Autonóm rendszerek

Lóczi Lajos, Szalai-Gindl János, Varga László Zsolt,
Kovács Bandó, Hajder Levente

TKP Workshop 2022.
Eötvös Loránd Tudományegyetem, Informatikai Kar

NATIONAL RESEARCH, DEVELOPMENT AND INNOVATION OFFICE
HUNGARY

PROGRAM FINANCED FROM THE NRDI FUND

Bevezetés

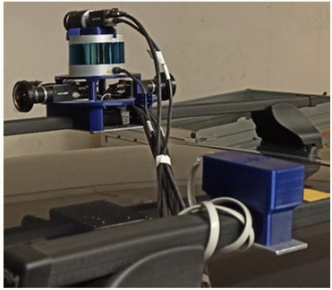
- Autonóm rendszerek manapság népszerű, intenzíven kutatott terület
- Egyetemünk számára kiemelten fontos
  - Külön képzést indítottunk: Autonómrendszer-informatikus MSc (angol nyelven)
  - Magyar és EU-s pályázati lehetőségek
  - Ipar számára is fontos terület
- A területeken elmélet és gyakorlat találkozik.
- Népszerű témák a hallgatók körében is.

Csoport tagjai

- Varga László Zsolt
  - Autonóm ágensek és multi-ágens rendszerek
- Szalay-Gindl János
  - LiDAR pontfelhők feldolgozása
- Lóczi Lajos
  - Matematikai problémák: differenciálegyenletek numerikus módszerei, optimalizálási kérdések
- Kovács Bandó
  - Hardver, szoftver és minden (is)
- Hajder Levente
  - 3D látás kamerképekből, LiDAR pontfelhőkből
- (**És a hallgatók!**)

Eszközpark

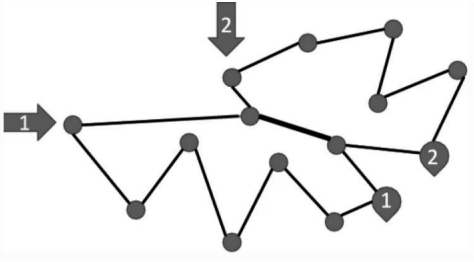
- Régi Skoda
  - Hátrány (?)
- Korszerű eszközökkel
  - LiDAR
  - Kamerák
  - GPS
  - +IMU



Autonóm ágensek és multi-ágens rendszerek

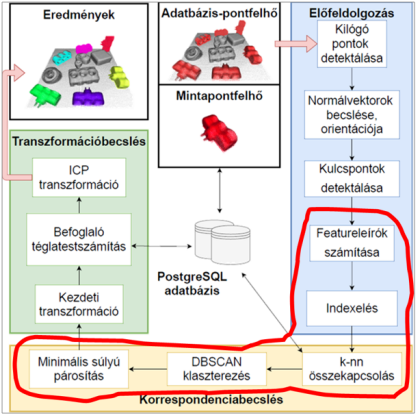
- Multi-ágens rendszerek raktárban.
- Megbízható útvonalválasztások.
- Multi-ágens paradigma a szoftvertechnológiában.
- Csillapítás bevezetése dinamikus multi-ágens rendszerekbe.

- Hallgatói projektek.



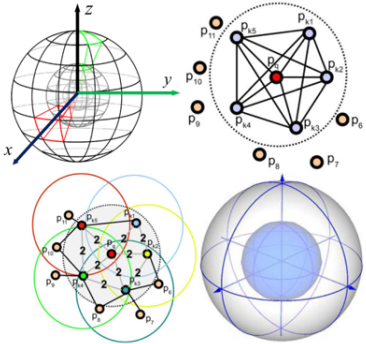
Mintaillesztés nagyméretű pontfelhőben

- Korszerű LiDAR érzékelők $\Longrightarrow$ nagyméretű 3D pontfelhők, adatkezelési/elemzési kihívások
- Pontfelhő-regisztráció, spec. esete: pontfelhőalapú mintaillesztés
- Korábbi eredmény tökéletesítése



Featureleírók

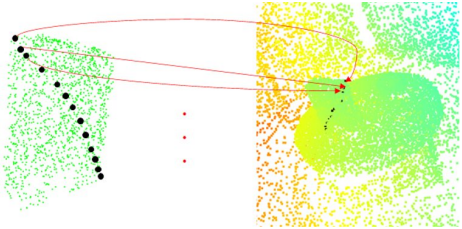
- Közeli szomszédok keresése
- Featureleírók „rövidítése”
  - Előzetes eredmények: PCA alkalmazása
  - Új binarizációs módszer kidolgozása



→ Kép forrása: 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

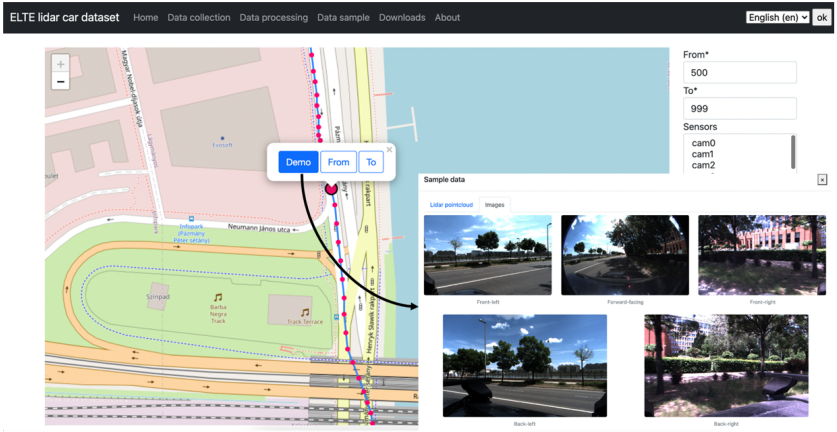
Korrespondenciabecslés

- Korábbi megközelítés (DBSCAN klaszterezés, min. súlyú párosítás) leváltása
  - Nagy időköltség
- Helyette „láncolat”-alapú keresés



LiDAR felvételek közzététele

- LiDAR felvételek feldolgozása, elérhetővé tétele
- Webes felület, adatmegjelenítés

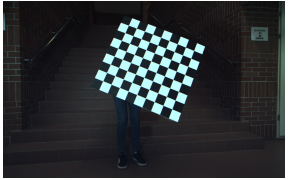


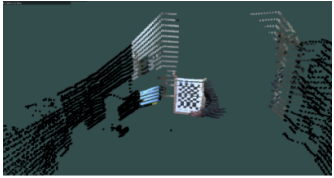
LiDAR-kamera kalibrálás

- Különböző érzékelőket együtt használni nagy kihívás.
- Az érzékelőket közös rendszerbe kell helyezni.
  - Külső paraméterek (pozíció, nézeti irány) kalibrálása szükséges.
- Kifejlesztettünk két eljárást:
  1. Félautomatikus, sakktáblák segítségével;
  2. Automatikus, gömbök segítségével.

LiDAR-kamera kalibrálás sakktáblával

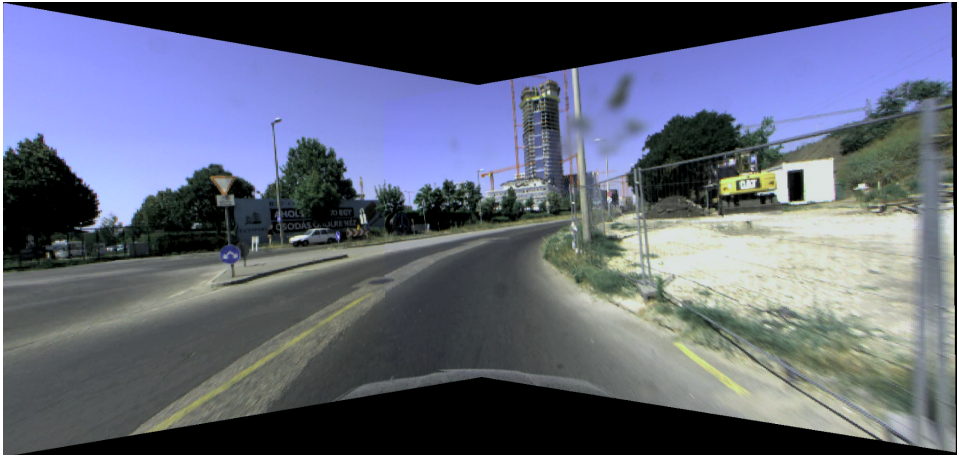
- A kemerát és a LiDAR érzékelőt egy speciális, egyedi gyártású elemmel összekötöttük.
  - Az összekötő saját tervezés, 3D nyomtatóval készült.
- Kamera kalibrálása egy forgatási szög meghatározására redukálódik, normálvektorok ismerete szükséges.
  - Normálvektor kameraképből: sakktáblához tartozó transzformáció felbontásával.
  - Normálvektor pontfelhőből: sakktábla síkjának illesztéséből.
- Továbbfejlesztés: sok sakktábla esetén túlhatározott eset; automatikus re-kalibráció lehetséges.





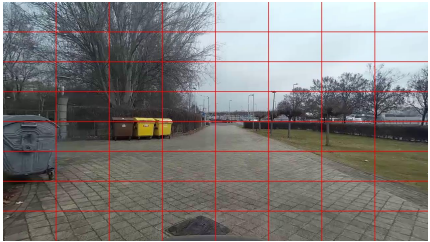
Kameraképek feldolgozása

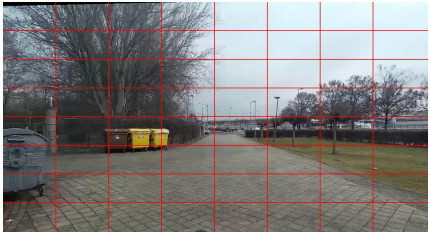
- Képek összefűzése
  - Nagyobb látószög érhető el.



Kamera dőlésének korrekciója

- A jármű sebessége kizárólag kameraképek segítségével is mérhető.
- Képsíknak függőlegesenek kell lennie.
- Optikai úton a korrekció elvégezhető





Differenciálegyenletek numerikus módszerei

- Extrapolációs módszerek
- Lineáris többlépéses módszereket kombinálása Richardson-extrapolációval
  - aktív / lokális
  - passzív / globális
- Vizsgálatok
  - Konzisztencia, stabilitás, konvergencia és abszolút stabilitás
  - Elméleti és numerikus szempontból egyaránt

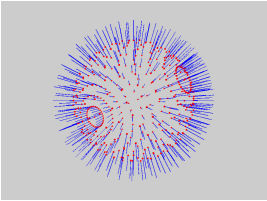
$\rightarrow$ Közös munka Havasi Ágnes, Fekete Imre és Lóczi Lajos részvételével

Gyors optimális normálvektorbecslés

- A feladat matematikai alakja

$$\arg_{\mathbf{n}} \min \sum_{i=1}^{4} \left\| a_i - \frac{\mathbf{w}_i^T \mathbf{n}}{\mathbf{w}_5^T \mathbf{n}} \right\|^2 \tag{1}$$

  - $\mathbf{A} = \begin{bmatrix} a_1 & a_2 \\ a_3 & a_4 \end{bmatrix}$ az affin transzformáció
  - $\mathbf{w}_i$: a kameraparaméterek és a térbeli pont függvénye
  - $\mathbf{n}$: a keresett felületi normálvektor
- Új eljárás elsőfokú polinomra vezeti vissza a megoldás
  - Sok szorzás és összeadás + 1 db. osztás

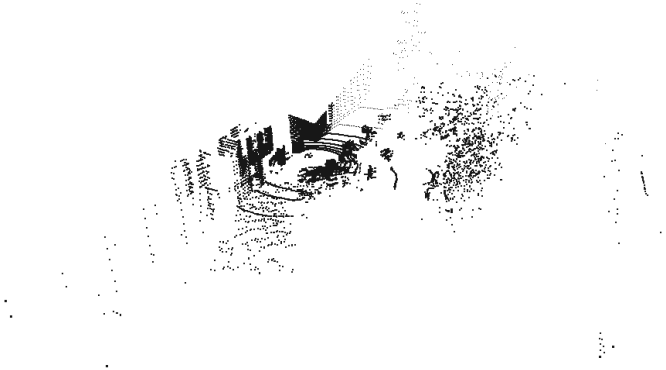


Együttműködés a csoporton kívül

- Baranyi Gábor - Lőrincz András (NIPG) : gyengén perspektív és perspektív kameramodellek közötti átváltás
  - Gyengén perspektív: kisebb perspektív torzítás
  - Tanításhoz előszeretettel gyengébben perspektív képeket használnak

Ipari együttműködés: Robert Bosch GmbH

- Hasonló témák
  - Szenzoros mérőautó
  - Háromdimenziós látás
- Közös munka elkezdődött egy hallgató (Tófalvi Tamás) segítségével
  - Parkoló járművek detektálása



Kiemelt publikációk

- **Folyóiratban**
  - **Varga, László Zsolt**, “Solutions to the Routing Problem - Towards Trustworthy Autonomous Vehicles,” Artificial Intelligence Review, Open Access, Published: 08 January 2022.
- **Konferenciakiadványban**
  - Ács, Botond ; Dóra, László ; Jakab, Olivér ; **Varga, László Zsolt** „Multi-Agent Techniques to Solve a Real-World Warehouse Problem” LNCS/LNAI 12946 pp. 1-13. (2021)
  - Firas Kastantin, **Levente Hajder**. Visual Tilt Correction for Vehicle-mounted Cameras. 17th International Joint Conference on Computer Vision, Imaging and Computer Graphics Theory and Applications. 2022.
  - Tamás Tófalvi, **Bandó Kovács**, **Levente Hajder**, Tekla Toth. One-parameter camera-LiDAR extrincis calibration. 17th International Joint Conference on Computer Vision, Imaging and Computer Graphics Theory and Applications. 2022.

Publikációk a félév során

	Elfogadott/megjelent	Beküldött
Folyóirat	1	2
Konferenciakiadvány	4	3
TDK dolgozat	2	
Összesen	7	3

Összefoglalás

- Kutatócsoportunk három területen végez alkotómunkát:
  - autonóm ágensek és multi-ágens rendszerek;
  - autonóm járművek 3D-s érzékelése, mérőautó felszerelése és fejlesztése;
  - differenciálegyenletek numerikus módszerei.
- Elméleti eredmények, gyakorlati alkalmazások
- Publikációs tevékenység szakmánk élvonalbeli konferenciáin, folyóirataiban
- A kutatási eredményeket az oktatásban is hasznosítjuk
  - Elsősorban, de nem kizárólag MSc-s képzésen.
- Az ipar is érdeklődik az eredmények iránt.

Köszönjük a figyelmet!