



# Vadludak kamerapárok közti címketartó követése

Dinya Gergely

ELTE IK

Mesterséges Intelligencia Tanszék

2023. 12. 19.

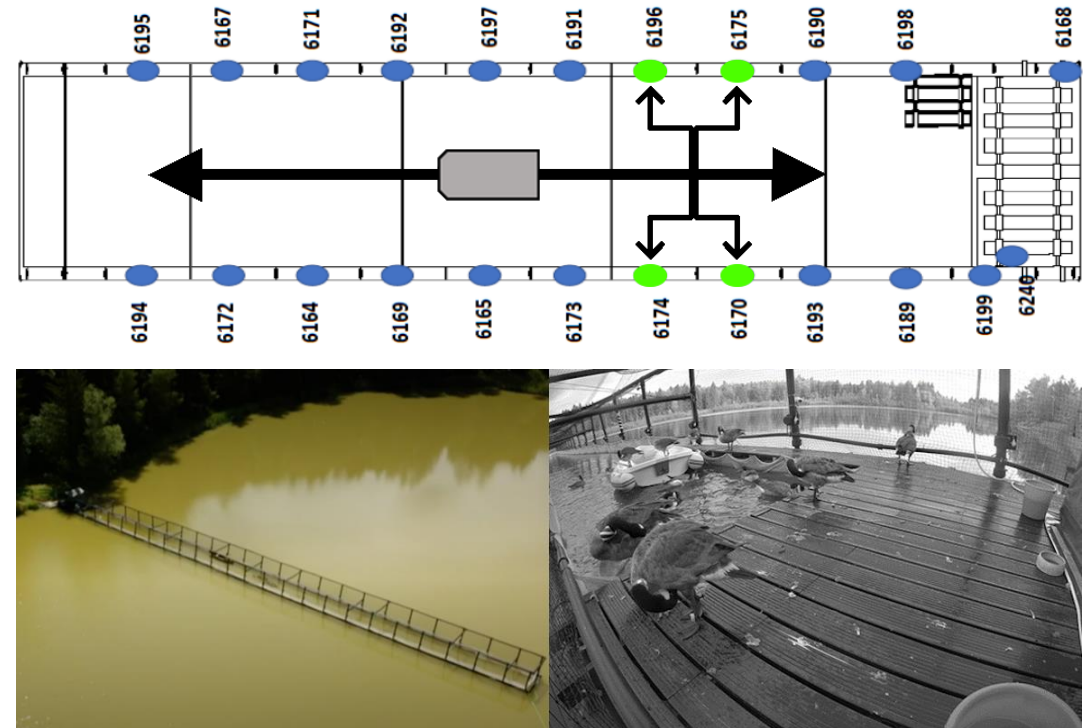
Témavezetők:

Dr. Gelencsér-Horváth Anna

Dr. habil. Lőrincz András

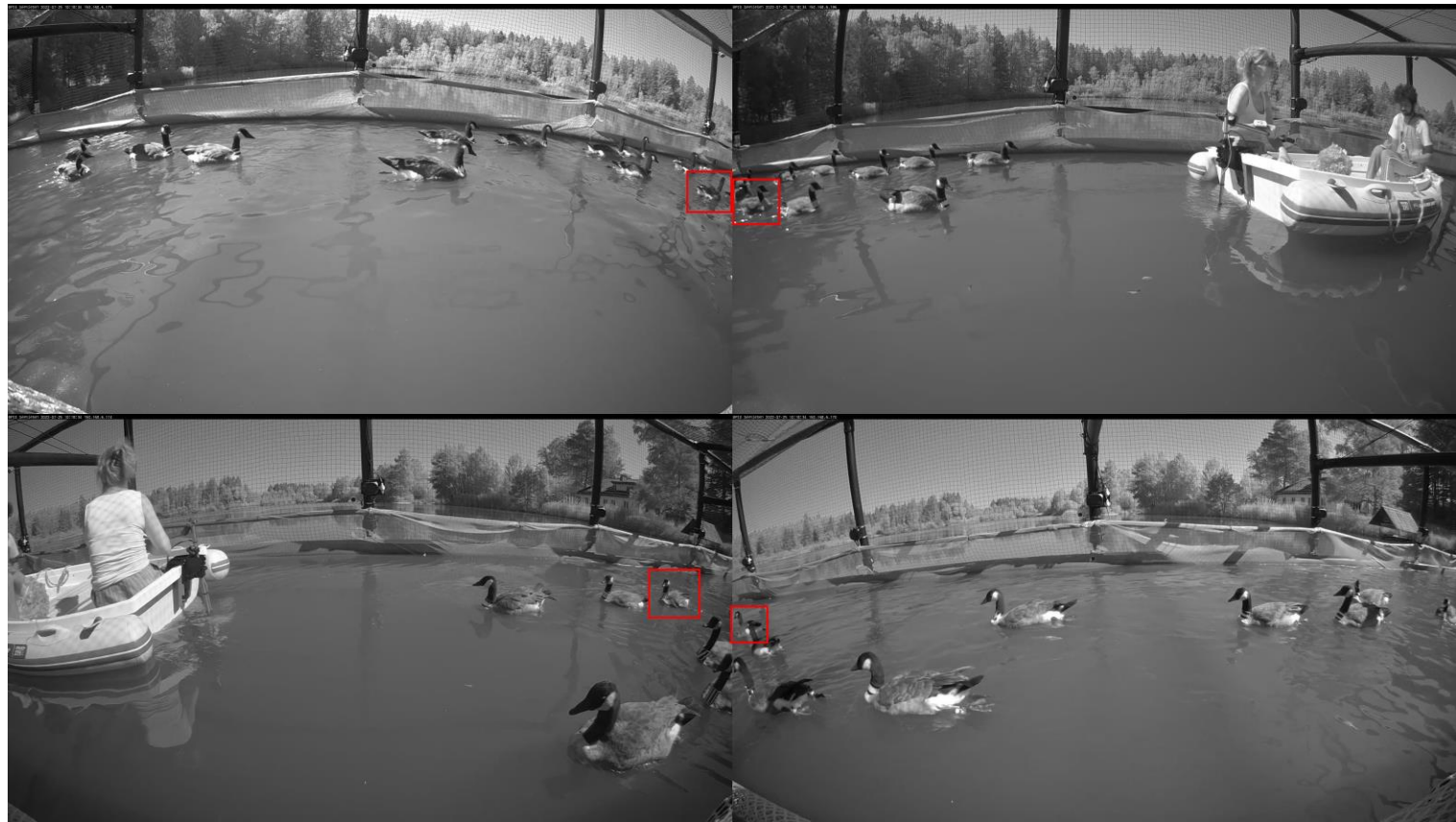
# Bevezetés

- Max Planck Institute for Biological Intelligence
- Madarak váltott agyféltekés alvása mozgás közben
- 2 órás kísérletek
- 9 kamera pár
- Baseline
  - Manuális címkézés + DeepLabCut<sup>[1]</sup>
  - 4 hét / kísérlet



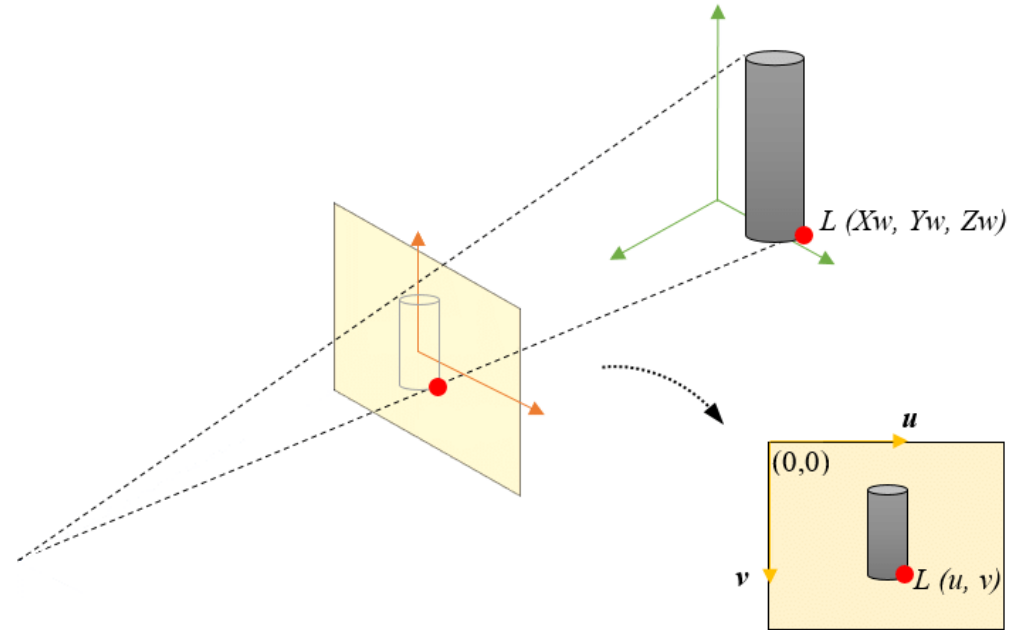
# Bevezetés

- Külső jegyek hasonlósága
- Kis átfedés
- Erős torzítás
- Szinkronizálatlan felvételek
- Redukálás pozíció alapú követésre



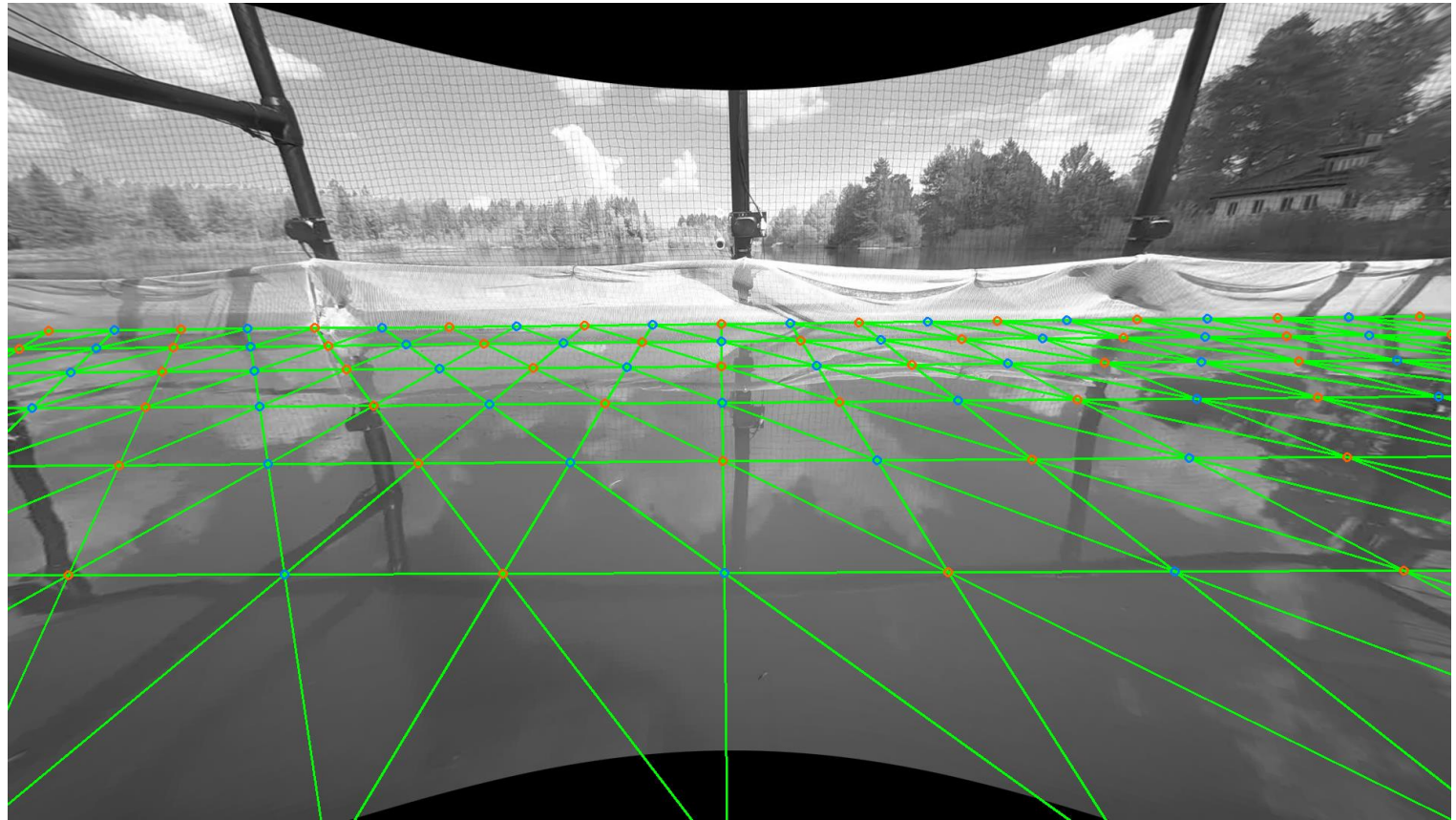
# Pozíció meghatározás

- Inverz projekciós probléma
- A víz mint fix-felület
- Sugarak metszése a pozíció meghatározásához



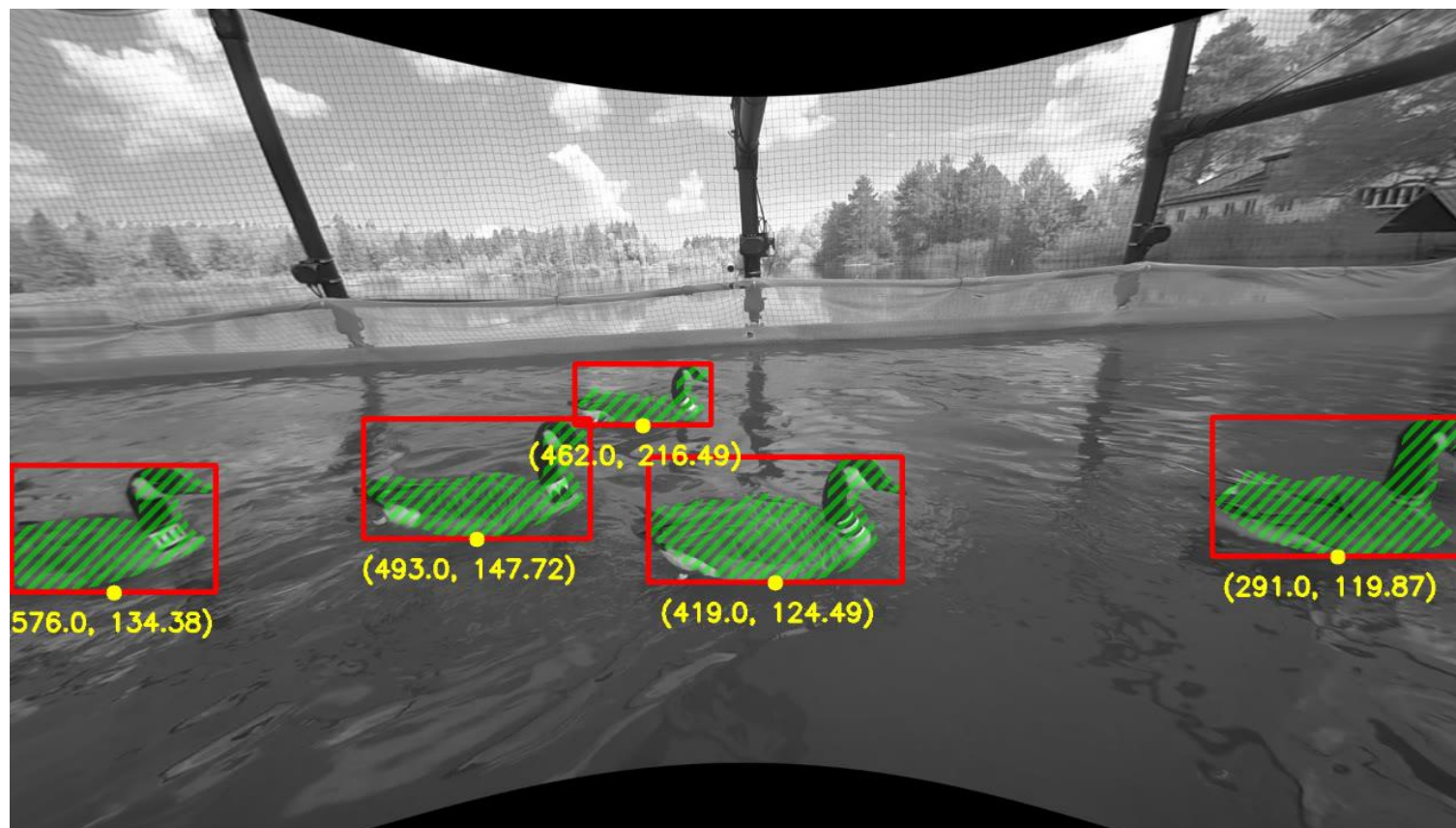
# Kalibráció és torzítás

- Kamera paraméterek
- Kalibráció javítása
- Kitorzítás mértéke



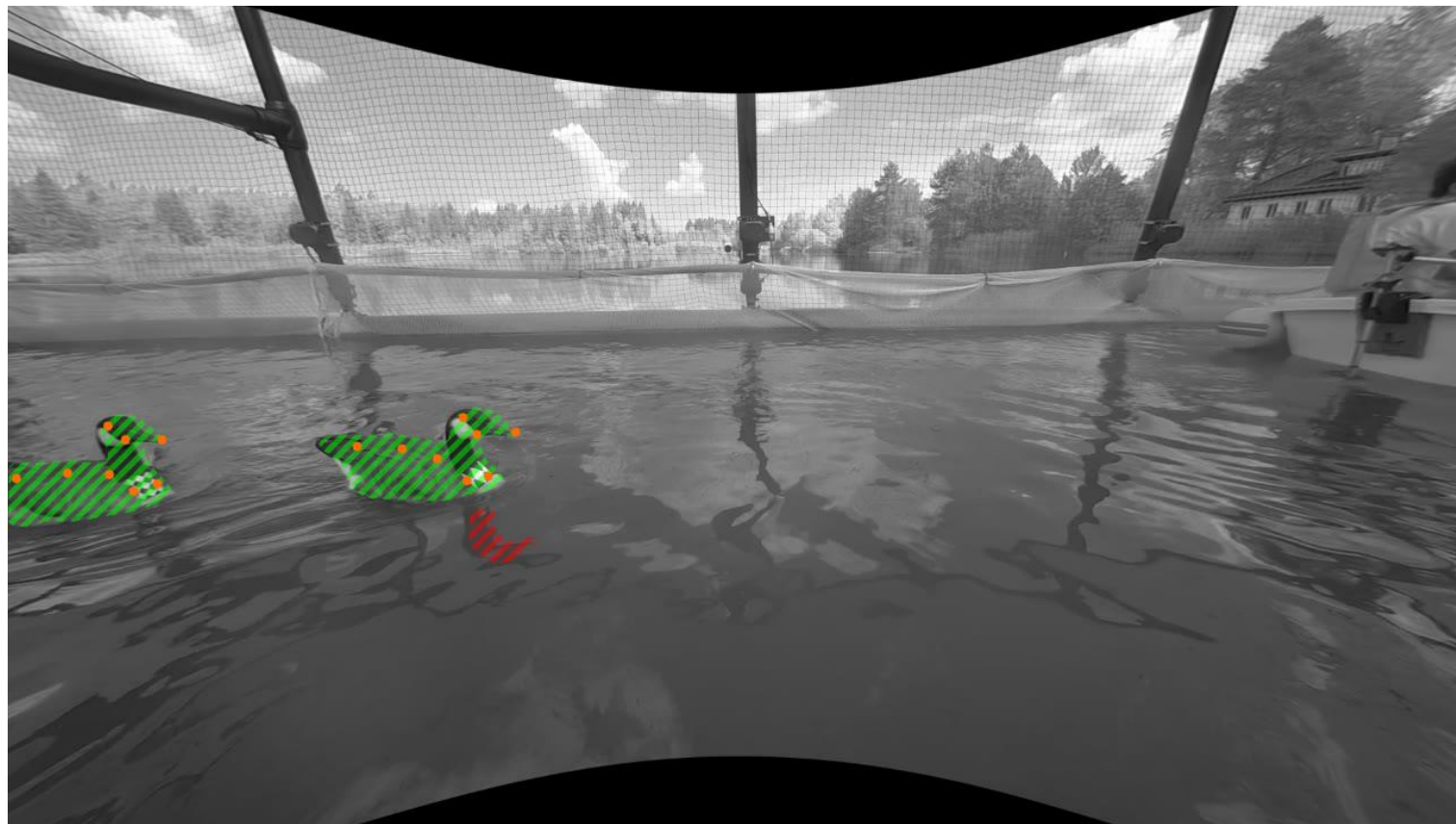
# Detekció

- Mask-RCNN modell
- Szegmentációs maszk
- Bounding-box alsó középpontja



# Detekció

- Fals pozitív detekciók szűrése
- DeepLabCut
- Validáció kulcspontokkal



# Szinkronizáció

- Órák szinkronizálása másodpercenként
- Kameránként eltérő rögzítési sebesség
- Frakcionális időbélyegek készítése a szinkronizációhoz
- ~ 4ms hiba



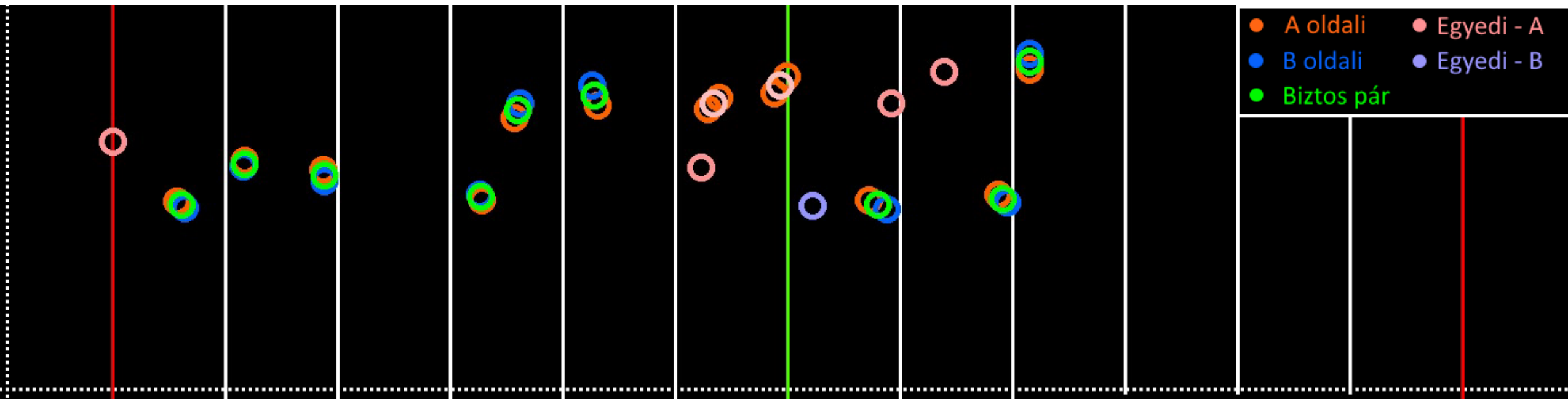
# Kamerák közti párosítás

## Pooling

- Szomszédos kamerák között

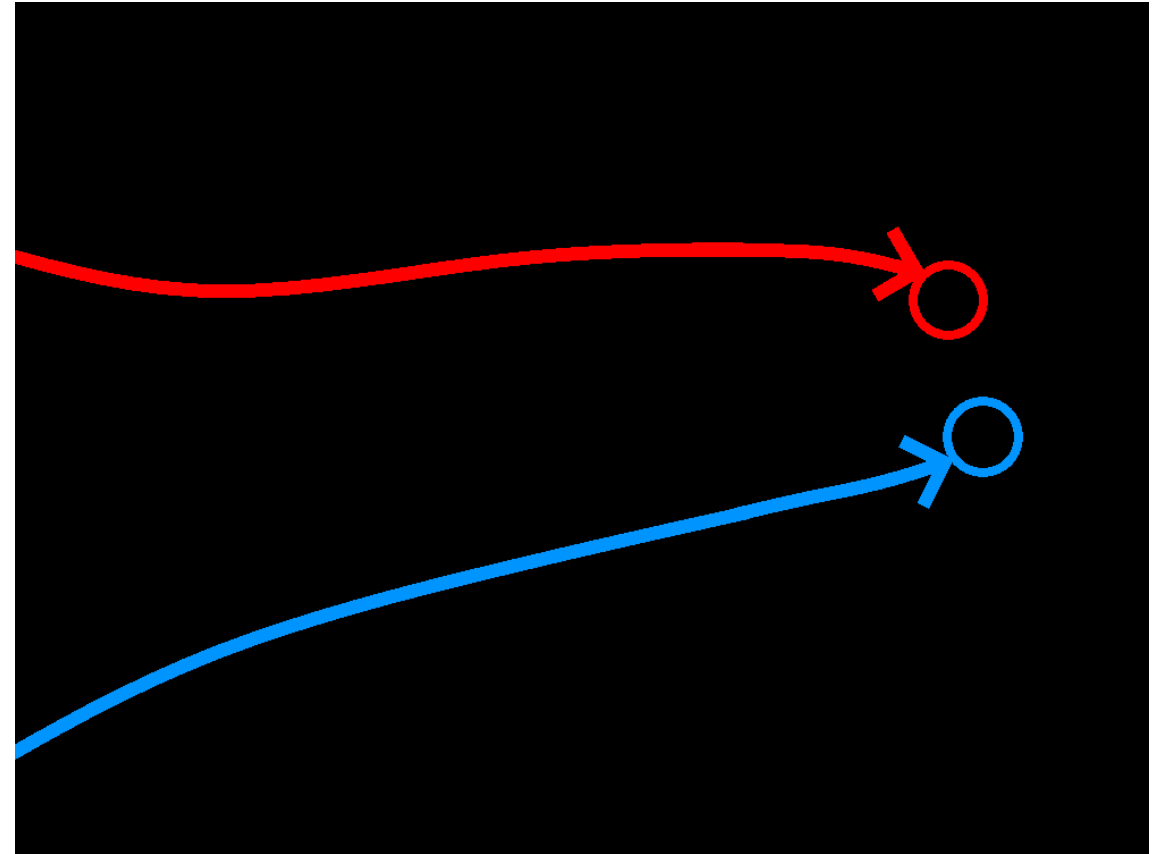
## Pairing

- Szemközti kamerák között



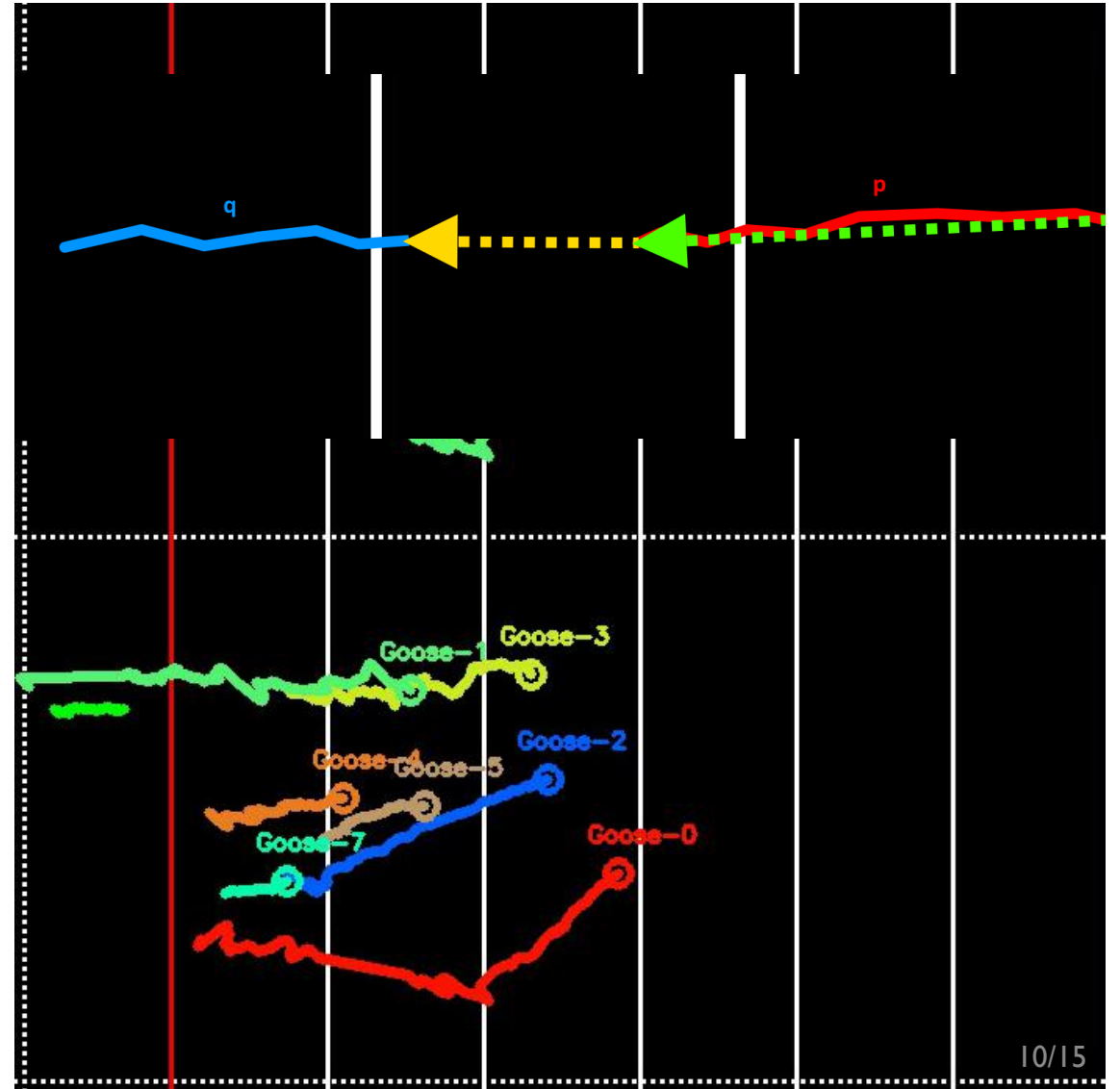
# 2D Multi Object Tracking

- A probléma redukálva 2D objektum követésre
- SORT<sup>[2]</sup>
  - Intersection over Union
  - Kálmán-szűrő
  - Magyar módszer



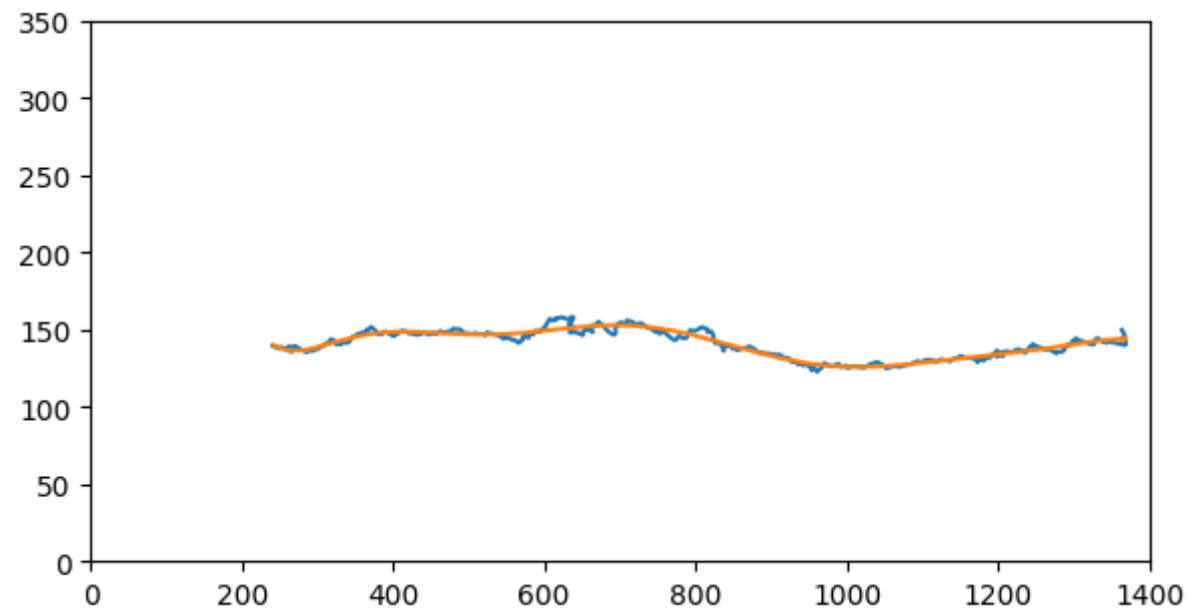
# Utófeldolgozás

- Töredezett trackletek
- Tracklet vég  $\rightarrow$  Tracklet kezdet
  - Páros gráf élei
- Minimális költségű összerendelés



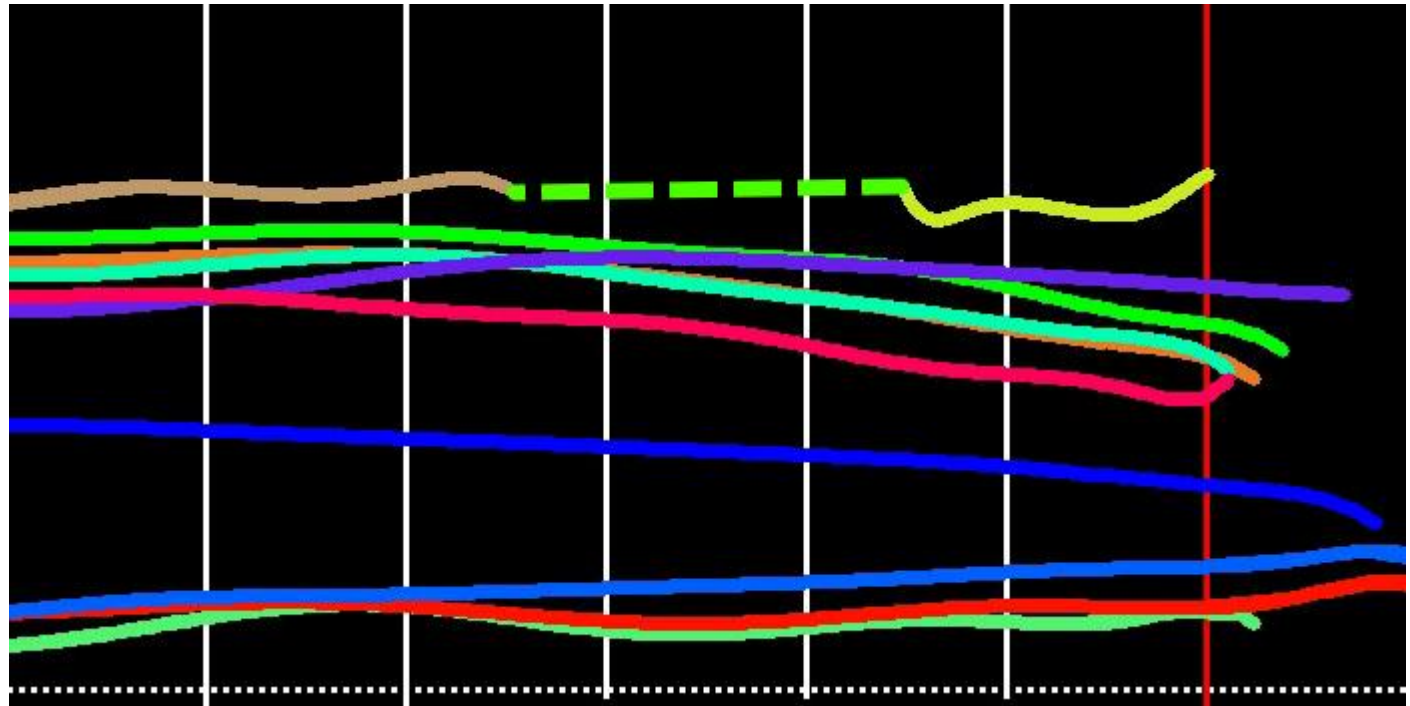
# Interpoláció

- Polinomiális görbeillesztés
- Interpoláció
  - Temporális rések kitöltése



# Hibakezelés

- Hibakezelés
- Címke elvesztése
- Címkecsere
  - Outlier keresés



# Eredmények

- Két 1200 frame hosszú felvétel
- Nagy variancia a felvételek között
- Legfontosabb tulajdonság
  - Címke konzisztencia
- Mért értékek:
  - Egyedi címkék száma
  - Címkecserek száma
  - Lefedettség

| Címke pontosság |               |               |             |             |
|-----------------|---------------|---------------|-------------|-------------|
|                 | Egyedi címkék | Valódi címkék | Túlcímkezés | Címkecserek |
| #1              | 16            | 16            | 0%          | 4           |
| #2              | 11            | 10            | 10%         | 2           |
| #2 Imp.         | 10            | 10            | 0%          | 1           |

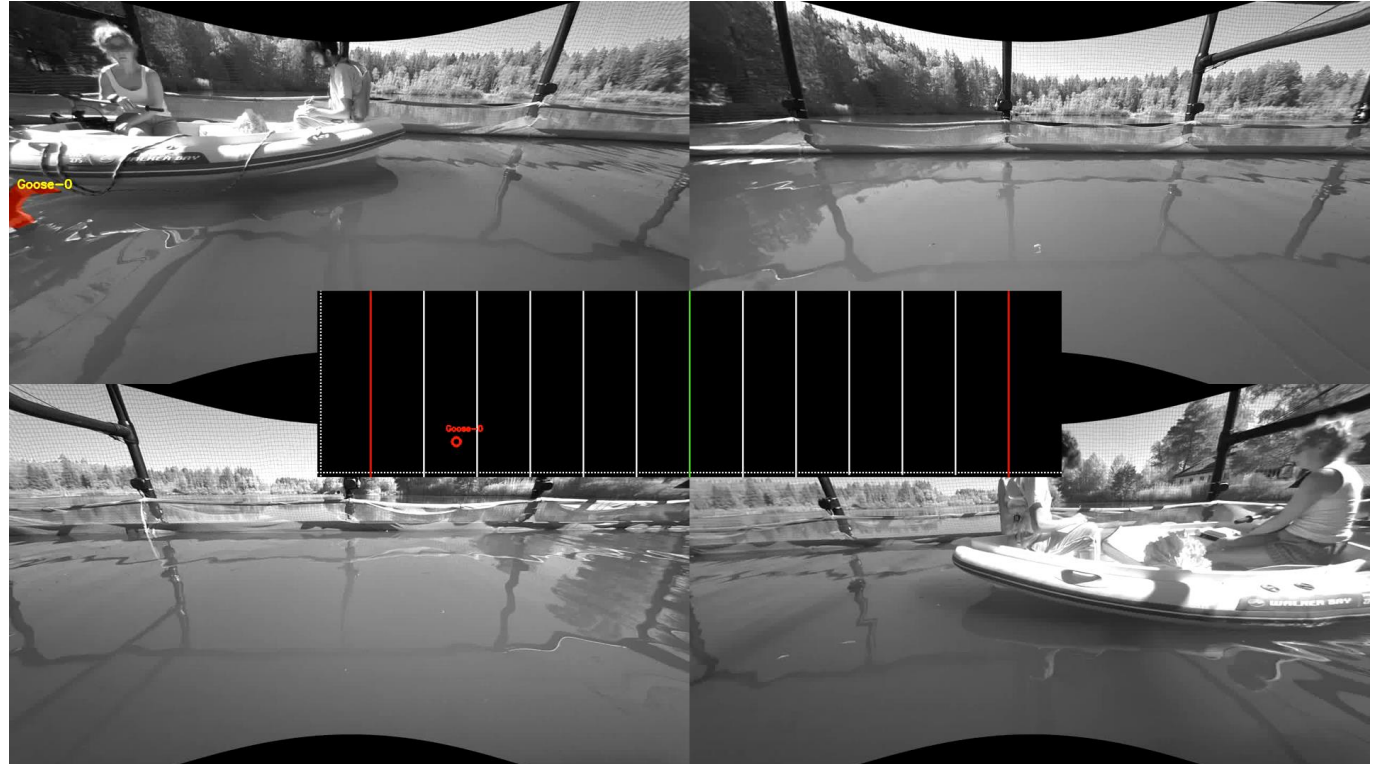
| Címke lefedettség |         |        |        |
|-------------------|---------|--------|--------|
|                   | Átlagos | Min    | Max    |
| #1                | 92.68%  | 83.07% | 99.37% |
| #2                | 93.5%   | 85.31% | 100%   |
| #2 Imp.           | 91.41%  | 74.83% | 100%   |

# Eredmények II.

- Idő
  - Baseline: 4 hét / kísérlet manuális módszerekkel
  - Egy átúszás feldolgozása (18 kamerán)
    - ~ 2 óra
    - ~ 15 átúszás / session

# Összegzés

- Címketartó követés két kamerapár között
- További tervek:
  - Jobb detekció
  - Detekciós lépés párhuzamosítása
  - Hibajelzés kiterjesztése
  - Adatmennyiség növelése





# Köszönöm a figyelmet!

Dinya Gergely

ELTE IK

[aazbjw@inf.elte.hu](mailto:aazbjw@inf.elte.hu)

# Szinkronizációs hiba

- Átlagos hiba:  $\sim 4\text{ms}$
- Tipikus sebesség<sup>[3]</sup>:  $0.48\text{ m/s}$
- Lokalizációs hiba:  $\sim 1.92\text{ mm}$

# TDK Dolgozat Táblázatai

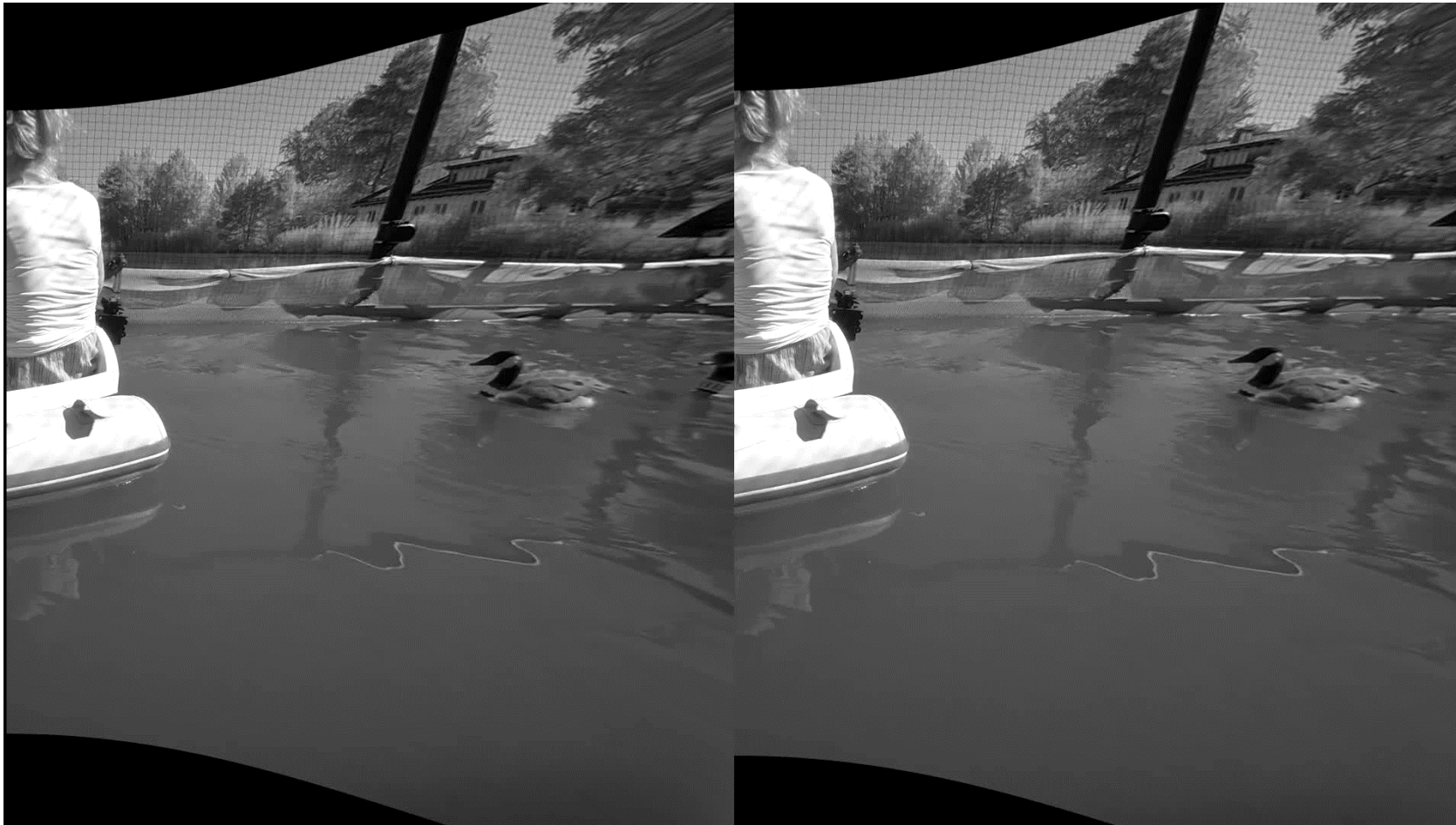


| Label precision |               |              |               |                   |
|-----------------|---------------|--------------|---------------|-------------------|
|                 | Unique labels | Ground truth | Overlabelling | Identity switches |
| Cam. 6170       |               |              |               |                   |
| Our             | 11            | 10           | 10%           | 1                 |
| DLC             | 14            | 10           | 40%           | 4                 |
| Cam. 6174       |               |              |               |                   |
| Our             | 10            | 10           | 0%            | 1                 |
| DLC             | 17            | 10           | 70%           | 8                 |
| Cam. 6175       |               |              |               |                   |
| Our             | 10            | 10           | 0%            | 0                 |
| DLC             | 17            | 10           | 70%           | 7                 |
| Cam. 6196       |               |              |               |                   |
| Our             | 10            | 10           | 0%            | 0                 |
| DLC             | 13            | 10           | 30%           | 3                 |

| Label precision |               |              |               |                   |
|-----------------|---------------|--------------|---------------|-------------------|
|                 | Unique labels | Ground truth | Overlabelling | Identity switches |
| Seq. 1          | 16            | 16           | 0%            | 4                 |
| Seq. 2          | 11            | 10           | 10%           | 2                 |
| Seq. 2 Imp.     | 10            | 10           | 0%            | 1                 |

| Label coverage |                  |               |               |
|----------------|------------------|---------------|---------------|
|                | Average coverage | Min. coverage | Max. coverage |
| Seq. 1         | 92.68%           | 83.07%        | 99.37%        |
| Seq. 2         | 93.5%            | 85.31%        | 100%          |
| Seq. 2 Imp.    | 91.41%           | 74.83%        | 100%          |

# Erősebb negatív torzítás



# Második vizualizáció

