



Построение модульной системы видеоаналитики с использованием нейросетевых методов

Линдеманн Никита

«Московский физико-технический институт (национальный
исследовательский университет)»
Факультет управления и прикладной математики
Кафедра «Интеллектуальные системы»

29 июня 2023 г.

1. Повсеместное применение видеокамер.
2. Существование эффективных методов обработки изображений и видео.
3. Существование высокопроизводительного оборудования, способного выполнять аналитику в реальном времени.
4. Отсутствие достаточного количество полноценных систем видеоналитики.

1. Внедрить в систему видеоаналитики модуль подсчета габаритов ТС на основе данных с лидара:
 - 1.1 Разработать модуль захвата данных с лидара.
 - 1.2 Разработать модуль анализа данных с лидара.
 - 1.3 Добиться точности определения габаритов (высота и ширина) ТС с погрешностью не более 8%.
2. Внедрить в систему видеоаналитики модуль подсчета количества осей ТС:
 - 2.1 Разработать модуль детекции колес.
 - 2.2 Добиться точности определения колес с mAP не менее 0.99.
 - 2.3 Разработать модуль подсчета количества осей на основе данных детектора.
 - 2.4 Добиться точности подсчета осей ТС не менее 95%.

1. NVIDIA Metropolis []
2. Hikvision iVMS-5200 Professional []
3. Milestone XProtect []
4. Avigilon Control Center []

1. Лидар непрерывно отправляет результаты измерений.
2. Первый поток работы модуля:
 - 2.1 Прием сообщений с лидара по протоколу UDP.
 - 2.2 Сохранение принятых сообщений в очередь.
3. Второй поток работы модуля:
 - 3.1 Получение сообщений из очереди.
 - 3.2 Обработка данных с лидара.
 - 3.3 Формирование сообщения для передачи по shared memory.

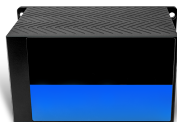


Рис.: Лидар LS Lidar HS1.

1. Модуль получает данные по shared memory от захватчика.
2. Переводит данные со всех лидаров в одну в декартову СК:

$$\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = r \cdot \begin{pmatrix} \cos \varphi \\ \sin \varphi \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} x_0 \\ y_0 \end{pmatrix}.$$

3. Вычисляет габариты.
4. Средняя ошибка определения габаритов составила 4.8%

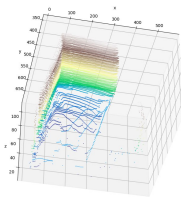


Рис.: Пример данных с лидара.

1. Модуль получит кадры по shared memory, выдает результат аналитики по WS.
2. Использовалась архитектура YOLOv5 [] с предобученными весами.
3. Обучающая выборка – 2640 изображений, тестовая – 276.
4. Достигнутое качество: $mAP = 0.995$.



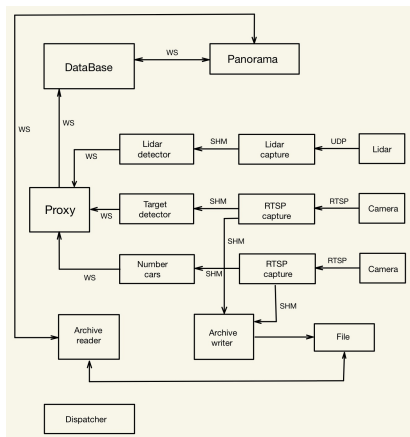
Рис.: Батч из обучающей выборки.

1. Получает координаты боксов объектов по WS, выдает результат аналитики по WS.
2. Использовался алгоритм построения треков SORT [].
3. Достигнутая точность распознавания количества осей: 98.7%.



Рис.: Визуализация трека.

1. capture - модуль захвата данных с сенсоров;
2. number-cars - модуль детекции и распознавания ГРЗ;
3. object-detector - модуль детекции объектов;
4. axis-detector - модуль подсчета количества осей ТС;
5. transport-detector - модуль детекции и распознавания ТС;
6. target-detector - модуль детекции событий;
7. face-descriptor - модуль распознавания лиц;
8. dispatcher - модуль запуска и контроля работы модулей;
9. proxy - модуль принятия решений;
10. postgres-database - модуль базы данных;
11. panorama - модуль интерфейса аналитики.



Пример реализации архитектуры Система автоматического распознавания ТС

Время проезда	Направление	ГРНЗ	Страна	Тип ГРНЗ	Количество осей	Кадр (ГРНЗ)	Класс ТС (габариты)	ETC/N28	Кадр (Спереди)	Кадр (Обзор)	Полоса движения	Скорость (км/ч)	Длина ТС (м.)	Ширина ТС (м.)	Высота ТС (м.)	12-тонный грузовой
2023-05-12 09:33:43.655	Проезд в прямом направлении	O474TK198 (85)	Россия	тип 1	6		artic_tanker (45)				1	85.94	13.55	2.52	3.99	Да
2023-05-12 09:33:41.656	Проезд в прямом направлении	P254CK69 (100)	Россия	тип 1	2		car (92)				1	86.37	3.84	1.47	1.4	Нет
2023-05-12 09:33:36.923	Проезд в прямом направлении	H883TY27 (75)	Россия	тип 1	2		car (94)				1	91.54	4.45	1.7	1.67	Нет
2023-05-12 09:33:35.122	Проезд в прямом направлении	E747AP799 (72)	Россия	тип 1	5		artic_container (63)				1	88.08	17.45	2.66	4	Да
2023-05-12 09:33:27.189	Проезд в прямом направлении	Y608KO193 (36)	Россия	тип 1A	2		car (91)				1	83.66	2.91	1.38	1.51	Нет
2023-05-12 09:33:24.466	Проезд в обратном направлении	X185AE774 (100)	Россия	тип 1	5		artic_container (58)				3	80.72	18.15	2.67	4.02	Да
2023-05-12 09:33:22.599	Проезд в обратном направлении	E307CK750 (100)	Россия	тип 1	5		artic_container (70)				3	82.61	18.12	2.61	4.02	Да
2023-05-12 09:33:18.266	Проезд в обратном направлении	M079BV797 (100)	Россия	тип 1	2		van_comm (46)				3	86.65	7.61	2.29	3.12	Нет
2023-05-12 09:33:09.933	Проезд в обратном направлении	H917YH32 (100)	Россия	тип 1	2		car (93)				3	76.24	3.71	1.53	1.33	Нет
2023-05-12 09:33:08.199	Проезд в обратном направлении	K374KO198 (100)	Россия	тип 1	5		artic_container (78)				3	75.01	17.56	2.6	3.98	Да
2023-05-12 09:33:06.332	Проезд в обратном направлении	T664MA790 (100)	Россия	тип 1	2		truck_container (93)				3	77.88	9.42	2.63	3.55	Возможно
2023-05-12 09:32:36.866	Проезд в обратном направлении	C275PK69 (100)	Россия	тип 1	2		car (91)				3	81.63	3.84	1.45	1.43	Нет
2023-05-12 09:32:33.333	Проезд в обратном направлении	K490OC69 (100)	Россия	тип 1	2		car (93)				3	76.26	3.9	1.56	1.34	Нет
2023-05-12 09:32:31.466	Проезд в обратном направлении	P981XK174 (100)	Россия	тип 1	5		artic_container (68)				3	79.59	18.78	2.58	3.99	Да
2023-05-12 09:32:29.599	Проезд в обратном направлении	X394OI023 (87)	Россия	тип 1	5		artic_container (63)				3	78.56	18.89	2.68	4.08	Да

Рис.: Интерфейс системы автоматического распознавания ТС.

Пример реализации архитектуры

Система распознавания лиц и подсчета людей

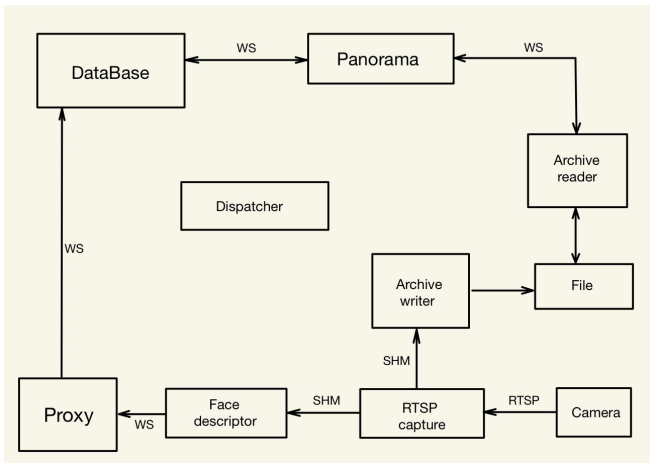


Рис.: Схема взаимодействия модулей.

Пример реализации архитектуры

Система распознавания лиц и подсчета людей

































Дата	Время	Камера	Аналитика			Описание
2023-05-12	12:20:30	Glosav-VR100-1	Главная камера			Dasha
2023-05-12	12:20:30	Glosav-VR100-1	Главная камера			Dasha
2023-05-12	12:20:30	Glosav-VR100-1	Главная камера			Dasha
2023-05-12	12:20:30	Glosav-VR100-1	Главная камера			Dasha
2023-05-12	12:19:41	Glosav-VR100-1	Главная камера			Dasha
2023-05-12	12:19:02	Glosav-VR100-1	Главная камера			Misha
2023-05-12	12:19:02	Glosav-VR100-1	Главная камера			Misha
2023-05-12	12:19:01	Glosav-VR100-1	Главная камера			Misha
2023-05-12	12:19:01	Glosav-VR100-1	Главная камера			Misha
2023-05-12	12:19:01	Glosav-VR100-1	Главная камера			Misha
2023-05-12	12:18:47	Glosav-VR100-1	Главная камера			Misha
2023-05-12	12:18:47	Glosav-VR100-1	Главная камера			Misha
2023-05-12	12:18:47	Glosav-VR100-1	Главная камера			Misha
2023-05-12	12:18:46	Glosav-VR100-1	Главная камера			Misha
2023-05-12	12:18:46	Glosav-VR100-1	Главная камера			Misha
2023-05-12	12:18:46	Glosav-VR100-1	Главная камера			Misha

Рис.: Интерфейс системы распознавания лиц.

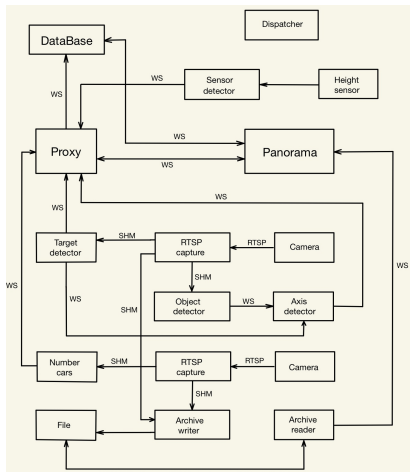


Рис.: Схема взаимодействия модулей.

Пример реализации архитектуры

Система автоматического взимания платы за проезд

Время выезда	Время въезда	Датчик 1 (2.0 м)	Датчик 2 (2.6 м)	Количество осей	Страна (Спереди)	ГРН3 (Передней)		Страна (Сзади)	ГРН3 (Задней)		Направление
2023-05-29 10:14:03	2023-05-29 10:14:06	Transport	Transport	2	Россия	P459350 (score: 90)		Россия	P459350 (score: 100)		Выезд в прямом направлении
2023-05-29 10:12:22	2023-05-29 10:12:23	Free	Free	2	Россия	H464XA77 (score: 100)		Россия	H464XA77 (score: 100)		Выезд в прямом направлении
2023-05-29 10:11:09	2023-05-29 10:11:10	Free	Free	2	Россия	Y361CC790 (score: 100)		Россия	Y361CC790 (score: 100)		Выезд в прямом направлении
2023-05-29 10:10:59	2023-05-29 10:11:00	Free	Free	2	Россия	Y399TY799 (score: 100)		Россия	Y399TY799 (score: 100)		Выезд в прямом направлении
2023-05-29 10:10:27	2023-05-29 10:10:29	Free	Free	2	Россия	P488BH468 (score: 100)		Россия	P488BH468 (score: 90)		Выезд в прямом направлении
2023-05-29 10:09:49	2023-05-29 10:09:51	Free	Free	2	Россия	O108CX799 (score: 100)		Россия	O108CX799 (score: 100)		Выезд в прямом направлении
2023-05-29 10:06:52	2023-05-29 10:06:53	Free	Free	2	Россия	B206YX90 (score: 100)		Россия	B206YX90 (score: 100)		Выезд в прямом направлении
2023-05-29 10:06:25	2023-05-29 10:06:26	Free	Free	2	Россия	B333HO198 (score: 100)		Россия	B333HO198 (score: 100)		Выезд в прямом направлении
2023-05-29 10:06:15	2023-05-29 10:06:16	Free	Free	2	Россия	P450AH977 (score: 100)		Россия	P450AH977 (score: 100)		Выезд в прямом направлении
2023-05-29 10:03:41	2023-05-29 10:03:43	Transport	Free	2	Россия	T501XE799 (score: 97)		Россия	T501XE799 (score: 100)		Выезд в прямом направлении
2023-05-29 10:01:12	2023-05-29 10:01:14	Free	Free	2	Россия	T110KE797 (score: 100)		Россия	T110KE797 (score: 88)		Выезд в прямом направлении
2023-05-29 10:00:28	2023-05-29 10:00:29	Free	Free	2	Россия	BH45399 (score: 100)		Россия	BH45399 (score: 100)		Выезд в прямом направлении
2023-05-29 09:59:17	2023-05-29 09:59:18	Free	Free	2	Россия	K339EY777 (score: 100)		Россия	K339EY777 (score: 100)		Выезд в прямом направлении
2023-05-29 09:58:36	2023-05-29 09:58:38	Free	Free	2	Россия	A430KK50 (score: 100)		Россия	A430KK50 (score: 100)		Выезд в прямом направлении
2023-05-29 09:57:16	2023-05-29 09:57:19	Transport	Transport	3	Россия	T201KE750 (score: 99)		Россия	T201KE750 (score: 100)		Выезд в прямом направлении
2023-05-29 09:55:18	2023-05-29 09:55:20	Free	Free	2	Беларусь	68481-1 (score: 100)		Беларусь	68481-1 (score: 100)		Выезд в прямом направлении

Рис.: Интерфейс системы, просмотр событий.

Пример реализации архитектуры

Система автоматического взимания платы за проезд



Рис.: Интерфейс системы, просмотр видео с камер.

1. Исследованы существующие методы обработки и анализа видеоданных.
2. Предложена модульная архитектура системы видеоаналитики.
3. Разработаны и интегрированы модули захвата данных с лидара и подсчета габаритов ТС.
4. Разработаны и интегрированы модули детекции объектов и подсчета осей ТС.
5. Реализован прототип системы видеоаналитики на основе разработанной архитектуры.
6. Проведено экспериментальное исследование прототипа системы.

-  *Redmon J., Divvala S., Girshick R., Farhadi A.* You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection, 2016.
-  *Bewley A., Ge Z., Ott L., Ramos F., Upcroft B.* Simple Online and Realtime Tracking, 2017
-  <https://www.nvidia.com/ru-ru/autonomous-machines/intelligent-video-analytics-platform>
-  <https://www.hikvision.com/en/products/software>
-  <https://www.milestonesys.com/video-technology>
-  <https://www.avigilon.com/products>