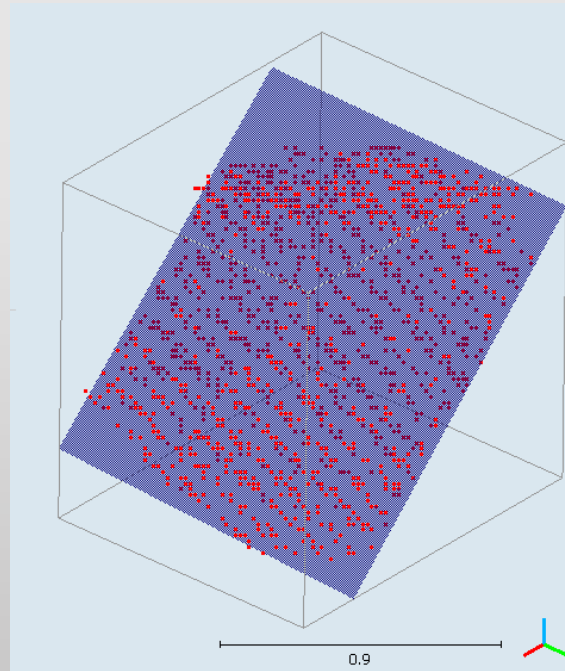
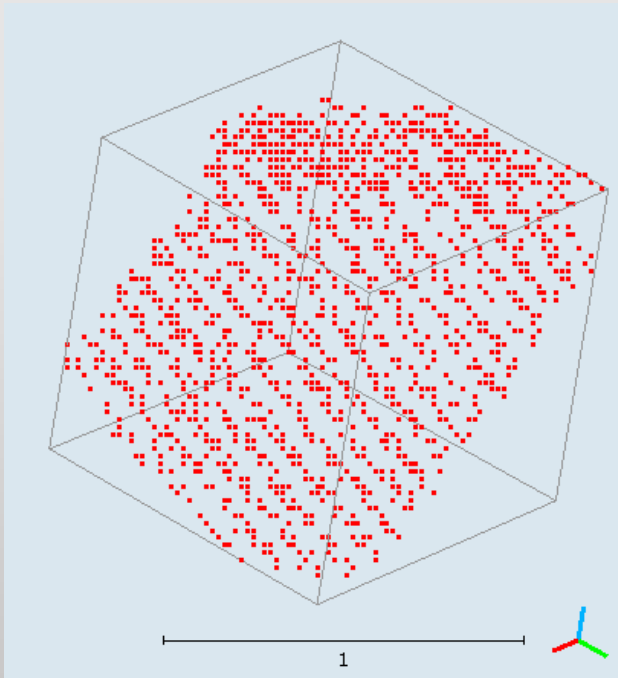
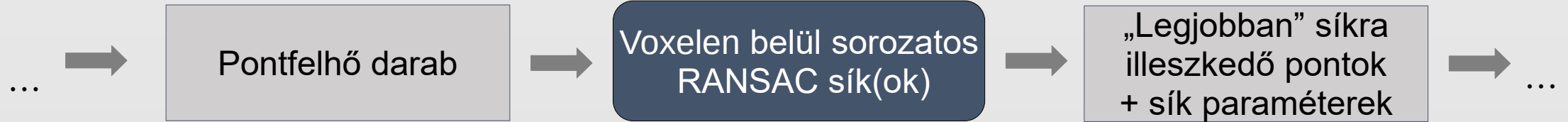
Az egyes algoritmusok sebessége különböző voxel méretek esetében



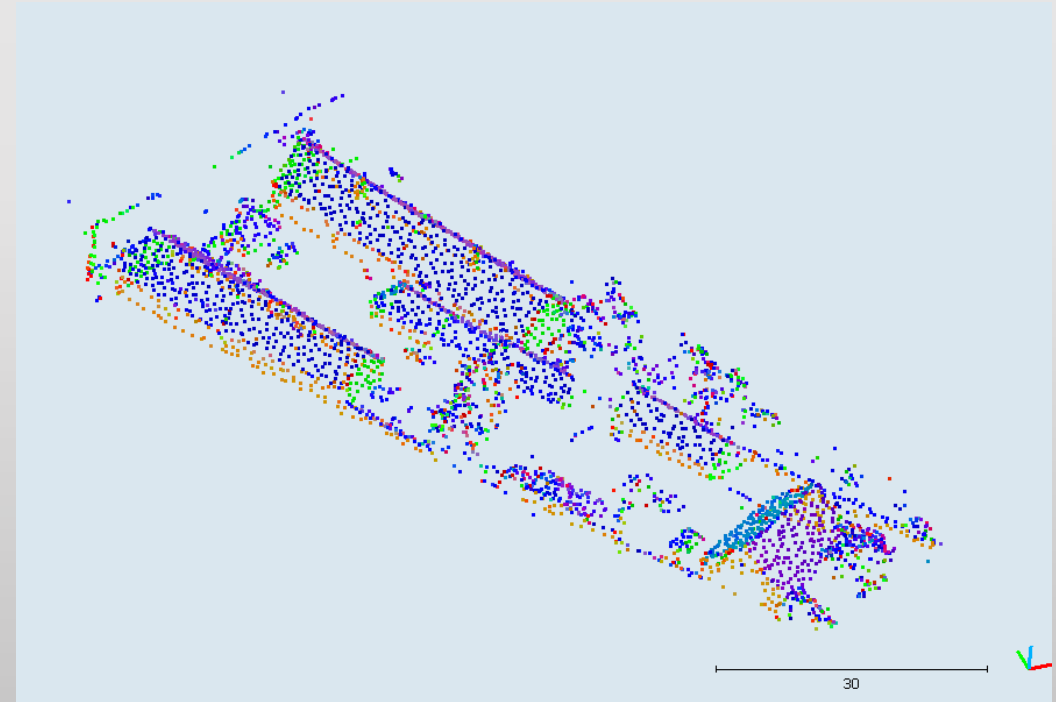
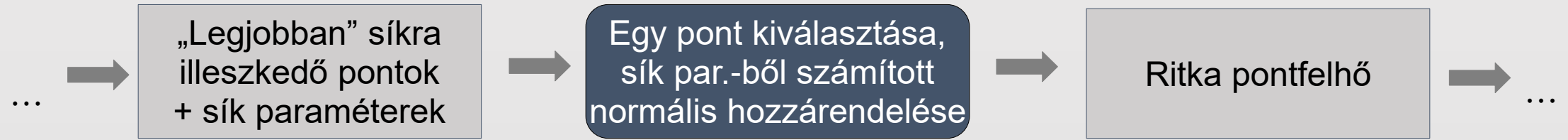
Az egyes algoritmusok sebessége különböző voxel méretek esetében



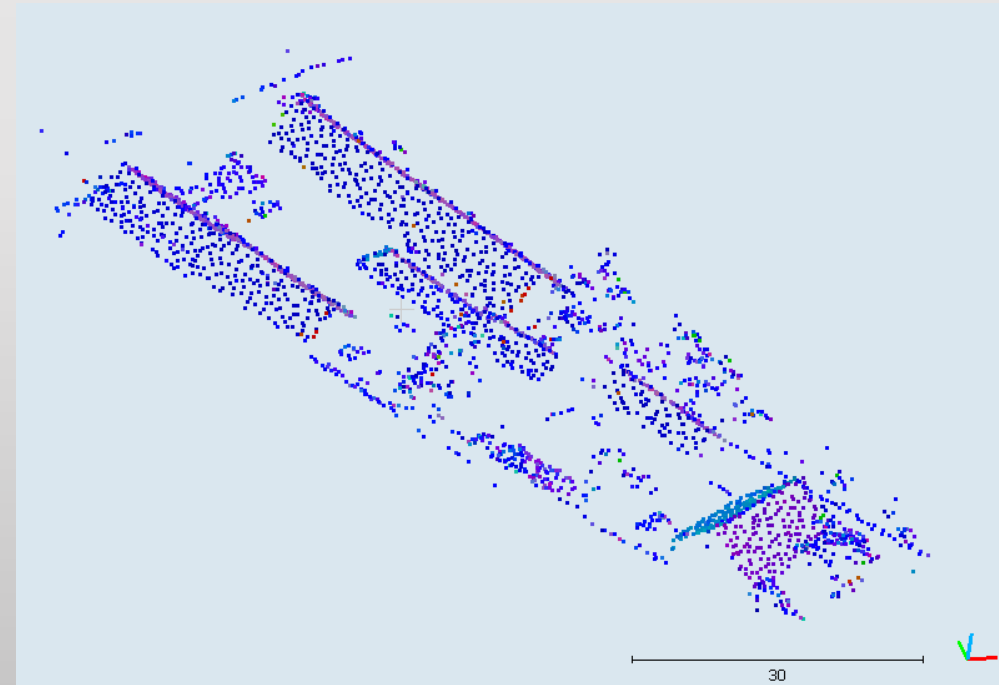
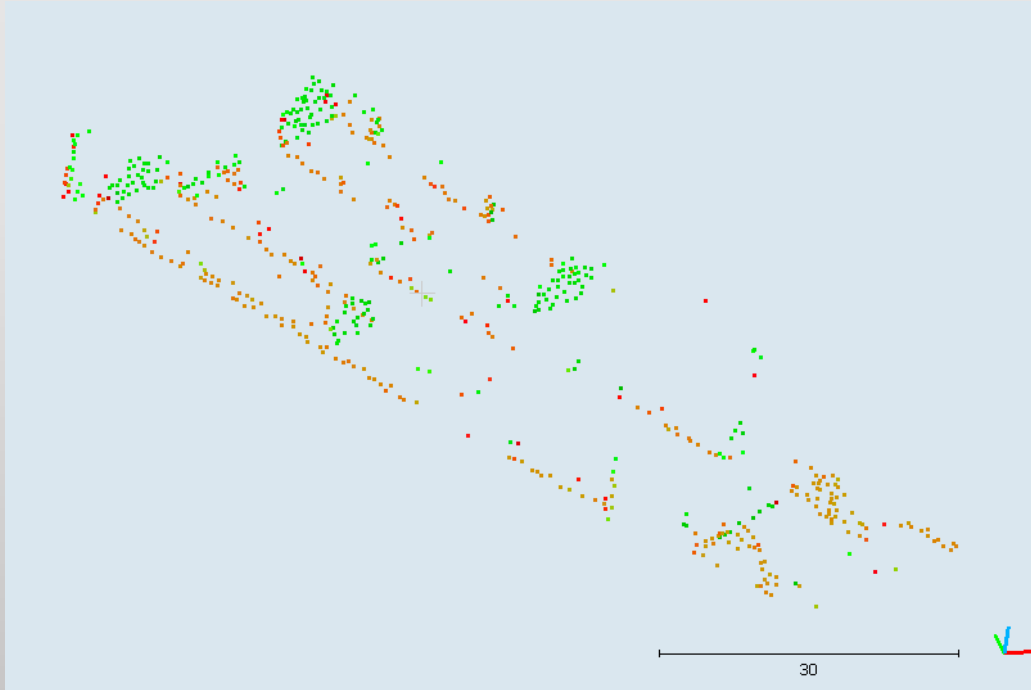
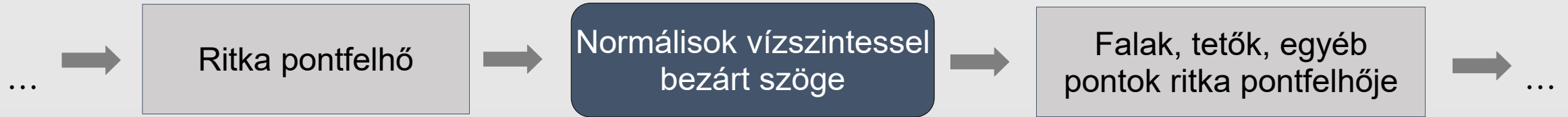
Pontfelhő feldolgozás



Pontfelhő feldolgozás



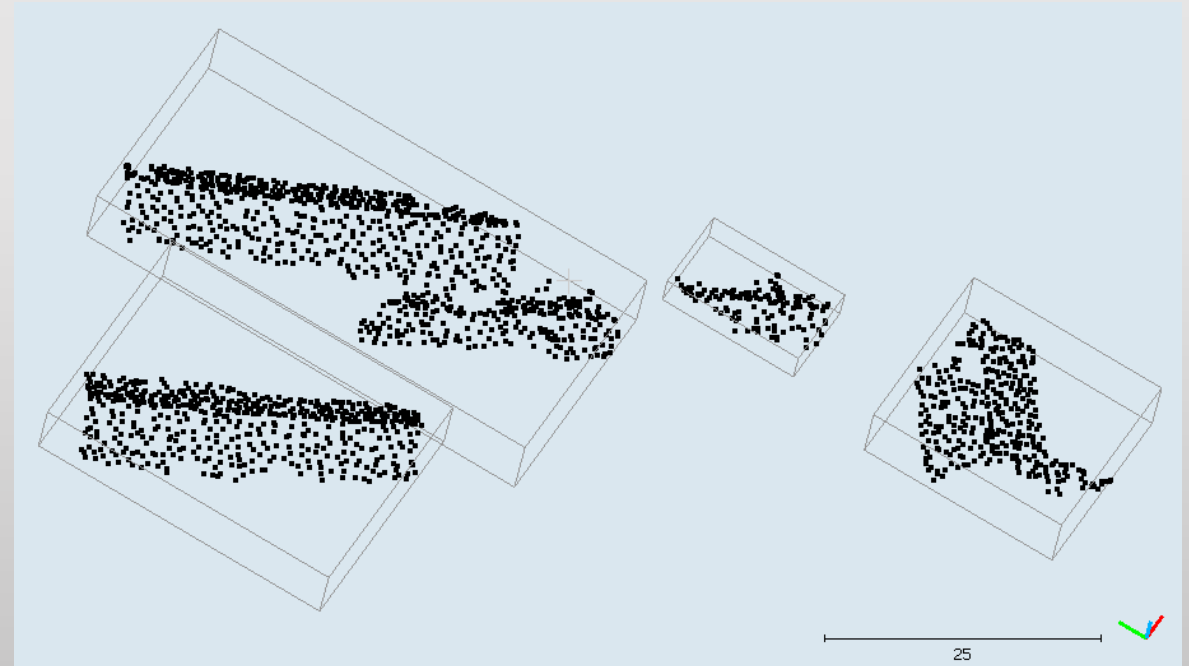
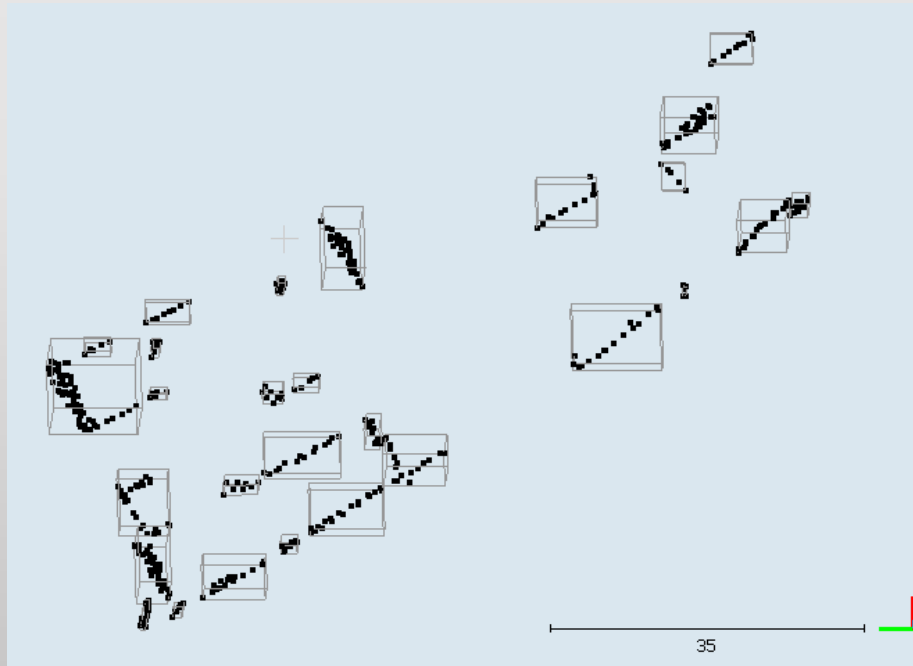
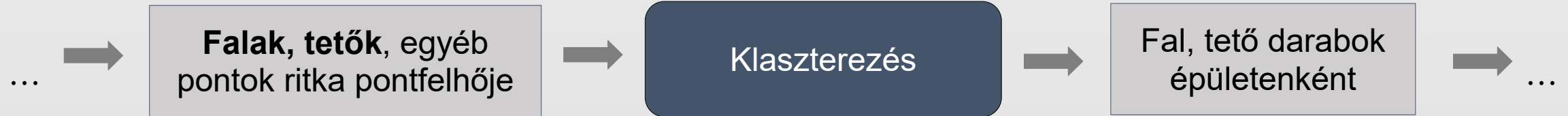
Pontfelhő feldolgozás



Pontfelhő feldolgozás



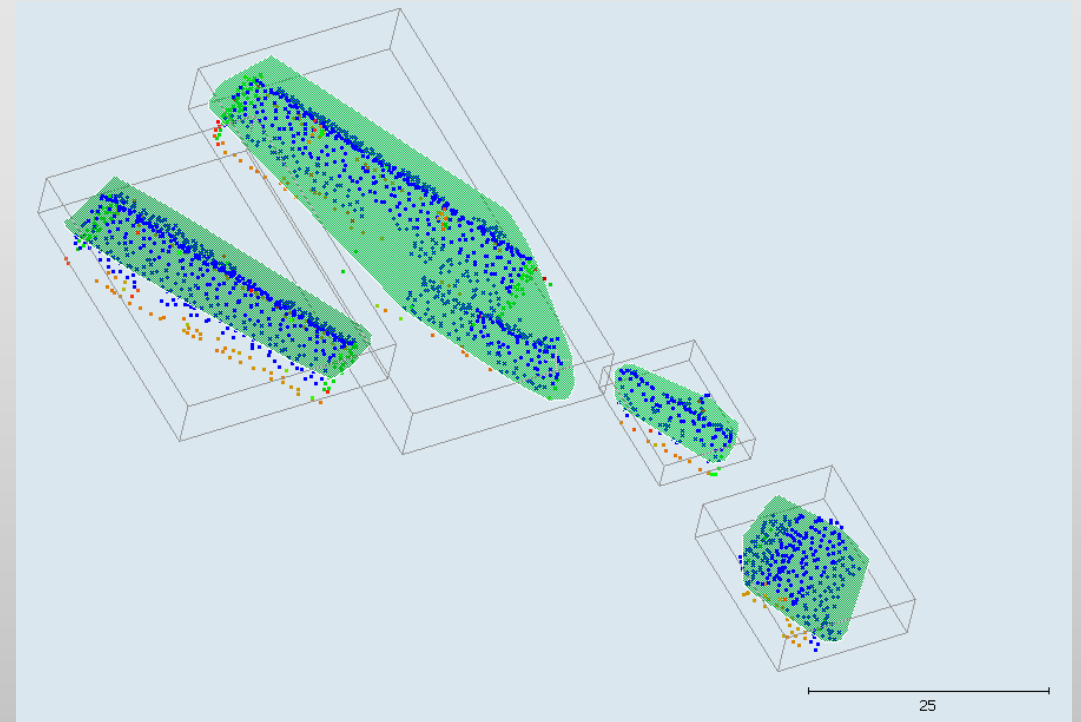
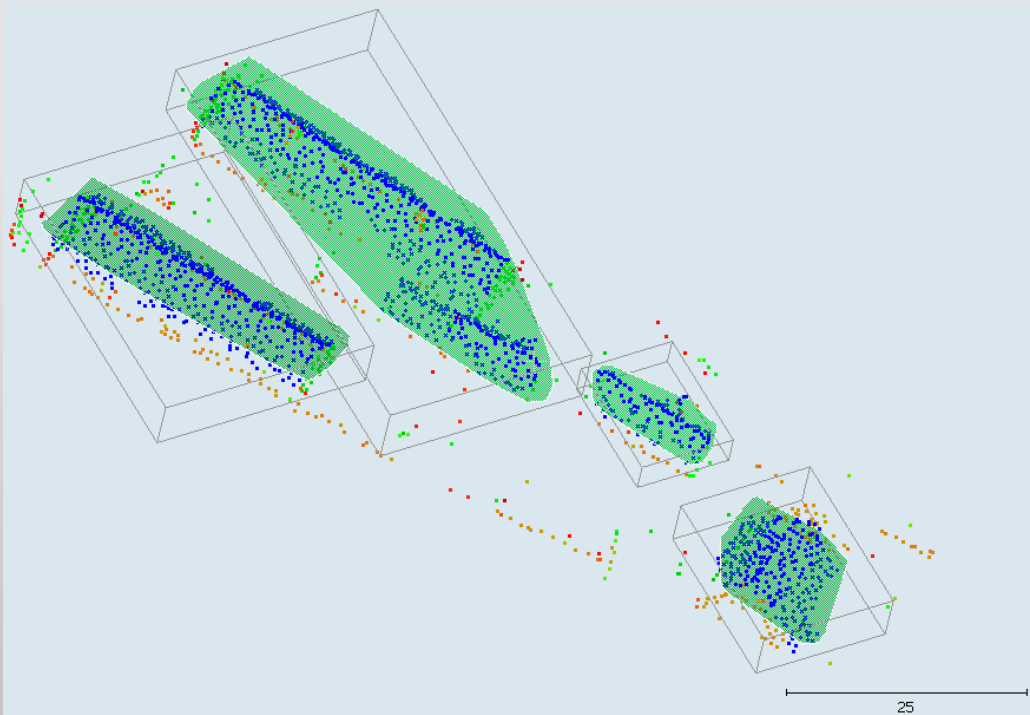
OPEN3D



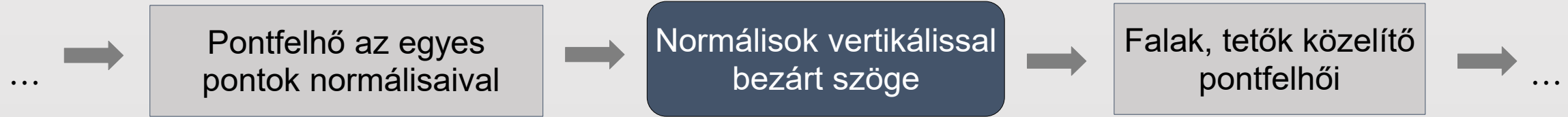
Pontfelhő feldolgozás



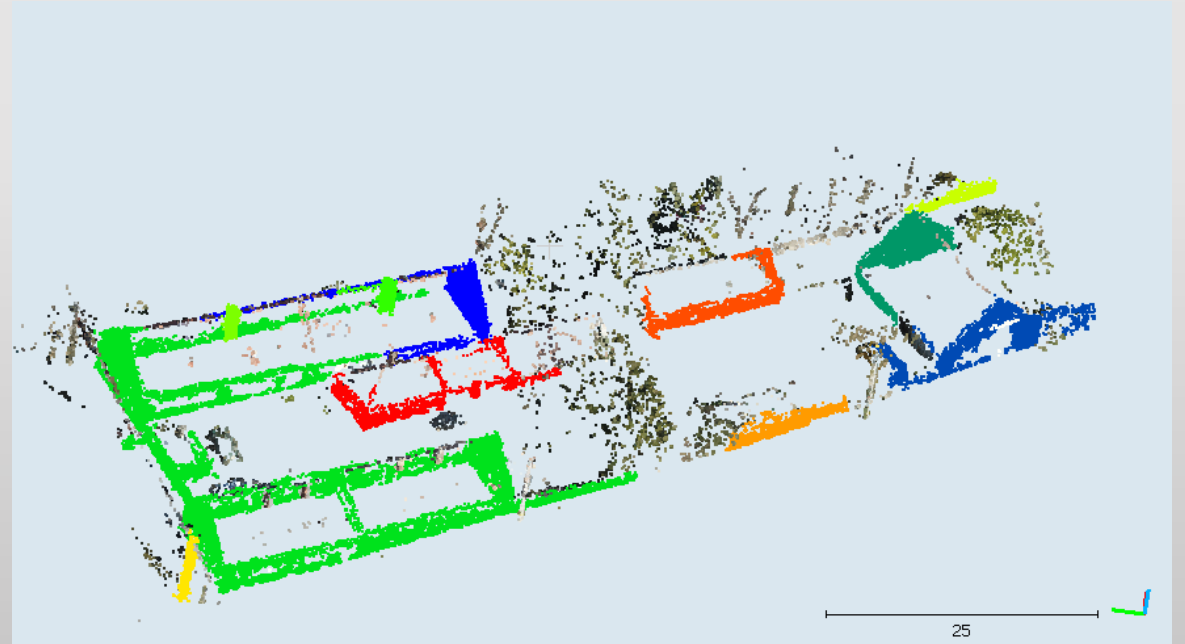
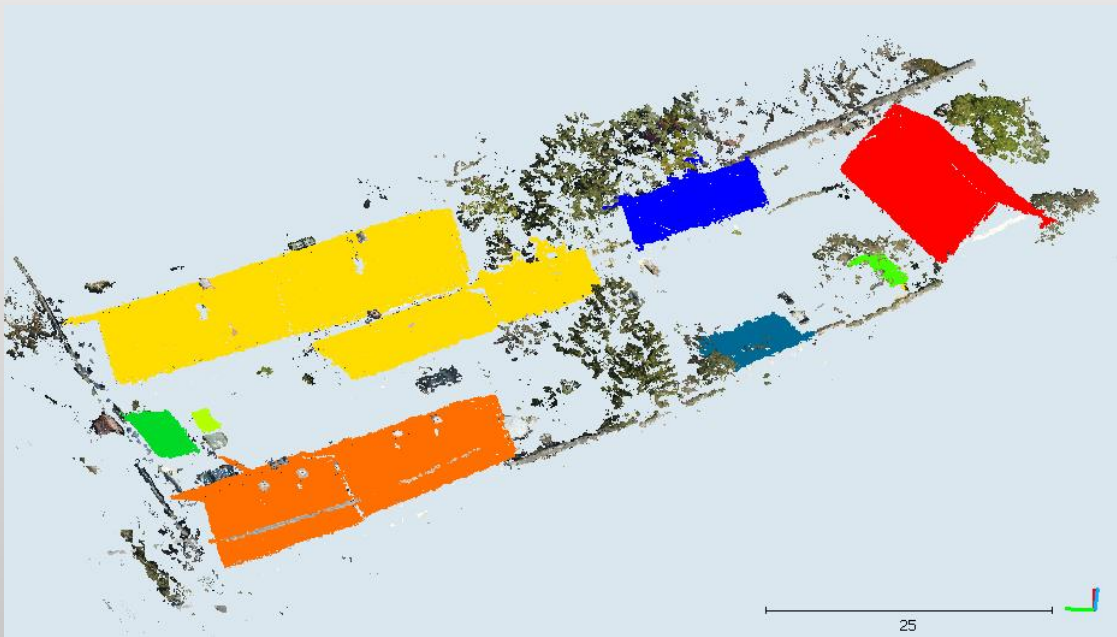
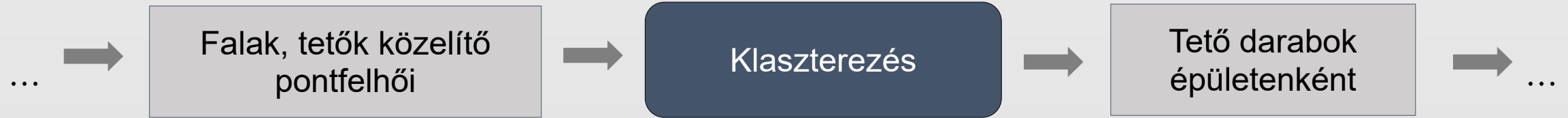
OPEN3D



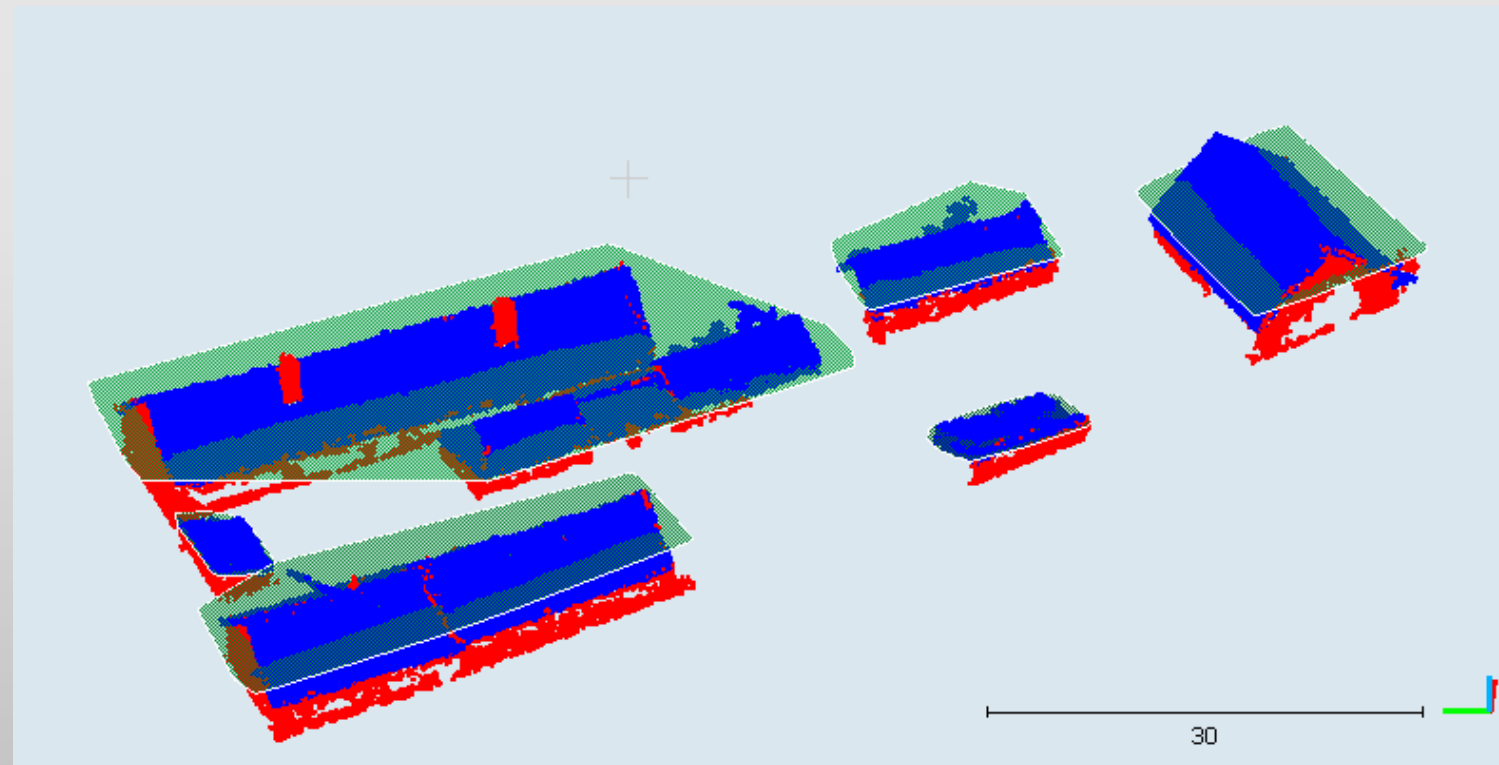
Pontfelhő feldolgozás – ritka pontfelhő nélkül



Pontfelhő feldolgozás – ritka pontfelhő nélkül



Pontfelhő feldolgozás – ritka pontfelhő nélkül





- Vizsgálat nagyobb területen
- Befoglaló poligon
 - Még nem automatizált
- Régió növelés
 - Kisebb problémák



- C++
- Dokumentáció hiánya
- Néha kicsit kínai...

Region growing segmentation

물체의 normals과 curvatures정보를 이용하여 비슷한것끼리 묶어서 그룹으로 처리

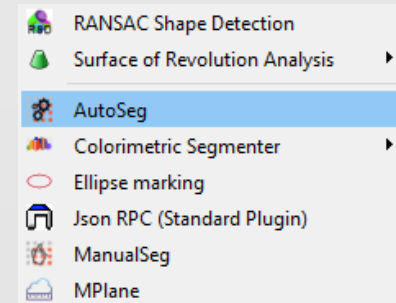
- This is also a greedy-like, flood fill approach like the Euclidean one
- The angle between their **normals** and the difference of **curvatures** are checked to see if they could belong to the same smooth surface.

유클리드 방식과의 차이점 : Think about a box laying on a table:

- 유클리드는 테이블의 위 상자의 경우 붙어 있으므로 하나로 간주한다. with Euclidean segmentation, both would be considered to be in the same cluster because they are "touching".
- 리전그로우는 테이블과 상자의 Normal정보가 다름으로 분류가 가능하다. With region growing segmentation, this would not happen, because there is a 90° (with ideal normal estimation, that is) difference between the normals of a point in the table and another one in the box's lateral.

python-pcl활용 (아직 적용 안된듯)

- CloudCompare 2.12.beta
 - Szegmentálás (PCL, Open3D)
 - Parancssor → python



[New] Python wrappers for CloudCompare



Thanks to our great contributors, CloudCompare offers now several options to be used with Python in a more integrated way (more than the command line ;)

Mind that these 2 projects are still work in progress. Constructive feedback is welcome: **please declare bugs or ask questions on their respective github pages.**

CloudCompy, by Paul Rasclé

This project allows one to load clouds and access their internal data as numpy arrays, call some of CloudCompare's algorithms, apply your own processes, and save the result.

- the reference documentation can be found [here](#)
- the latest available Windows binary can be found [here](#)
- you'll also find in the [readme.md](#) file most of the directions to build it on Linux and Windows, as well as an example of how it can be used

The tests are good examples of how it can be used (click to expand)



CloudCompare Python Plugin by Thomas Montaigu

This plugin allows to write Python scripts in CloudCompare, by providing python bindings to the set of CloudCompare's libraries (that you can use in C++ plugins) as well as embedding a python interpreter to run scripts. This plugin can be used to run Python scripts via the GUI or via the command line. You'll find the extensive documentation [here](#) with all the building instructions and [examples](#)



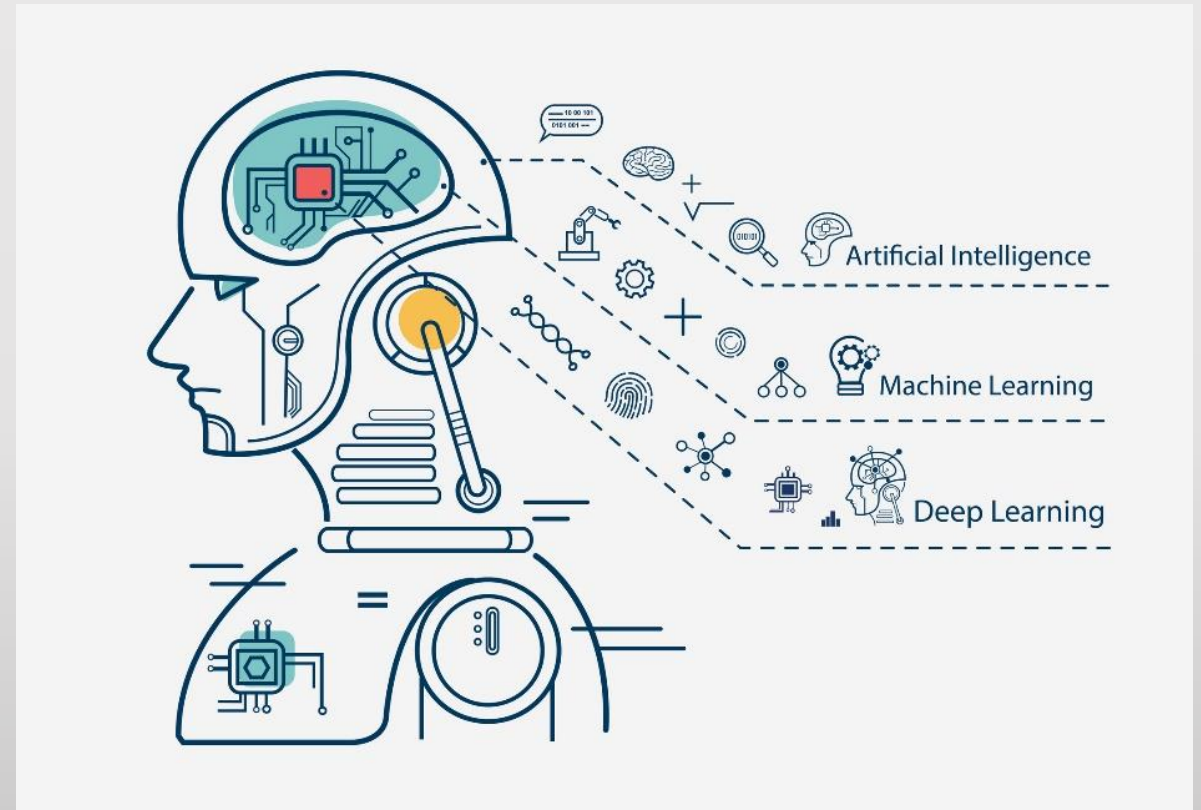
- Fotogrammetria vs. LiDAR



Fejlesztési irányok



- Tanuló adatok létrehozása
- Machine learning/
Deep learning
- Pontfelhőből építmények
- Térképezés
- Ez csak a geometria...





- Pontfelhő feldolgozási lehetőségek
 - Szegmentáció
 - Osztályozás
- Alkalmazási lehetőség
- Korábbi próbálkozások
- Új fejlesztések
- Elért eredmények
- Hogyan tovább?



Köszönöm a figyelmet!



Chang, T. 2020. Utilizing 3D scans for Labelling and Visual Recognition. *University of Canterbury COSC470 Research Project Report.*

CloudCompare 2021. CloudCompare (version 2.12.beta) [GPL software]. (2021). Retrieved from <http://www.cloudcompare.org/>

Grilli, E. – Menna, F. – Remondino, F. 2017. A preview of point clouds segmentation and classification algorithms. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLII-2/W3, 2017 3D Virtual Reconstruction and Visualization of Complex Architectures, 1–3 March 2017, Nafplio, Greece.*
<https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W3-339-2017> (Utolsó elérés: 2021. november 11.)

Honti, R. – Erdélyi, J. – Kopacik, A. 2018. Plane Segmentation from Point Clouds. *Pollack Periodica* 13(2):159-171. August 2018. <https://doi.org/10.1556/606.2018.13.2.16> (Utolsó elérés: 2021. november 11.)

Li, M., Rottensteiner, F., Heipke, C. 2019. Modelling of buildings from aerial LiDAR point clouds using TINs and label maps. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, Volume 154, 2019, Pages 127-138, ISSN 0924-2716,*
<https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2019.06.003> (Utolsó elérés: 2021 november 21.)



Nguyen, A. – Le, B. 2013. 3D Point Cloud Segmentation: A survey. Conference: 2013 6th International Conference on Robotics, Automation and Mechatronics (RAM) (2013). https://www.researchgate.net/publication/269035150_3D_point_cloud_segmentation_A_survey Utolsó elérés: 2021. november. 11.

Rusu, R. B., S. Cousins, S. 2011. 3D is here: Point Cloud Library (PCL). 2011 IEEE International Conference on Robotics and Automation, 2011, pp. 1-4. [10.1109/ICRA.2011.5980567](https://doi.org/10.1109/ICRA.2011.5980567) (Utolsó elérés: 2021 november 21.)

Wang, J., Lindenbergh, R., Menenti, M. 2015. EVALUATING VOXEL ENABLED SCALABLE INTERSECTION OF LARGE POINT CLOUDS. ISPRS Ann. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., II-3/W5, 25–31, 2015. <https://doi.org/10.5194/isprsannals-II-3-W5-25-2015> (Utolsó elérés: 2021. november 21.)

Zhang W, Qi J, Wan P, Wang H, Xie D, Wang X, Yan G. 2016. An Easy-to-Use Airborne LiDAR Data Filtering Method Based on Cloth Simulation. Remote Sensing. 2016; 8(6):501. <https://doi.org/10.3390/rs8060501> (Utolsó elérés: 2021 november 21.)

Zhou, Q.Y., Park, J., Koltun, V. 2018. Open3D: A Modern Library for 3D Data Processing. <https://arxiv.org/abs/1801.09847> (Utolsó elérés: 2021 november 21.)