

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
Высшая школа программной инженерии

## ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

# Применение нейронных сетей для оценки трафика магазина

По направлению подготовки 09.03.04 - Программная инженерия  
09.03.04\_01 Технология разработки и сопровождения качественного программного продукта

Студентка: Ли Ицзя  
гр.3530904/90102

Руководитель: О. Г. Малеев  
к.т.н. доцент ВШПИ ИКНТ

# Применение Нейронных Сетей Для Оценки Трафика Магазина

## СОДЕРЖАНИЕ

- 01 / Актуальность, цель и задачи темы ВКР
- 02 / Архитектура моделей
- 03 / Система оценки трафика магазина
- 04 / Проведенные тестирования
- 05 / Заключение

# PART 01

## Актуальность, цель и задачи темы ВКР

Relevance, purpose and objectives of the topic



# Традиционные методы оценки трафика магазина

Актуальность, цель и задачи темы ВКР

	Актуальность, цель и задачи
	Обучение и устройство
	Система оценки трафика магазина
	Тестирования
	Заключение





## Цель

новая система  
подсчета потока  
клиентов основана на  
технологии  
**нейронных сетей**

## Технологии

1. Алгоритм  
обнаружения
2. Алгоритм  
повторной  
идентификации  
посетителей
3. Алгоритм  
отслеживания

## Задачи

1. YOLOv5
2. FastReID
3. DeepSORT
4. Система оценки  
трафика магазина
5. Экспериментальные  
оценки для всех  
модулей

# PART 02

## Архитектура моделей

Model architecture

**Person ReID** - алгоритм повторной идентификации человека, цель состоит в том, чтобы найти того же человека, что и объект поиска в базе данных изображений.



## Метрическое обучение

Определим отображение

$$f(x) : \mathbb{R}^F \rightarrow \mathbb{R}^D$$

которое сопоставляет изображение из исходного домена с доменом объекта. Затем определим метрическую функцию расстояния

$$D(x, y) : \mathbb{R}^D \times \mathbb{R}^D \rightarrow \mathbb{R}$$

для вычисления расстояния между двумя собственными векторами. Нужно найти оптимальное отображение  $f(x)$ , сводя к минимуму метрическую потерю сети.



Актуальность,  
цель и задачи



Обучение и  
устройство



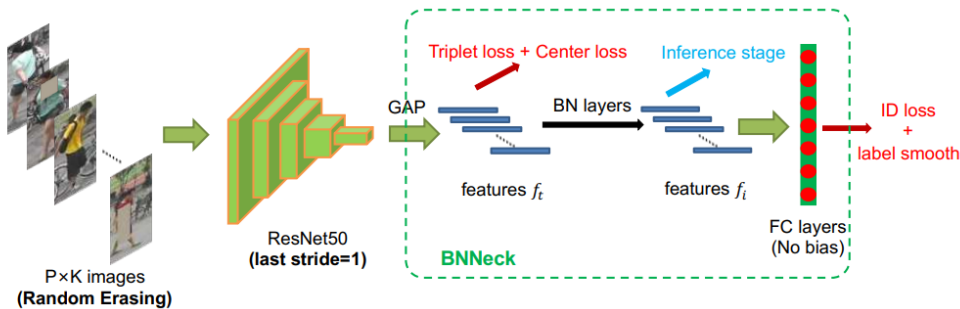
Система оценки  
трафика магазина



Тестирования



Заключение



## Актуальность, цель и задачи

## Обучение и устраивание

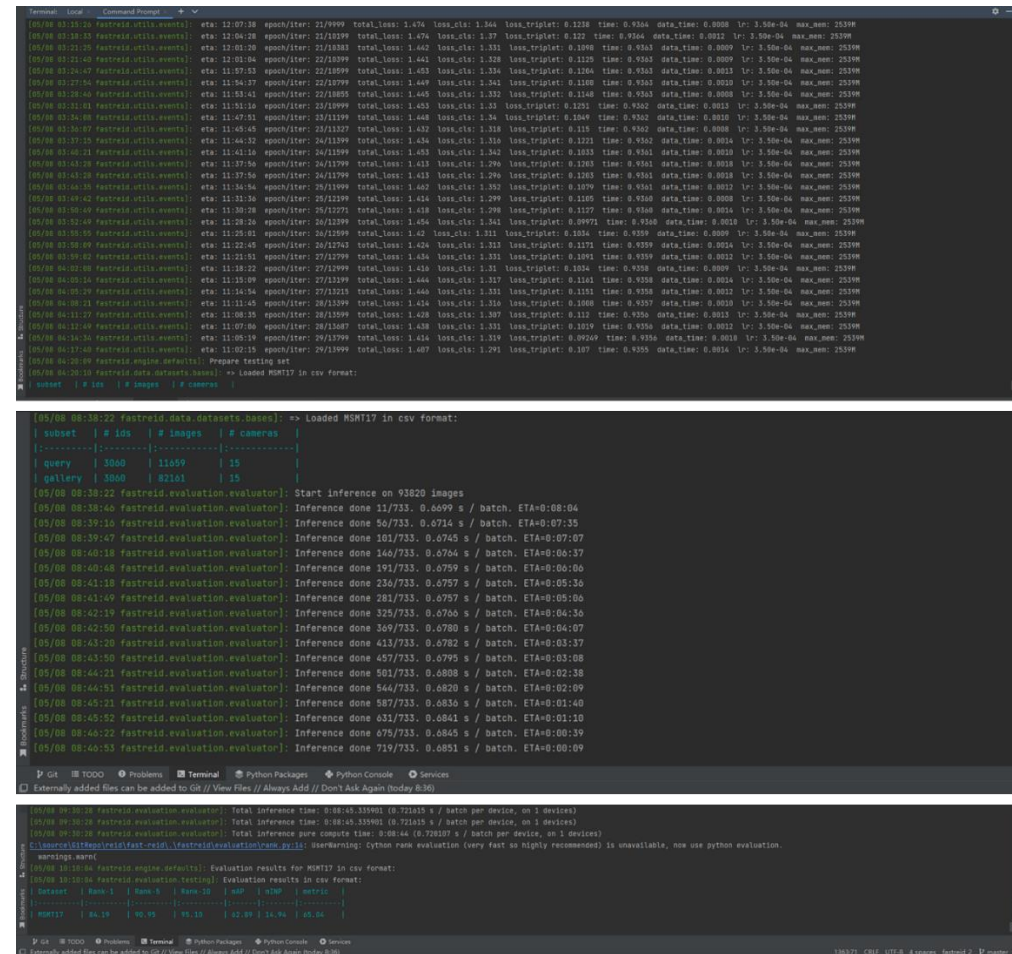
## Система оценки трафика магазина

## Тестирования

## Заключение

## Основные принципы обучения

1. Предварительная обработка данных
2. Извлечение признаков
3. Метрическое обучение
4. Оптимизация модели: оптимизатора Adam







Задача отслеживания (Трекинга) множества объектов (Multi-Object Tracking, MOT) : обнаружения объектов в каждом кадре видео, получения позиции на кадре и присвоения идентификатора каждому объекту.



Актуальность,  
цель и задачи

Обучение и  
устройство

Система оценки  
трафика магазина

Тестирования

Заключение



Актуальность,  
цель и задачи



Обучение и  
устройство



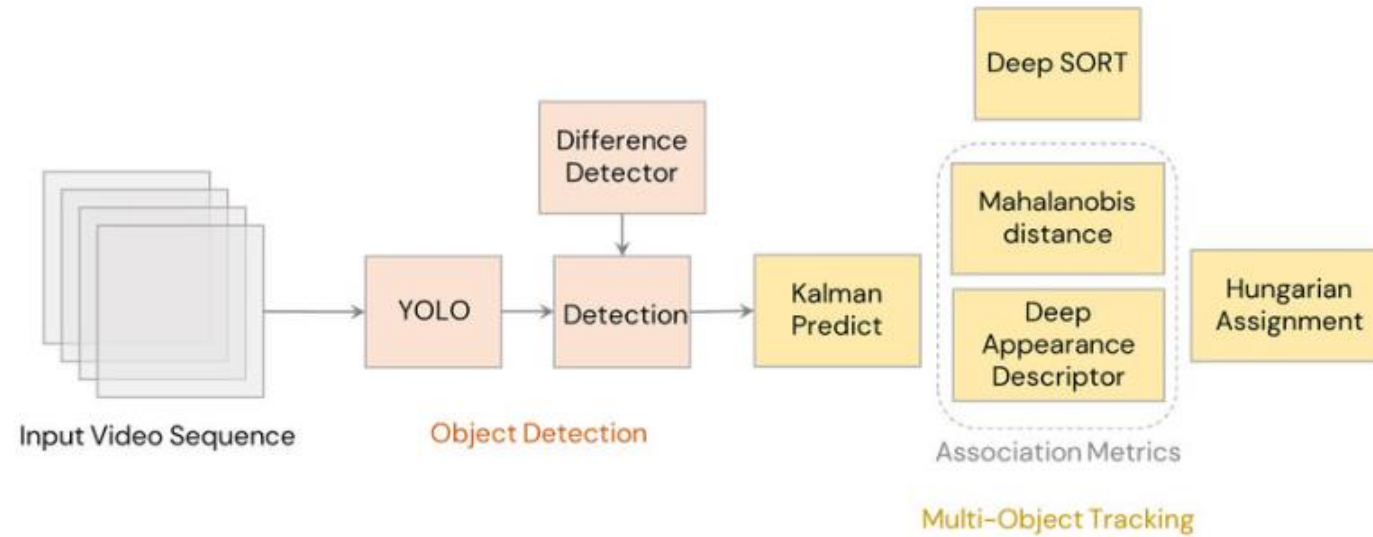
Система оценки  
трафика магазина



Тестирования



Заключение



# PART 03

## Система оценки трафика магазина

Store traffic estimation system



# Система оценки трафика магазина

Система оценки трафика магазина



Актуальность,  
цель и задачи



Обучение и  
устройство



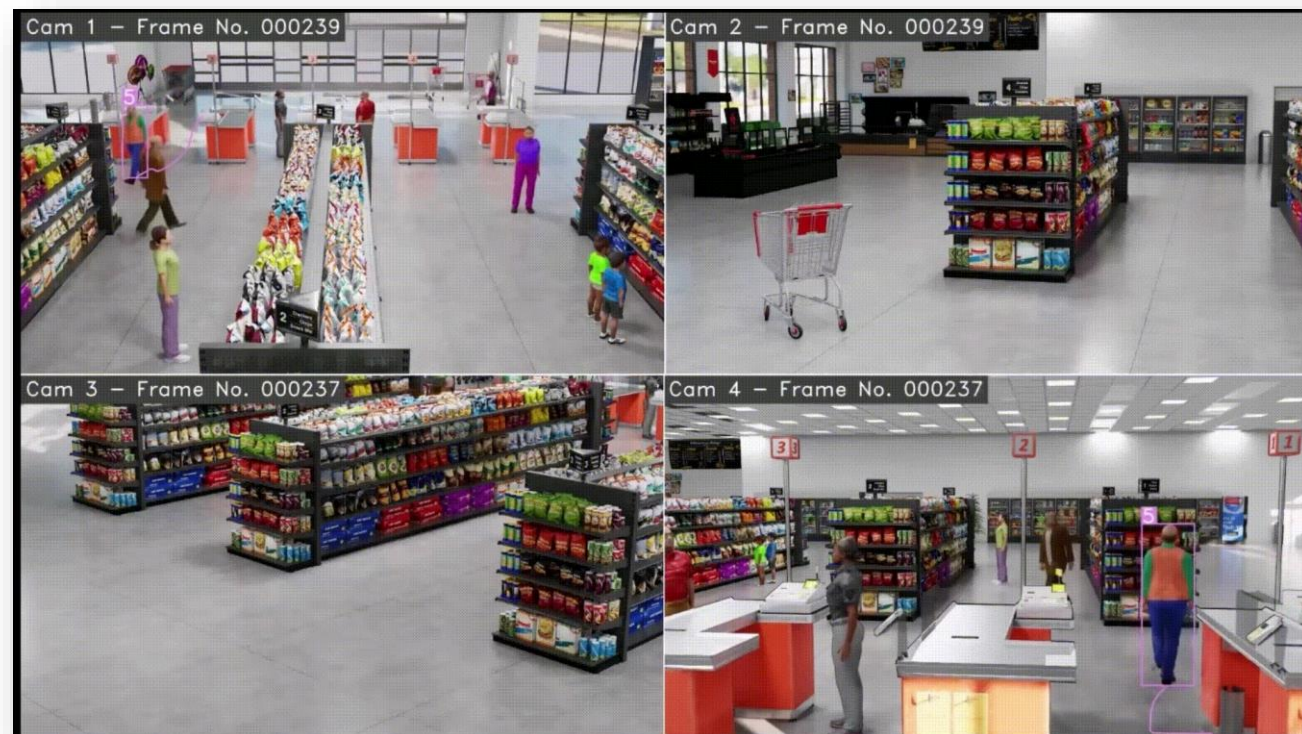
Система оценки  
трафика магазина



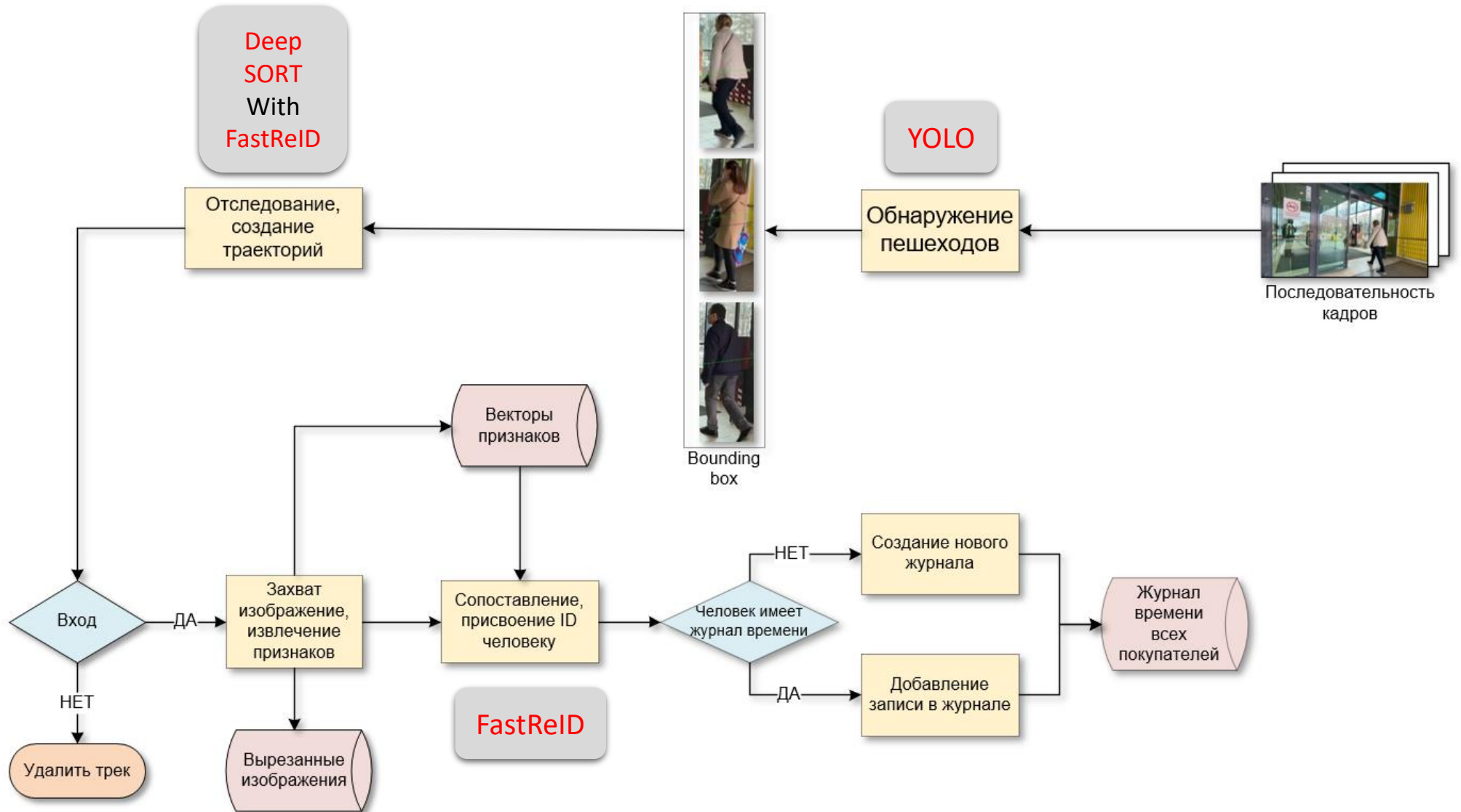
Тестирования



Заключение



## Блок схема системы







# Демонстрация системы - Сцена 1: человек **ВХОДИТ** в магазин



Актуальность,  
цель и задачи



Обучение и  
устройство



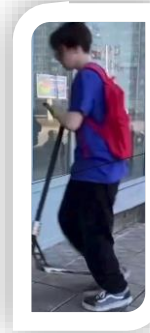
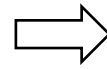
Система оценки  
трафика магазина



Тестирования



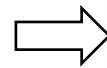
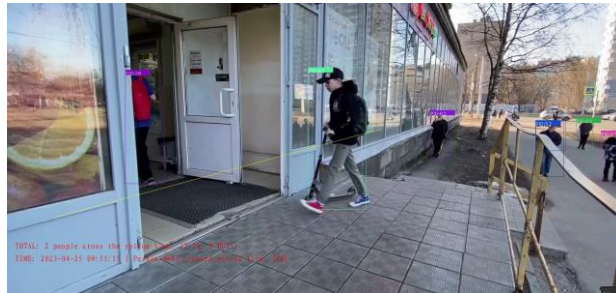
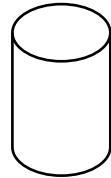
Заключение



вектор признаков (512)

+

Track\_id:28



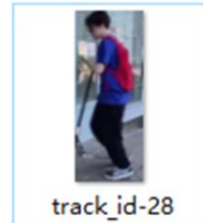
вектор признаков (512)

+

Track\_id:43



Результат:



## Демонстрация системы - Сцена 2: человек **выходит** из магазина

Система оценки трафика магазина

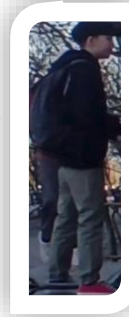
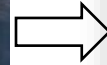
Актуальность,  
цель и задачи

Обучение и  
устройство

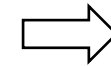
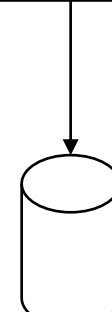
Система оценки  
трафика магазина

Тестирования

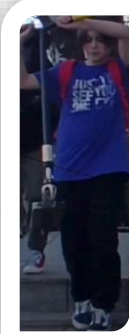
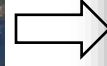
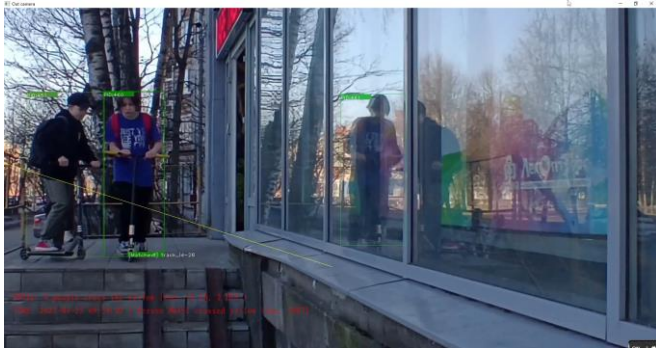
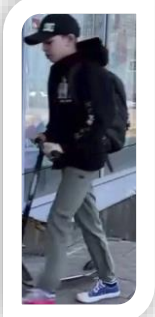
Заключение



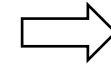
вектор признаков (512)



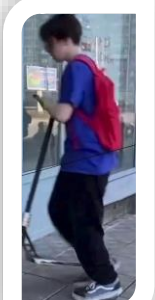
Track\_id:28



вектор признаков (512)



Track\_id:43



Результат:



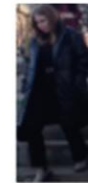
track\_id-28



track\_id-43



track\_id-124



track\_id-139

# PART 04

## Проведенные тестирования

Conducted tests





# Model **FastReid**

Проведенные тестирования

Основна на

ResNet50-IBN

Показатели

Тренировка

MSMT17 Dataset

Rank-1 : Средняя точность первого совпадения  
mAP (mean Average Precision) : средняя точность

Тестирование

MARKET-1501, DukeMTMC

Сравнение с другими моделями

Methods	Market1501		DukeMTMC	
	Rank-1 / % ↑	mAP / % ↑	Rank-1 / % ↑	mAP / % ↑
IANet (IVPR'19)	94.4	83.1	87.1	73.4
Auto-ReID (ICCV'19)	94.5	85.1	-	-
OSNet (ICCV'19)	94.8	84.9	88.6	73.5
ABDNet (ICCV'19)	95.6	88.3	89.0	78.6
Circle Loss (CVPR'20)	<b>96.1</b>	87.4	89.0	79.6
<b>Ours</b>	<b>95.7</b>	<b>88.4</b>	<b>90.1</b>	<b>81.3</b>

Актуальность,  
цель и задачи

Обучение и  
устройство

Система оценки  
трафика магазина

Тестирования

Заключение



# Model DeepSORT

Тестирование

MOT16, MOT17 Dataset

Показатели

**MOTA** ( Multiple Object Tracking Accuracy ): описывает качество построения траекторий людей  
**MOTP** ( Multiple Object Tracking Precision ) : точность определения положения людей на кадрах видеопоследовательности.

IDF1 : Возможность сохранения ID пешеходов

MT : наиболее отслеживаемые цели

IDs : Количество изменений ID пешеходов

ML : наиболее пропущенные цели

Результаты экспериментов на наборе данных **MOT-16**

Methods	MOTA ↑	MOTP ↑	MT / % ↑	ML / % ↓	IDs / % ↓	FPS / Hz ↑
SORT	59.8	79.6	25.4	22.7	1423	8.6
DeepSORT (Original)	61.4	79.1	32.8	18.2	781	6.4
JDE	64.4	-	35.4	20	1544	18.5
<b>Ours</b>	<b>66.2</b>	<b>80.8</b>	<b>35.3</b>	<b>17.6</b>	<b>760</b>	<b>9.8</b>

Результаты экспериментов на наборе данных **MOT-17**

Tracker	MOTA / % ↑	IDF1 / % ↑	MT/% ↑	ML/% ↓	IDs ↓
MFI	60.1	58.8	26.0	29.7	2065
ISE_MOT17R	60.1	56.4	28.5	28.1	2556
SLA	59.7	63.4	24.0	31.1	1647
LPC_MOT	59.0	66.8	29.9	33.9	1122
MPNTrack	58.8	61.7	28.8	33.5	1185
<b>Ours</b>	<b>60.4</b>	<b>64.9</b>	<b>30.2</b>	<b>27.9</b>	<b>1192</b>

Актуальность,  
цель и задачи

Обучение и  
устройство

Система оценки  
трафика магазина

Тестирования

Заключение



Актуальность,  
цель и задачи



Обучение и  
устройство



Система оценки  
трафика магазина

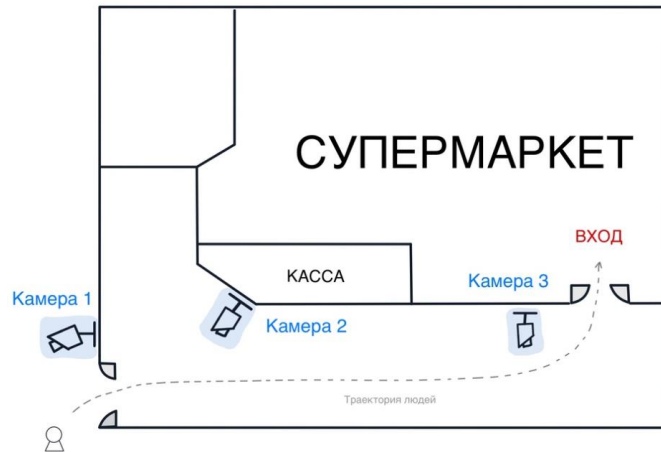


Тестирования



Заключение

Тестовая среда



Журнал времени

1	customer-1	cam-1	'2023-05-15 13: 20: 36'	cam-2	'2023-05-15 13: 31: 20'	cam-3	'2023-05-15 13: 40: 24'
2	customer-5	cam-1	'2023-05-15 13: 26: 45'	cam-2	'2023-05-15 13: 33: 43'	cam-3	'2023-05-15 13: 42: 01'
3	customer-8	cam-1	'2023-05-15 13: 26: 55'	cam-2	'2023-05-15 13: 33: 31'	cam-3	'2023-05-15 13: 45: 21'
4	customer-21	cam-1	'2023-05-15 13: 26: 59'	cam-2	'2023-05-15 13: 36: 31'	cam-3	'2023-05-15 13: 45: 21'
5	customer-25	cam-1	'2023-05-15 13: 27: 00'	cam-2	'2023-05-15 13: 33: 37'	cam-3	'2023-05-15 13: 40: 30'
6	customer-34	cam-1	'2023-05-15 13: 27: 11'	cam-2	'2023-05-15 13: 33: 47'	cam-3	'2023-05-15 13: 40: 55'
7	customer-43	cam-1	'2023-05-15 13: 27: 25'	cam-2	'2023-05-15 13: 33: 56'	cam-3	'2023-05-15 13: 41: 01'
8	customer-58	cam-1	'2023-05-15 13: 27: 28'	cam-2	'2023-05-15 13: 34: 10'	cam-3	'2023-05-15 13: 44: 10'
9	customer-61	cam-1	'2023-05-15 13: 27: 30'	cam-2	'2023-05-15 13: 34: 10'	cam-3	'2023-05-15 13: 41: 40'
10	customer-77	cam-1	'2023-05-15 13: 27: 30'	cam-2	'2023-05-15 13: 34: 10'	cam-3	'2023-05-15 13: 41: 20'
11	customer-123	cam-1	'2023-05-15 13: 28: 39'	cam-2	'2023-05-15 13: 39: 09'	cam-3	'2023-05-15 13: 42: 44'
12	customer-183	cam-1	'2023-05-15 13: 30: 16'	cam-2	'2023-05-15 13: 37: 35'	cam-3	'2023-05-15 13: 45: 21'
13	customer-186	cam-1	'2023-05-15 13: 30: 19'	cam-2	'2023-05-15 13: 37: 51'	cam-3	'2023-05-15 13: 44: 04'
14	customer-198	cam-1	'2023-05-15 13: 30: 40'	cam-2	'2023-05-15 13: 38: 04'	cam-3	'2023-05-15 13: 42: 25'
15	customer-199	cam-1	'2023-05-15 13: 30: 26'	cam-2	'2023-05-15 13: 37: 00'	cam-3	'2023-05-15 13: 43: 00'
16	customer-236	cam-1	'2023-05-15 13: 31: 37'	cam-2	'2023-05-15 13: 38: 30'	cam-3	'2023-05-15 13: 44: 41'
17	customer-249	cam-1	'2023-05-15 13: 31: 56'	cam-2	'2023-05-15 13: 39: 02'	cam-3	'2023-05-15 13: 47: 47'
18	customer-267	cam-1	'2023-05-15 13: 32: 22'	cam-2	'2023-05-15 13: 45: 09'	cam-3	'2023-05-15 13: 46: 40'
19	customer-270	cam-1	'2023-05-15 13: 32: 32'	cam-2	'2023-05-15 13: 45: 57'	cam-3	'2023-05-15 13: 51: 03'
20							
21							

Таблица посетителей

ID	Cam-1	Cam-2	Cam-3		Cam-1	Cam-2	Cam-3		Cam-1	Cam-2	Cam-3
2				21				43			
5				25				58			
8				34				61			
ID	Cam-1	Cam-2	Cam-3		Cam-1	Cam-2	Cam-3		Cam-1	Cam-2	Cam-3
77				344				249			
183				190				267			
186				236				270			

$$\text{Точность отслеживания системы} = \frac{\text{число правильно отслеженных людей}}{\text{общее число людей}} = \frac{17}{20} = 85.0\%$$

## Заключение

### Ре-идентификация

- Реализована **FastReID**
- Тестирования на  
MARKET 1501 и  
DukeMTMC

**mAP 88.4%**

**Rank-1 95.7%**

### Отслеживание

- Реализована **DeepSORT**
- Тестирования на  
MOT16 и MOT17

**MOTA 66.2%**

**MOTP 80.8%**

### Системы оценки трафика магазина

- Разработана **система  
трафика магазина**
- Тестирования на  
реальном супермаркет

**Точность 85.0%**



# СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ! 😊

---

Студентка: Ли Ицзя  
гр.3530904/90102

---

---

Руководитель: О. Г. Малеев  
к.т.н. доцент ВШПИ ИКНТ

---

Результаты работы были представлены на конференции «Современные технологии в теории и практике программирования». Доклад отмечен дипломом 1 степени.