

Методы распознавания места для локализации робота с использованием графа 3D-сцены

Цатуриян Егор, 3 курс, кафедра «ПИР»
Научный руководитель:
Дмитрий Александрович Юдин
Ментор: Сергей Линок
Центр когнитивного моделирования МФТИ

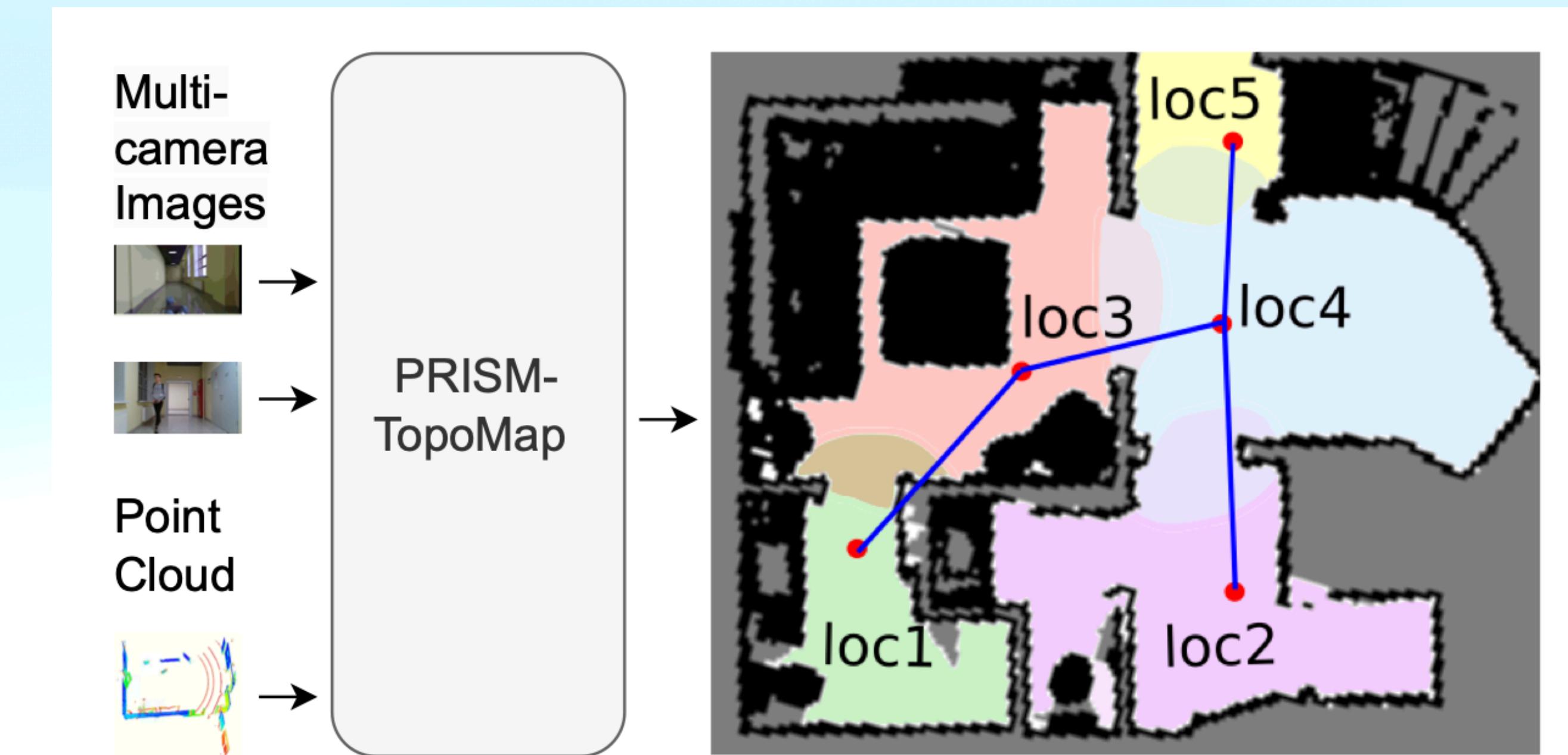
20 мая, 2025г.

Решаемая проблема и перспективы проекта:

- Локализация робота в помещениях и на открытой местности в условиях отсутствия спутниковых сигналов.
- Повышение качества распознавания места за счет учета взаимосвязей между объектами сцены.

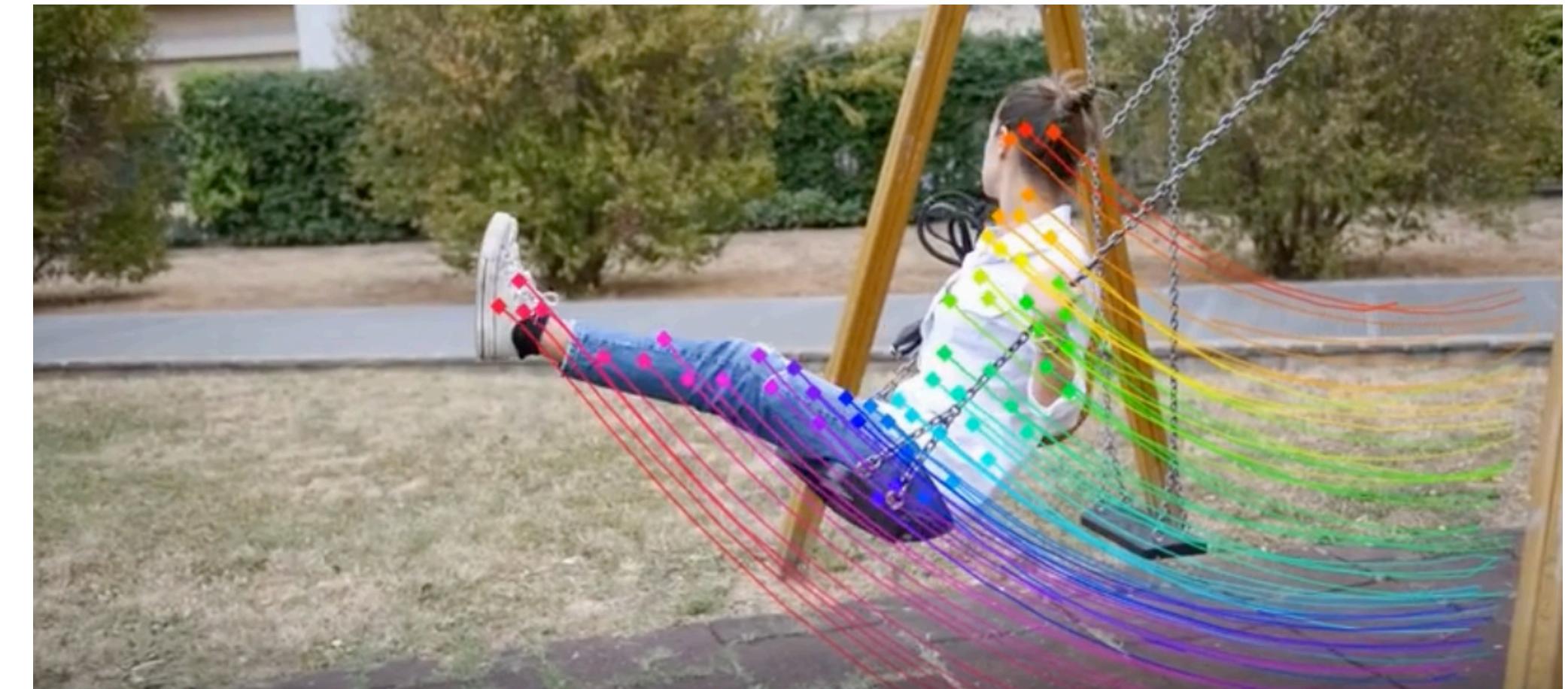
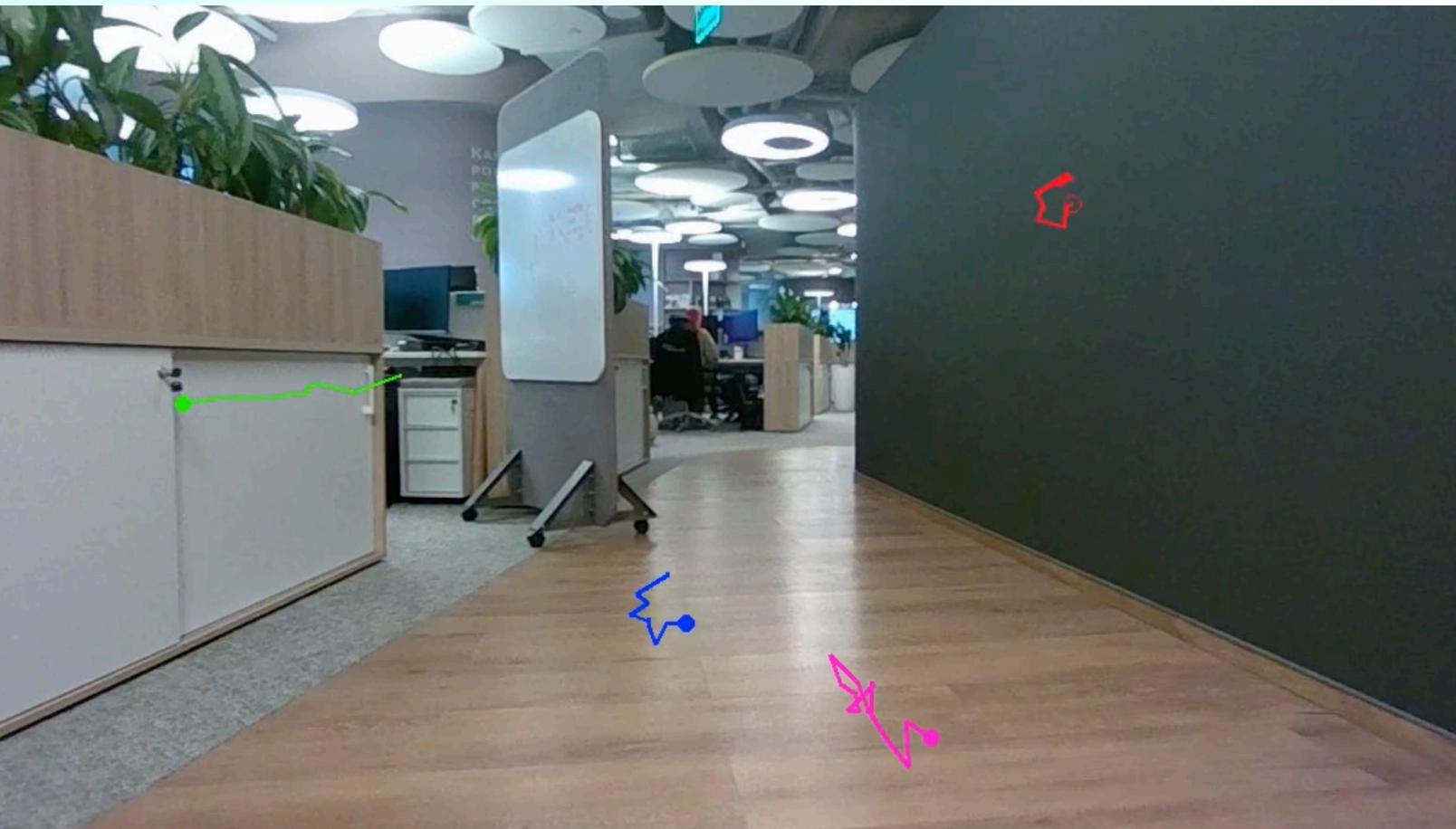
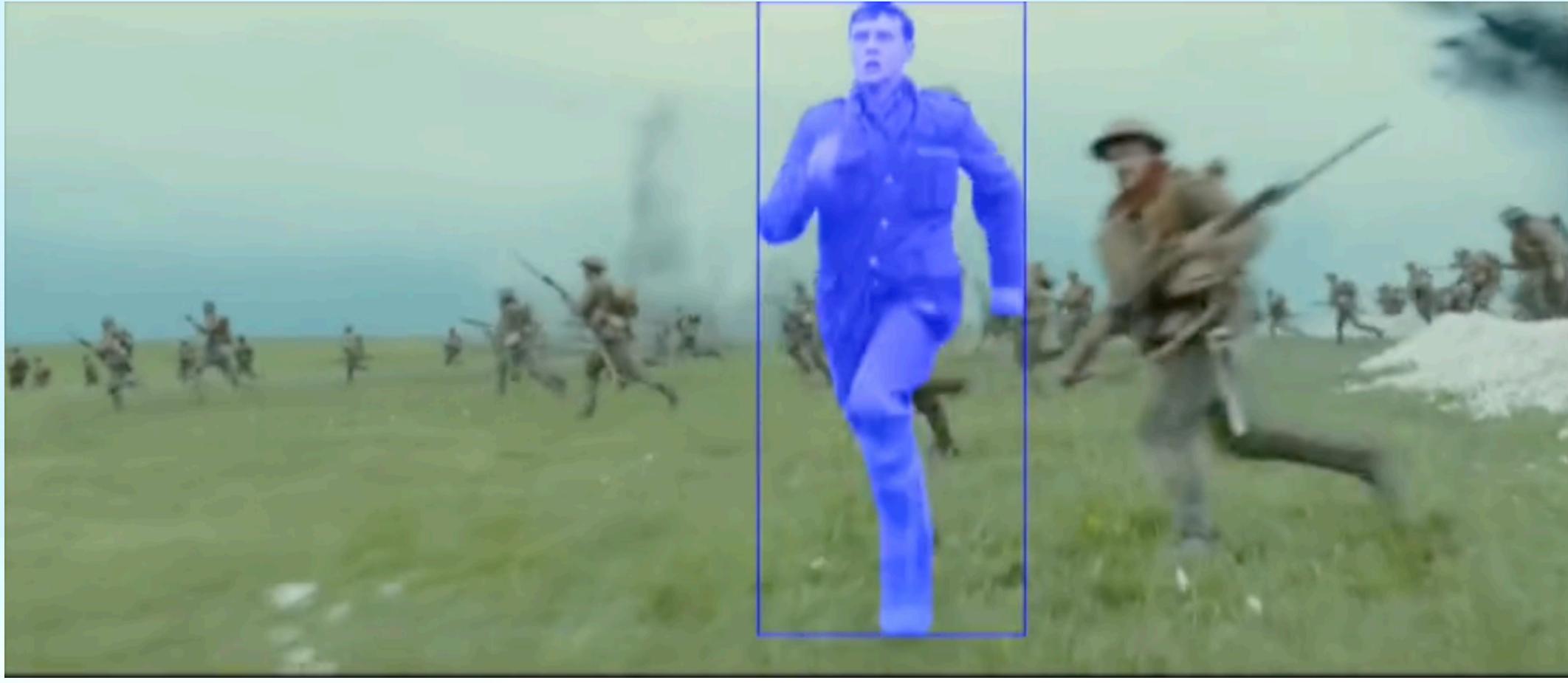
Моя задача

Разработка алгоритма
для отслеживания
перемещения объектов
графа 3D-сцены по
последовательности
изображений и
прогнозирование его
изменения



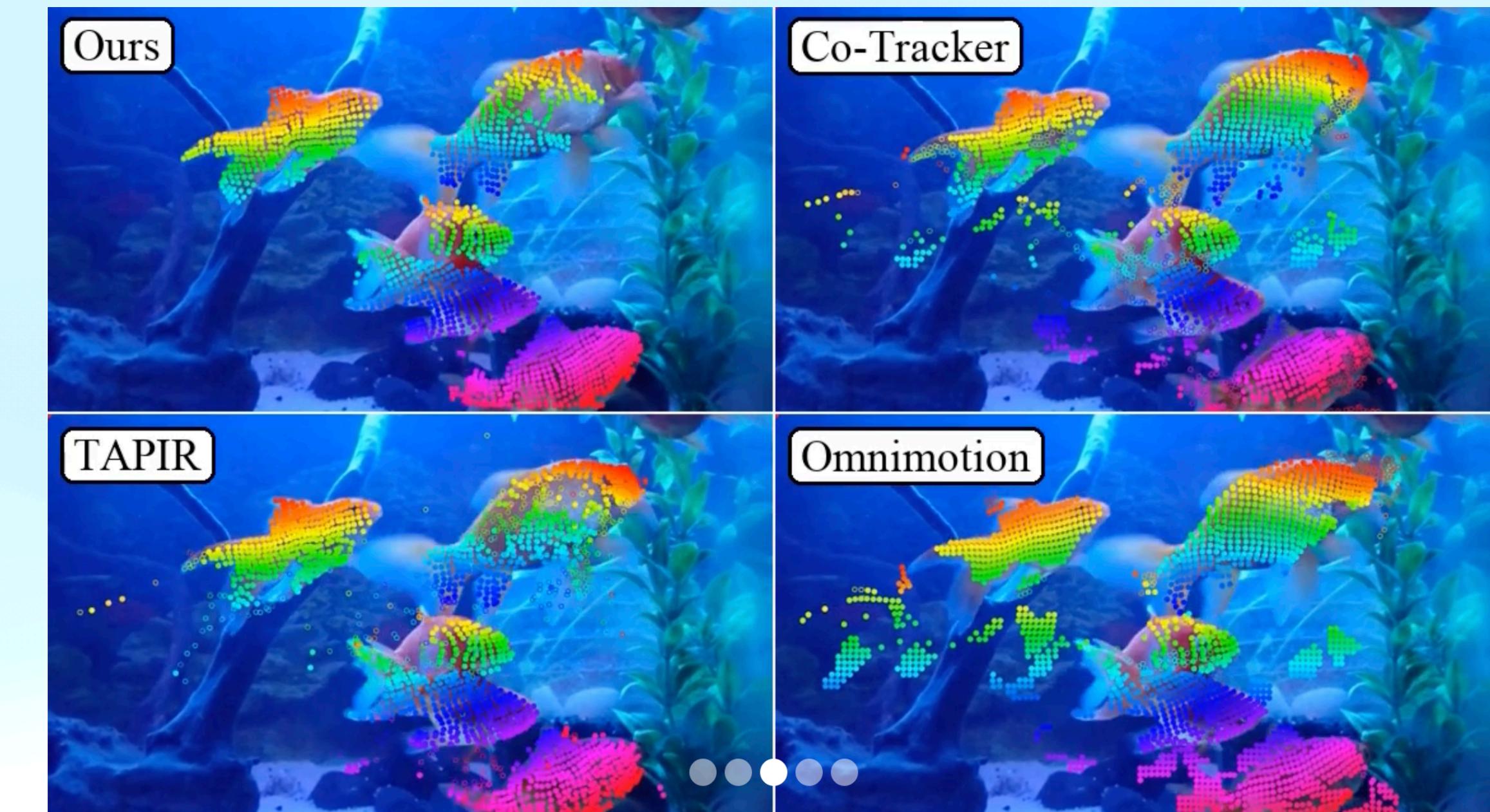
Существующие методы

- SAM-2
- DINO-Tracker
- SAMURAI
- CoTracker3
- TAPIR



Мотивация выбора базового метода

- CoTracker3 отслеживает отдельные точки объекта
- Оптимизированная архитектура
- Хорошо справляется с трекингом при большом occlusion rate (процент скрытия объекта за сторонними объектами)
- Поддерживает online и offline режим работы

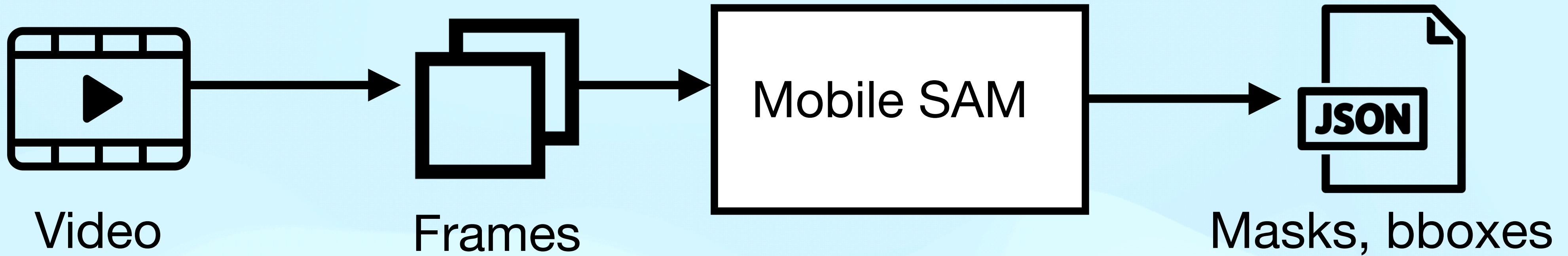


| Method | Train | Kinetics | | | RGB-S | | | DAVIS | | | Mean |
|-----------------------------------|---------|---------------|-------------------------------|---------------|---------------|-------------------------------|---------------|---------------|-------------------------------|---------------|-------------|
| | | AJ \uparrow | $\delta_{avg}^{vis} \uparrow$ | OA \uparrow | AJ \uparrow | $\delta_{avg}^{vis} \uparrow$ | OA \uparrow | AJ \uparrow | $\delta_{avg}^{vis} \uparrow$ | OA \uparrow | |
| PIPs++ (Zheng et al., 2023) | PO | — | 63.5 | — | — | 58.5 | — | — | 73.7 | — | 65.2 |
| TAPIR (Doersch et al., 2023) | Kub | 49.6 | 64.2 | 85.0 | 55.5 | 69.7 | 88.0 | 56.2 | 70.0 | 86.5 | 68.0 |
| CoTracker (Karaev et al., 2024) | Kub | 49.6 | 64.3 | 83.3 | 67.4 | 78.9 | 85.2 | 61.8 | 76.1 | 88.3 | 73.1 |
| TAPTR (Li et al., 2024) | Kub | 49.0 | 64.4 | 85.2 | 60.8 | 76.2 | 87.0 | 63.0 | 76.1 | 91.1 | 72.2 |
| LocoTrack (Cho et al., 2024) | Kub | 52.9 | 66.8 | 85.3 | 69.7 | 83.2 | 89.5 | 62.9 | 75.3 | 87.2 | 75.1 |
| CoTracker3 (Ours, online) | Kub | 54.1 | 66.6 | 87.1 | 71.1 | 81.9 | 90.3 | 64.5 | 76.7 | 89.7 | 75.1 |
| CoTracker3 (Ours, offline) | Kub | 53.5 | 66.5 | 86.4 | 74.0 | 84.9 | 90.5 | 63.3 | 76.2 | 88.0 | 75.9 |
| BootsTAPIR (Doersch et al., 2024) | Kub+15M | 54.6 | 68.4 | 86.5 | 70.8 | 83.0 | 89.9 | 61.4 | 73.6 | 88.7 | 75.0 |
| CoTracker3 (Ours, online) | Kub+15k | 55.8 | 68.5 | 88.3 | 71.7 | 83.6 | 91.1 | 63.8 | 76.3 | 90.2 | 76.1 |
| CoTracker3 (Ours, offline) | Kub+15k | 54.7 | 67.8 | 87.4 | 74.3 | 85.2 | 92.4 | 64.4 | 76.9 | 91.2 | 76.6 |

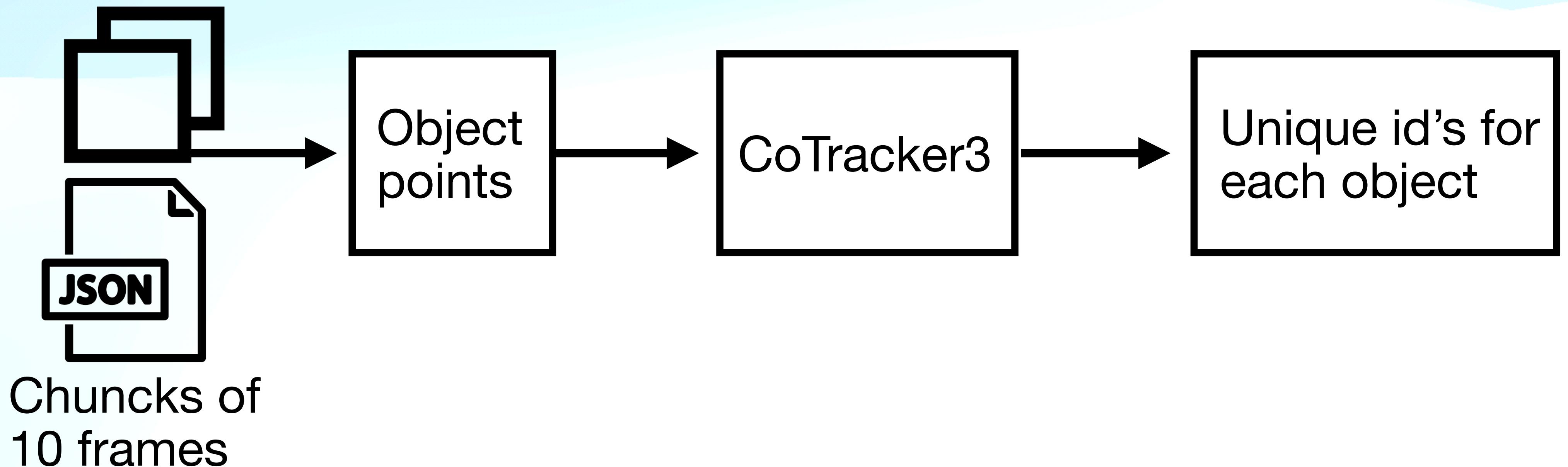
Table 1: **TAP-Vid benchmarks** CoTracker3 trained on synthetic Kubric shows strong performance compared to other models, while the online version fine-tuned on 15k additional real videos (Kub+15k) outperforms all the other methods, even BootsTAPIR trained on 1,000 \times more real videos. Training data: (Kub) Kubric (Greff et al., 2022), (PO) Point Odyssey (Zheng et al., 2023).

Предложенный подход

Step 1:



Step 2:

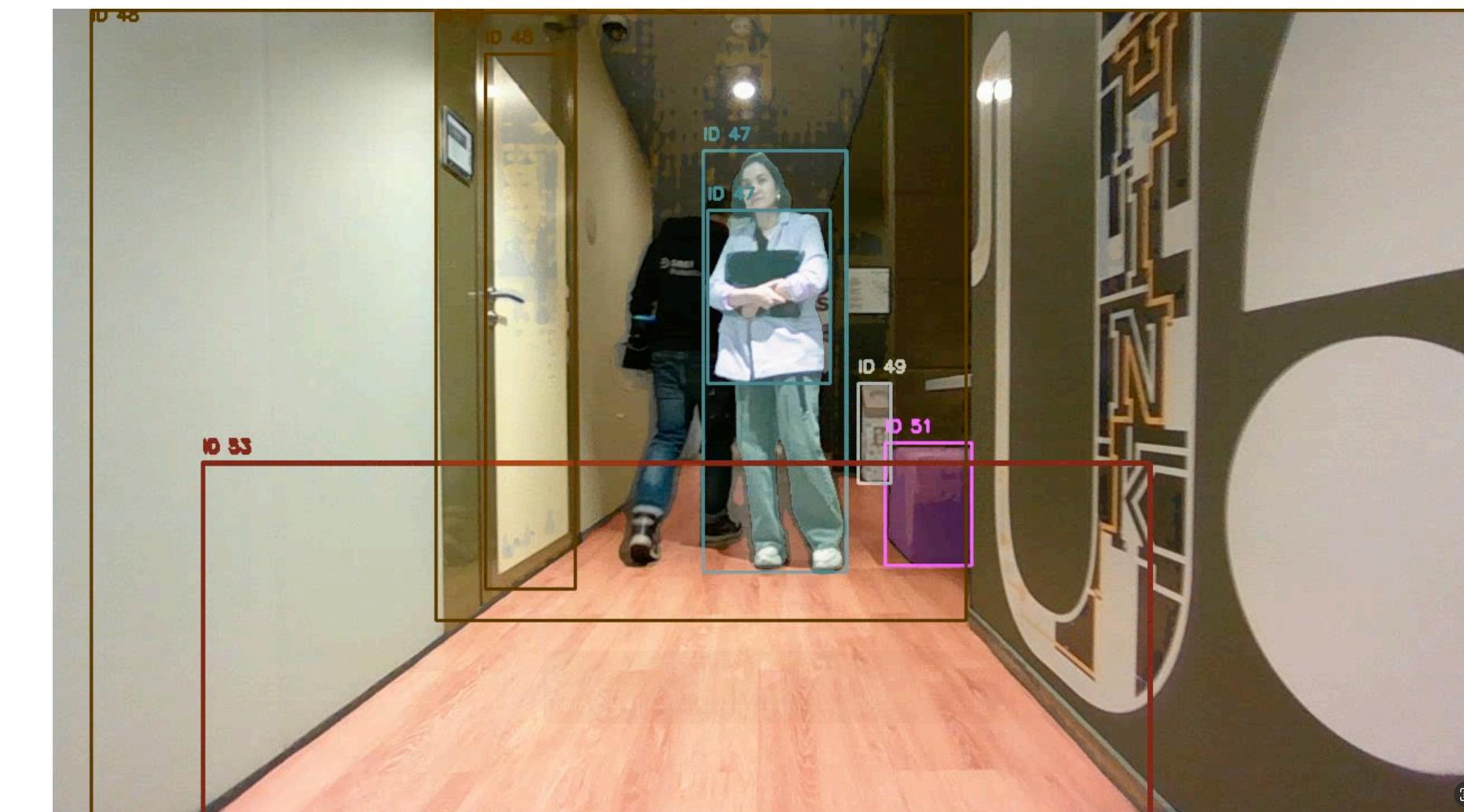
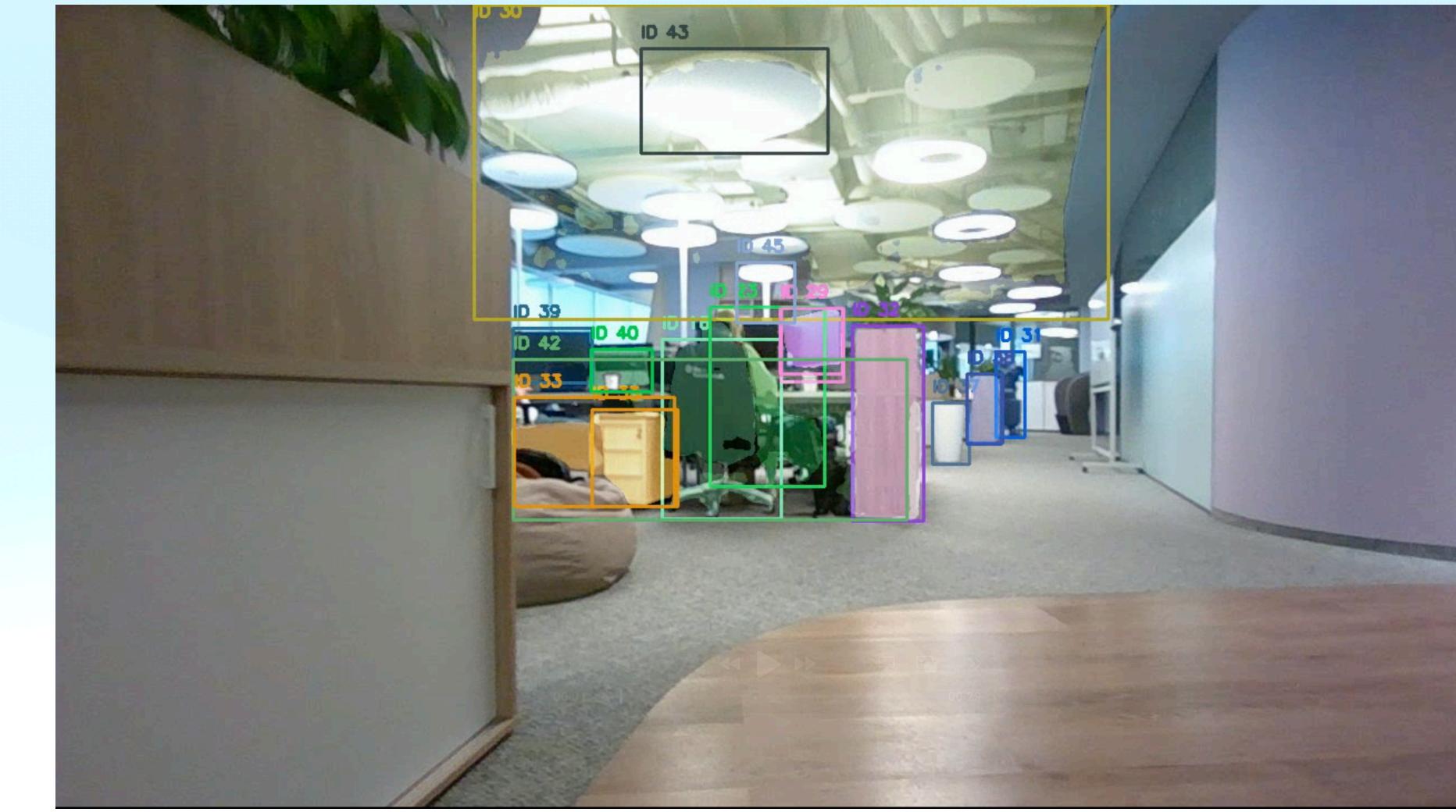


Сравнение с существующими подходами

SAM-2: 19:31:43

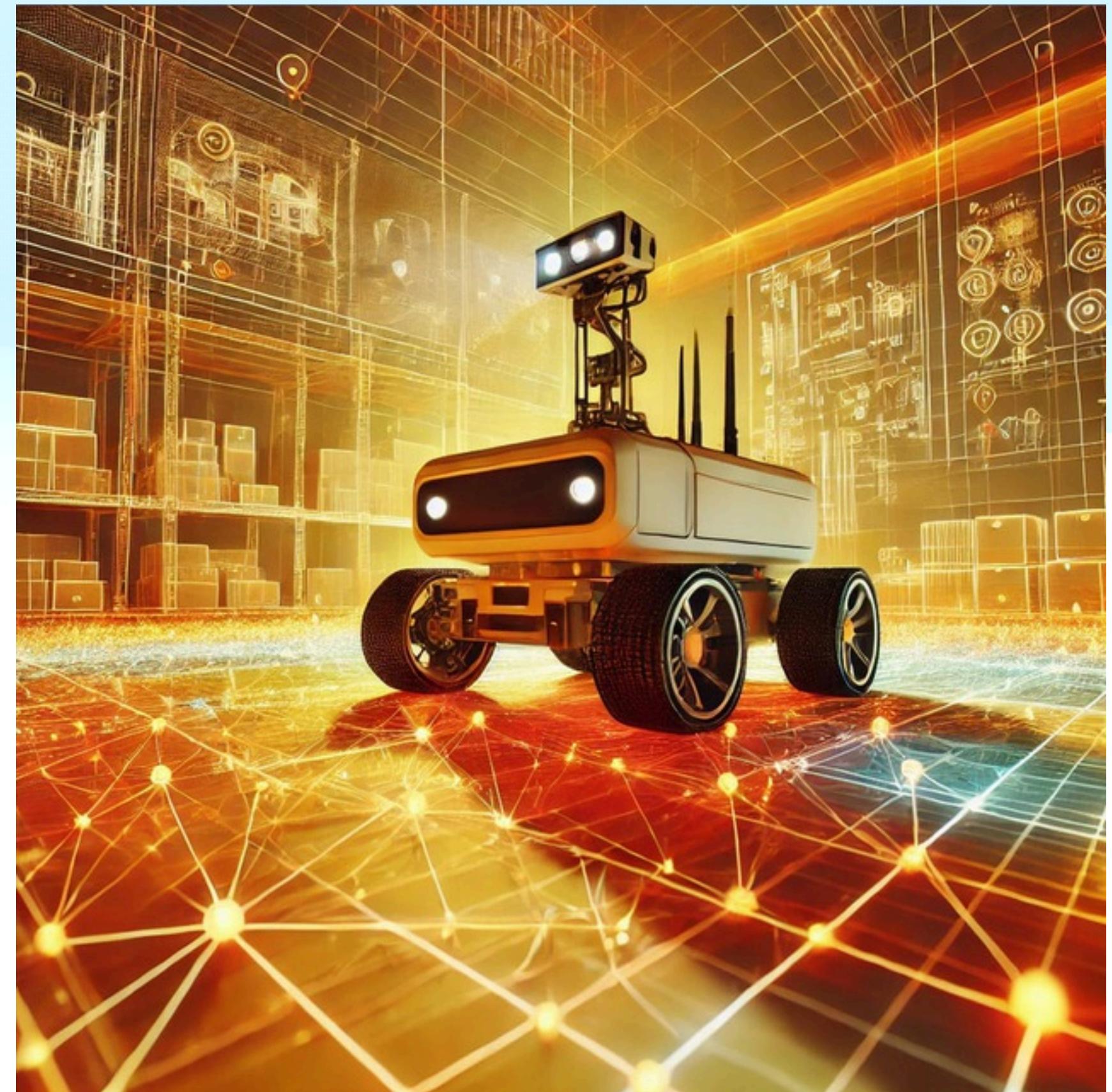
My solution:

| Chunk size | Time |
|------------|----------|
| 5 | 11:04:24 |
| 10 | 10:09:71 |
| 15 | 09:39:15 |
| 20 | 08:33:45 |
| 25 | 07:41:23 |



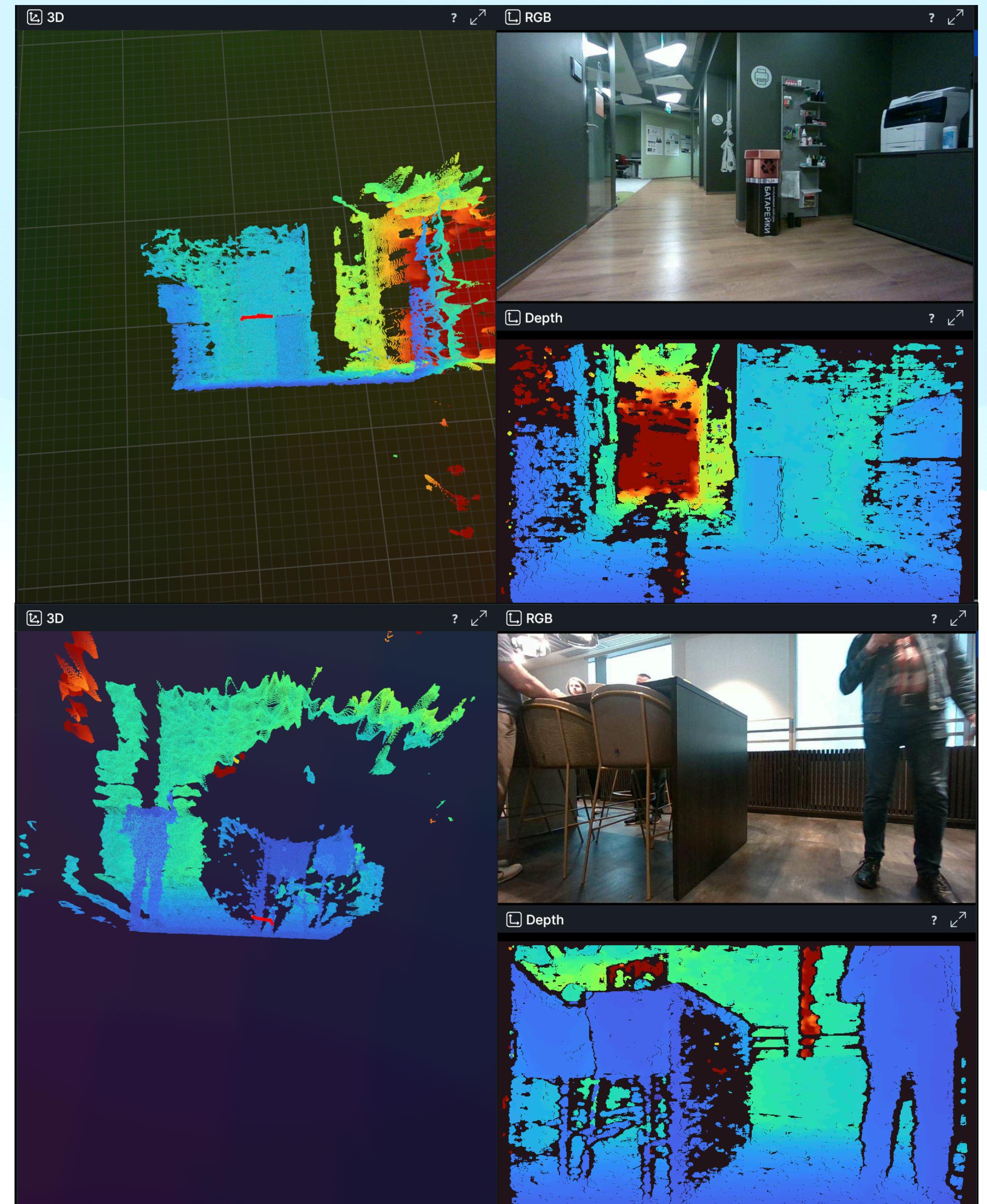
Вывод

Разработан эффективный метод трекинга, используемый в едином фреймворке быстрых и надежных нейросетевых подходов распознавания места, который команда Центра когнитивного моделирования планирует внедрять на практике в партнерстве с Центром робототехники Сбера.



Возможные улучшения

- Добавление нескольких точек на объекты, нахождение баланса «точность/время работы» метода
- Доработка визуализации результатов в 3Д версии



References

[https://docs.google.com/spreadsheets/d/
19zumUqsBUrXaEuGZgLbgWg6VOZLBxaVGoF_f-x2vyu4/edit?gid=0#gid=0](https://docs.google.com/spreadsheets/d/19zumUqsBUrXaEuGZgLbgWg6VOZLBxaVGoF_f-x2vyu4/edit?gid=0#gid=0)

[https://www.youtube.com/playlist?list=PLUjeNilwUr-
GNTc1Mn5YRCTLg7ib1Ste5](https://www.youtube.com/playlist?list=PLUjeNilwUr-GNTc1Mn5YRCTLg7ib1Ste5)