A PONTFELHŐK KEZELÉSE ÉS TÁROLÁSA

ÖSSZEFOGLALÓ 2021. JÚLIUS – 2022. JANUÁR

SZALAI-GINDL JÁNOS MÁRK

INFORMÁCIÓS RENDSZEREK TANSZÉK

ELTE IK

EMAIL: SZALAIGINDL@INF.ELTE.HU
WEB: HTTPS://SZALAIGJ.WEB.ELTE.HU

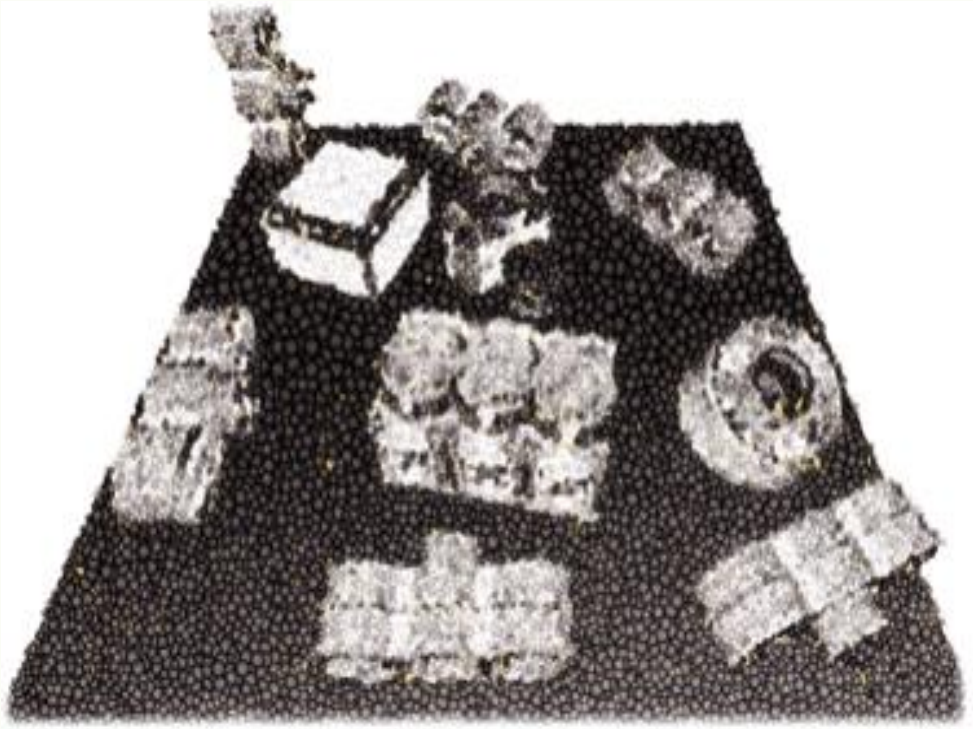
2022. január 13-14.

NATIONAL RESEARCH, DEVELOPMENT AND INNOVATION OFFICE
HUNGARY

PROGRAM FINANCED FROM THE NRDI FUND

Motiváció

- Korszerű 3D LiDAR szkennerek → pontfelhők alkalmazása
- Pl.:
  - egymást követő szkennelésadatok egymáshoz fűzésénél térkép-előállításhoz,
  - gyalogosdetektálásnál vagy más nem helyhez kötött objektumok detektálásánál,
  - az autonóm robotok kapcsán egy ládában elhelyezkedő objektum megkeresésénél

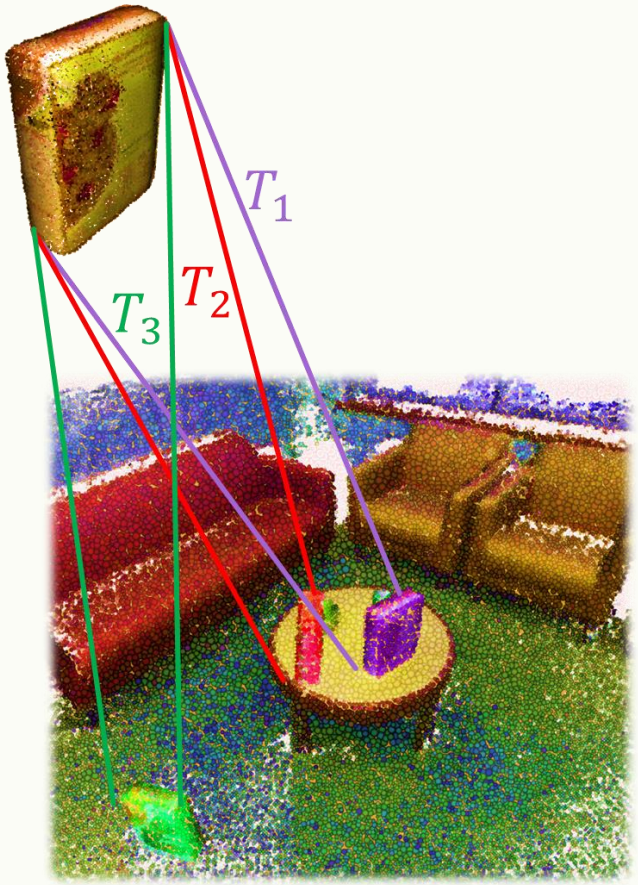


NATIONAL RESEARCH, DEVELOPMENT AND INNOVATION OFFICE
HUNGARY

PROGRAM FINANCED FROM THE NRDI FUND

Pontfelhő-regisztráció

- Featurealapú regisztrációs algoritmus → kezdeti illesztés
- Lépesek:
  1. Kulcspontok (pl. sarok- vagy élpontok) becslése
  2. Featureleírók (lok. top.-ból származó többdim. vektorok) számítása
  3. Korrespondenciák becslése, szűrése
  4. Transzformációbecslés
- Spec. eset: pontfelhőalapú mintaillesztés

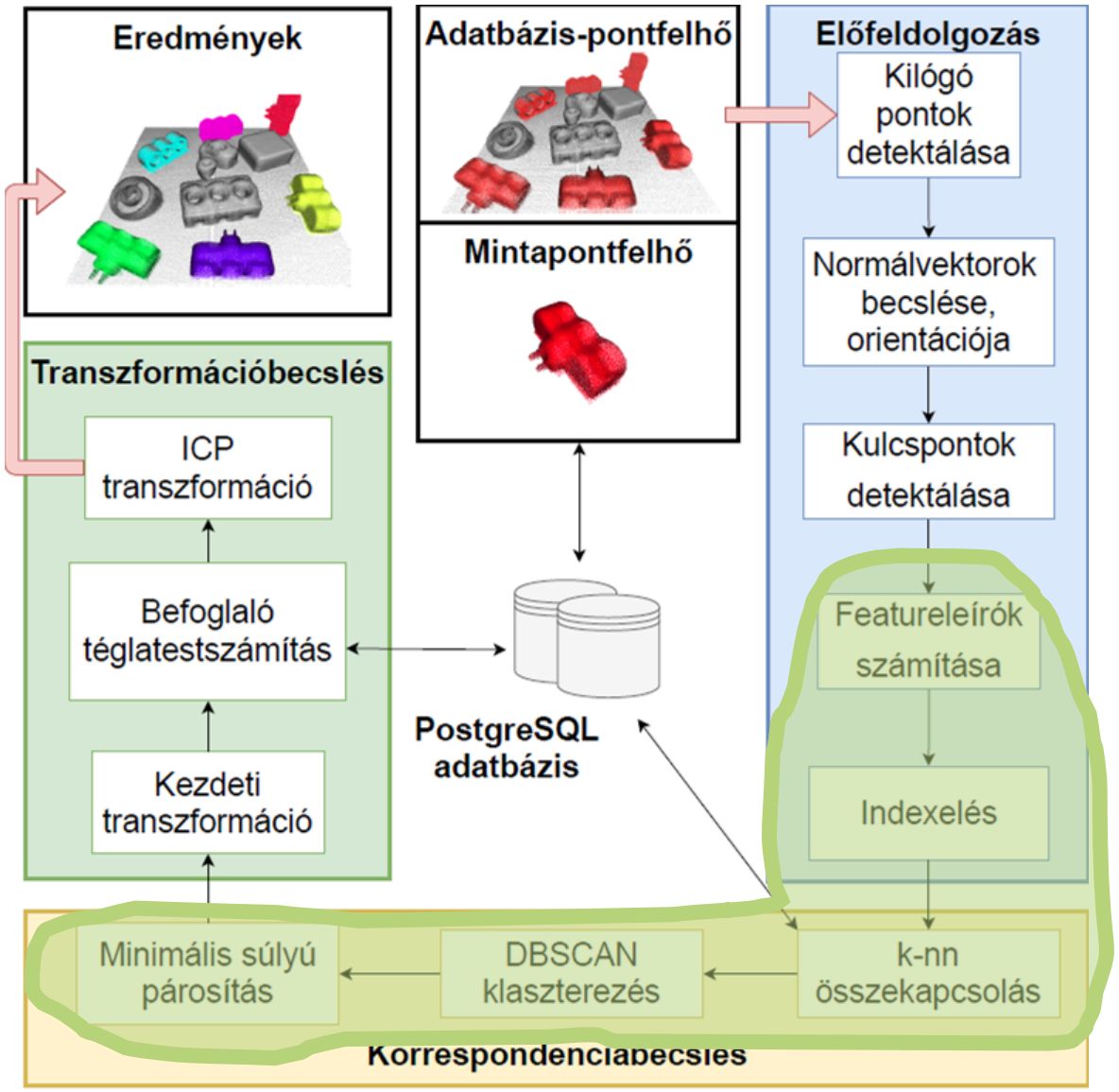


NATIONAL RESEARCH, DEVELOPMENT AND INNOVATION OFFICE
HUNGARY

PROGRAM FINANCED FROM THE NRDI FUND

Mintaillesztés nagyméretű pontfelhőben

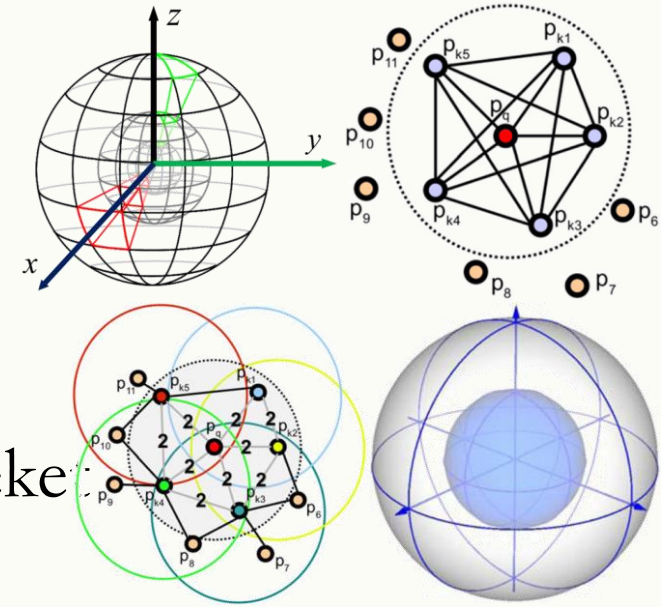
- Tavalyi eredmény volt egy publikáció a módszerről
- Folyt.: *featureleírók számításától* → *min. súlyú párosítás*ig részek további tökéletesítése



NATIONAL RESEARCH, DEVELOPMENT AND INNOVATION OFFICE HUNGARY

PROGRAM FINANCED FROM THE NRDI FUND

Featureleírók



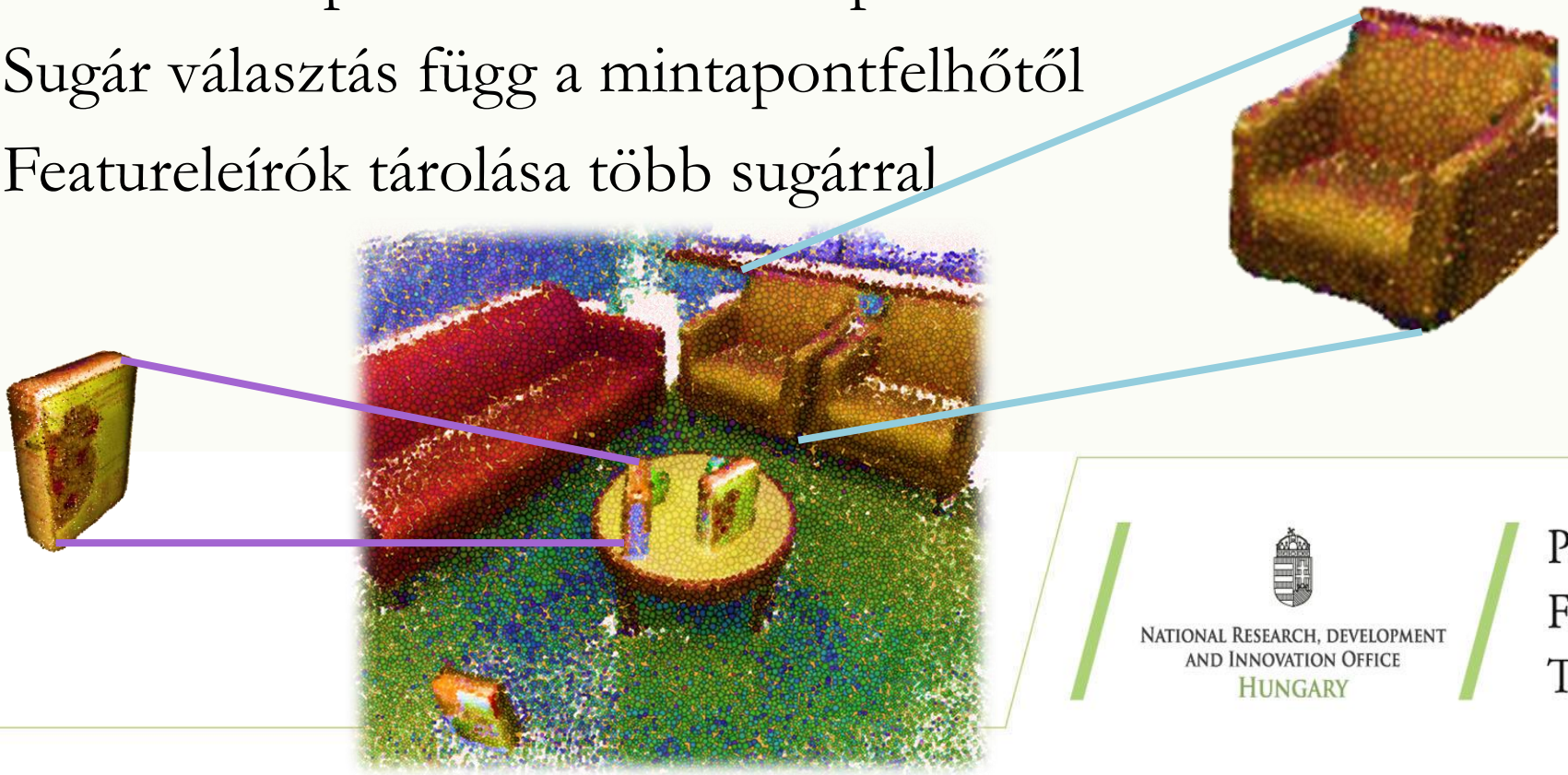
- Sok módszer van
- Több jellemző alapján lehet kategorizálni a módszereket
  - Pl. hisztogramalapú / nem-hisztogramalapú
- Módszerek ~85%-a hisztogramalapú

National Research, Development and Innovation Office
Hungary

PROGRAM FINANCED FROM THE NRDI FUND

Featureleírók

- Featureleírók paraméterei
  - szomszédság sugara
- Hatás: kulcspontok közti korrespondenciák
- Sugár választás függ a mintapontfelhőtől
- Featureleírók tárolása több sugárral

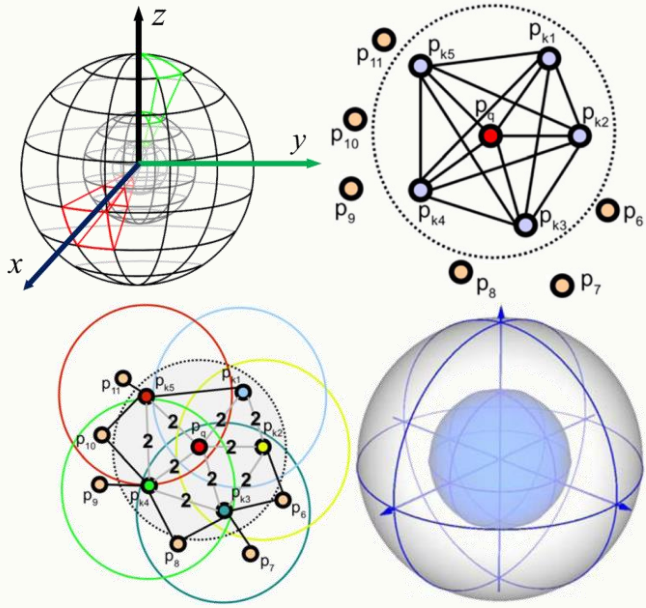


NATIONAL RESEARCH, DEVELOPMENT AND INNOVATION OFFICE
HUNGARY

PROGRAM FINANCED FROM THE NRDI FUND

Featureleírók

- Sokdimenziós featureleírók
- Közeli szomszédok keresése
- K-NN összekapcsolás, keresőfák
- Binarizációs módszerek
  - Hamming-távolság
  - Kisebb „memórialábnyom”, tárhelyigény

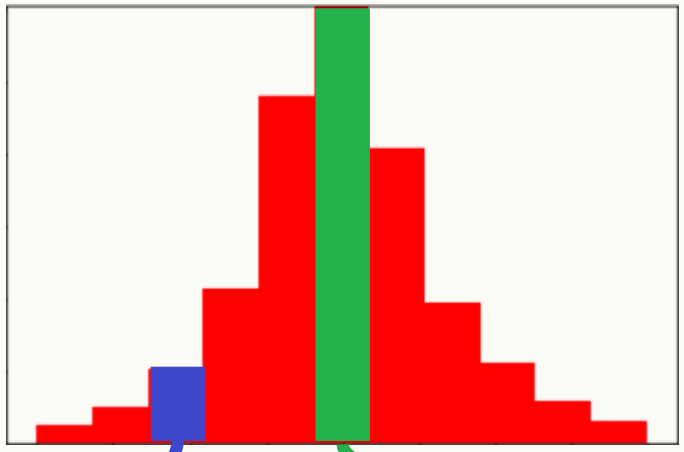


National Research, Development and Innovation Office
Hungary

PROGRAM FINANCED FROM THE NRDI FUND

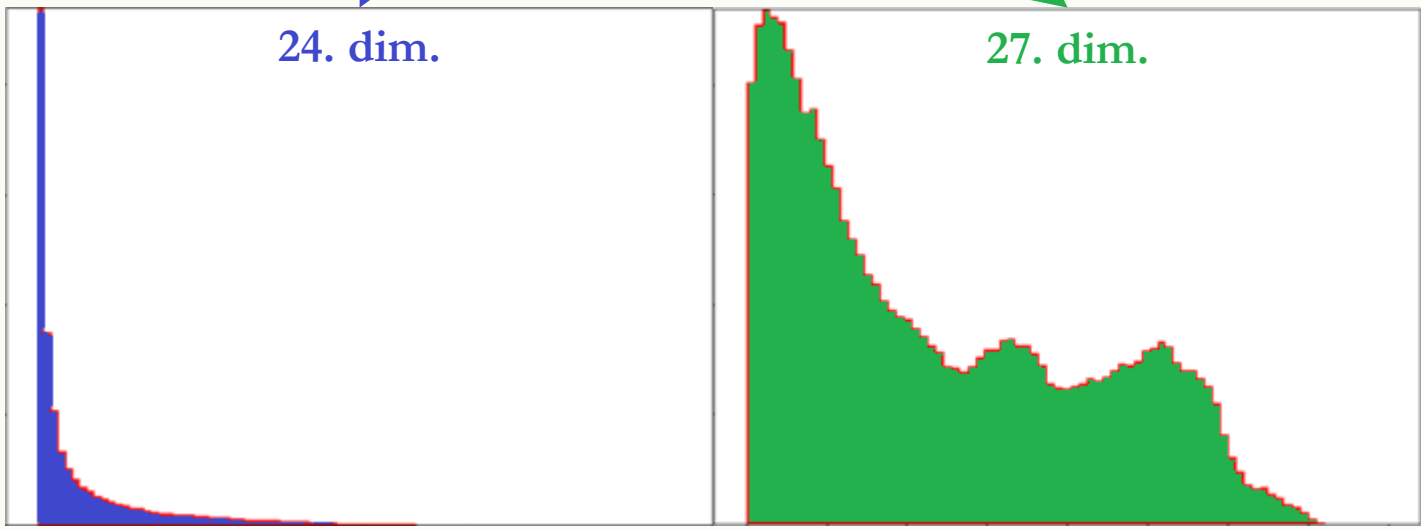
Kvantilis-alapú binarizáció

- Hisztogramalapú módszerek:
  1. Pontfelhőpontok ládákba helyezése
  2. Featuretér felosztása
- Hisztogramládák súlyai → featureleíró koordinátái
  - Tipikusan különféle súlyok



FPFH 3. feature

$$\frac{n_s \cdot (p_t - p_s)}{\|p_t - p_s\|}$$

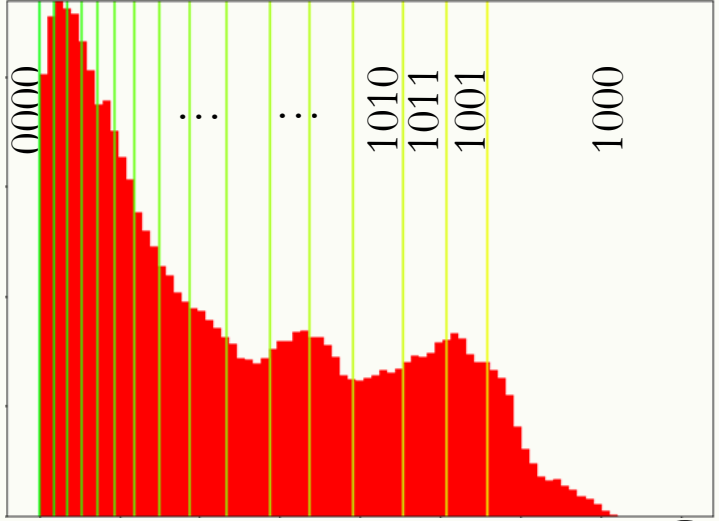


NATIONAL RESEARCH, DEVELOPMENT AND INNOVATION OFFICE
HUNGARY

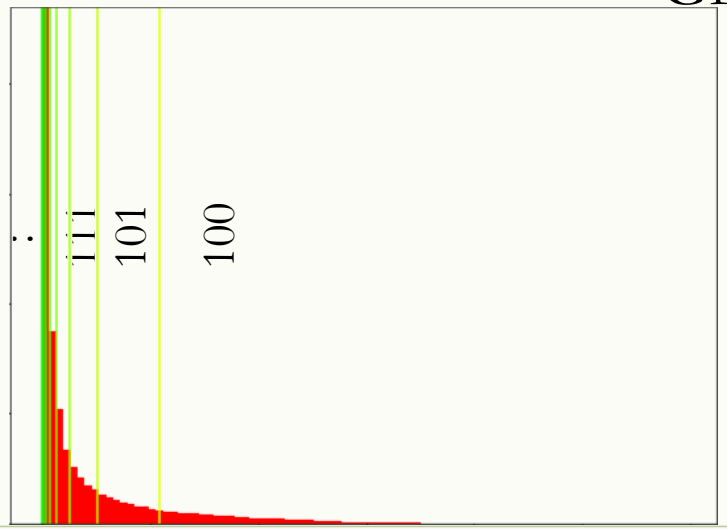
PROGRAM FINANCED FROM THE NRDI FUND

Kvantilis-alapú binarizáció

- Kvantilisek alapján csoportokat adunk meg egy dimenzió mentén
- Kódoljuk a csoportokat bitsorozatokká
  - Gray-kód vagy az értékek távolságának még precízebb megtartása H-táv. szempontból
- Összefűzés → teljes binarizáció
- Kapcsolódó binarizációs módszerek implementációja (CI-SHOT, GRAY-SHOT...)
- Ezekkel való összehasonlítás



Gray-kód

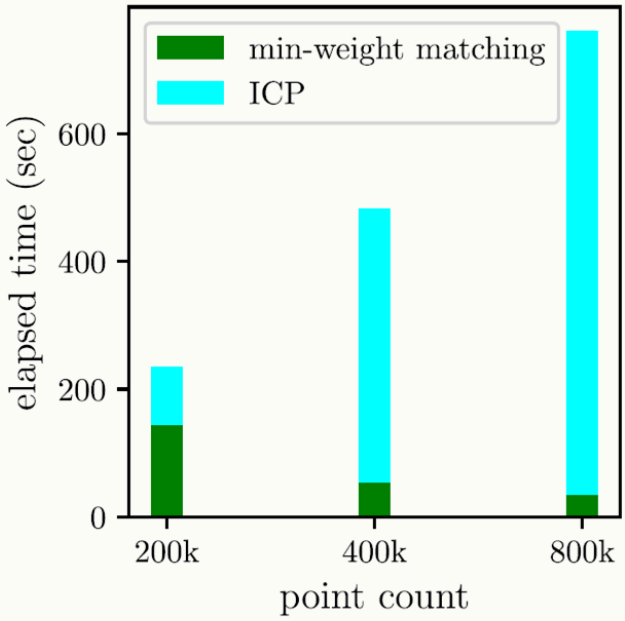


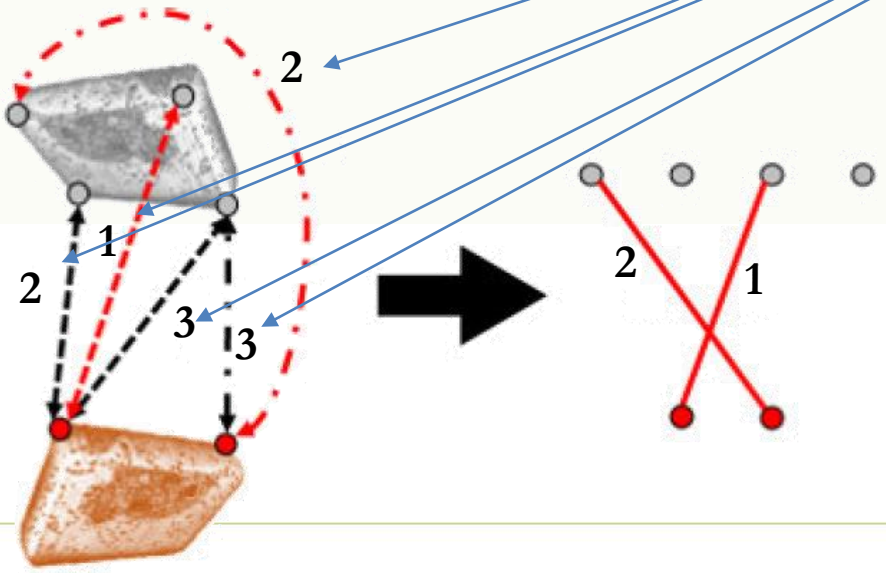
NATIONAL RESEARCH, DEVELOPMENT AND INNOVATION OFFICE
HUNGARY

PROGRAM FINANCED FROM THE NRDI FUND

Korrespondenciabecslés

- Korábbi megközelítés:
  - Featureleírók között k-NN összekapcsolás → korrespondenciajelöltek: $\{(dfeat_i, sfeat_j, nn_{idx}), \dots\}$
  - DBSCAN klaszterezés → előfordulásjelöltek
  - Korresp.jelöletek szűrése (min. súlyú párosítás)



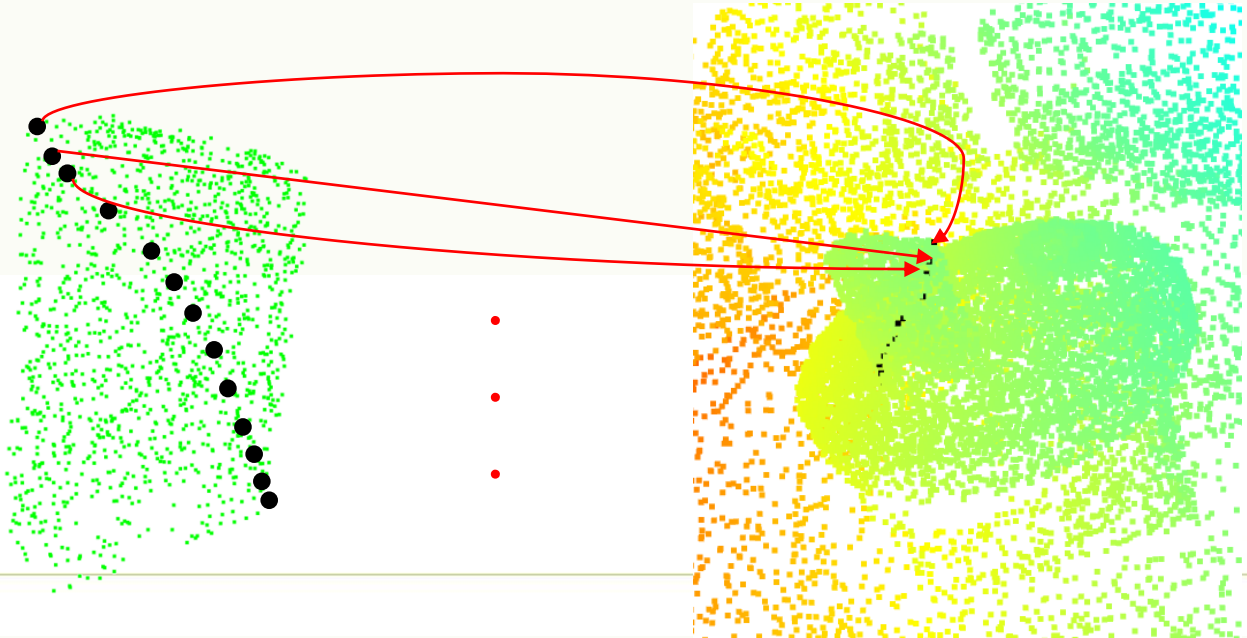


NATIONAL RESEARCH, DEVELOPMENT AND INNOVATION OFFICE
HUNGARY

PROGRAM FINANCED FROM THE NRDI FUND

Korrespondenciabecslés

- Ehelyett „láncolat” a mintapontfelhőnél
  - Keresni ezt az adatbázis-pontfelhőben
  - Featureleírók és geometriai kényszerek alapján
- → Nem csak a featureleírók terében közeliek keresése, hanem a pontok 3D pozíciói is

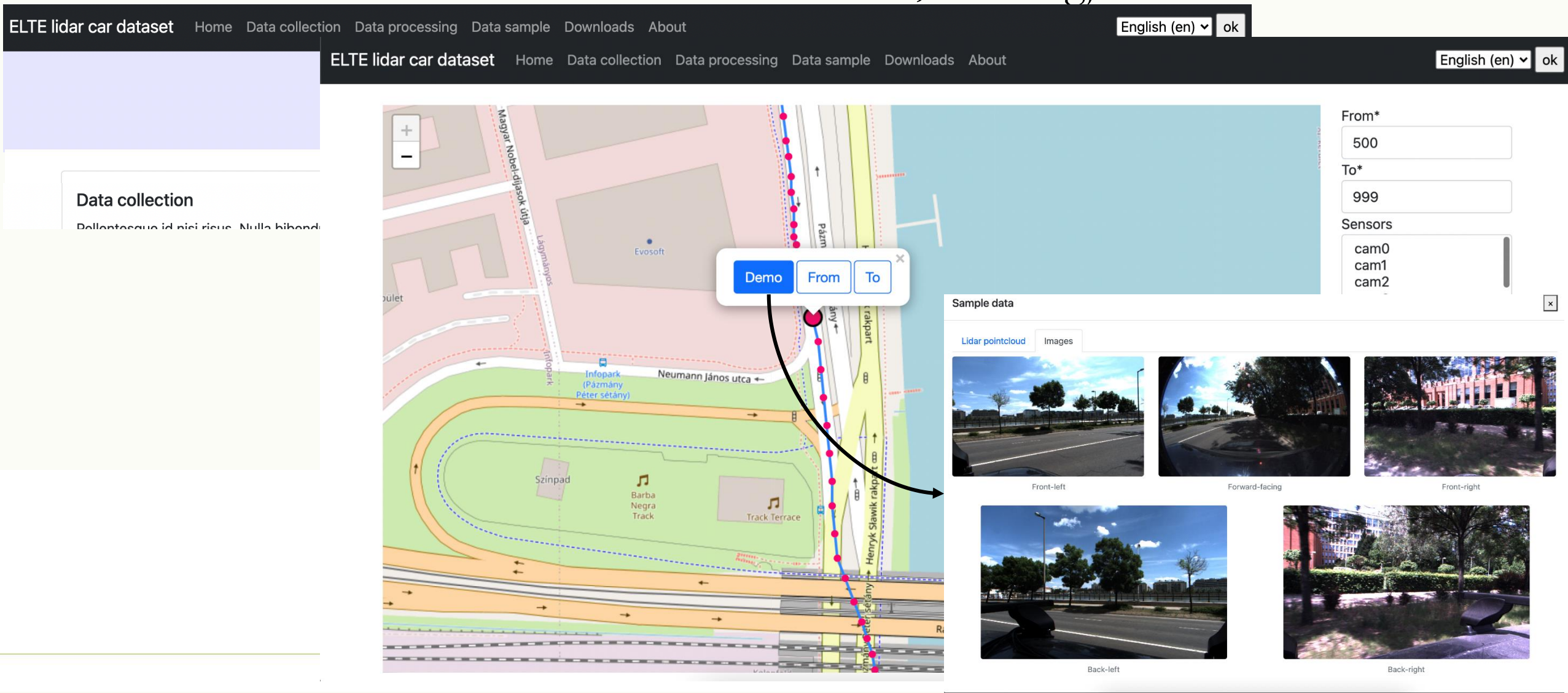


NATIONAL RESEARCH, DEVELOPMENT AND INNOVATION OFFICE
HUNGARY

PROGRAM FINANCED FROM THE NRDI FUND

LiDAR felvételek

- LiDAR felvételek (Hajder Leventéektől) feldolgozása, elérhetővé tétele
- Webes felület, adatmegjelenítés



Cikkek előkészületben

1) **János Márk Szalai-Gindl**, Dániel Varga, Márton Ambrus-Dobai, **Sándor Laki**, *Quantile-based binarization of 3D point cloud descriptors*, **ACM SIGIR 2022 (A*)** konferenciára tervezzük beküldeni
2) Máté Michelisz, **János Márk Szalai-Gindl**, Dániel Varga, **Sándor Laki**, *Template matching in point clouds using catenarian search*, valószínűleg az **IEEE Access (Q1)** folyóirathoz fogjuk beküldeni

NATIONAL RESEARCH, DEVELOPMENT AND INNOVATION OFFICE
HUNGARY

PROGRAM FINANCED FROM THE NRDI FUND

Együttműködések, előadások

- PostgreSQL-es indexstruktúrák vizsgálata, továbbfejlesztése (Gombos Gergő + hallgató)
- Korrespondencia- és transzformációbecslés további vizsgálata, featureleírók binarizációja (Laki Sándor és doktorandusza: Varga Dániel + hallgatók)
- Autó felvételek (Hajder Levente, Kovács Bandó, Varga Dániel + hallgató)

- Kutatók Éjszakája 2021 és ELTE IK nyílt nap előadások részben kapcsolódó témáról

NATIONAL RESEARCH, DEVELOPMENT AND INNOVATION OFFICE
HUNGARY

PROGRAM FINANCED FROM THE NRDI FUND

Felhasznált képek forrásai

- Maddern, W., Pascoe, G., Linegar, C., & Newman, P. (2017). 1 year, 1000 km: The Oxford RobotCar dataset. The International Journal of Robotics Research, 36(1), 3-15. 8. old.: Figure 10
- Uy, M. A., & Lee, G. H. (2018). Pointnetvlad: Deep point cloud based retrieval for large-scale place recognition. In Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (pp. 4470-4479). 4474. old.: Figure 3
- Liu, K., Wang, W., & Wang, J. (2019). Pedestrian detection with LiDAR point clouds based on single template matching. Electronics, 8(7), 780. 7. old.: Figure 2
- Guo, Y., Bennamoun, M., Sohel, F., Lu, M., Wan, J., & Kwok, N. M. (2016). A comprehensive performance evaluation of 3D local feature descriptors. International Journal of Computer Vision, 116(1), 66-89. 69. old.: Figure 1

NATIONAL RESEARCH, DEVELOPMENT AND INNOVATION OFFICE
HUNGARY

PROGRAM FINANCED FROM THE NRDI FUND

KÖSZÖNÖM A FIGYELMET!

www.elte.hu

Az Alkalmazásiterület-specifikus nagy megbízhatóságú informatikai megoldások című projekt a Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból biztosított támogatással, a Tématerületi kiválósági program (TKP2020-NKA-06, Nemzeti Kihívások Alprogram) finanszírozásában valósult meg.

NATIONAL RESEARCH, DEVELOPMENT AND INNOVATION OFFICE
HUNGARY

PROGRAM FINANCED FROM THE NRDI FUND