-20

1) привет как дела

**Здравствуйте члены комиссии, хочу представить вам мою работу "Разработка симулятора автопилота трамвая"**

**Для начала немного расскажу про предметную область**

2) общественный транспорт - это круто

**Общественный транспорт с точки зрения городской инфраструктуры крайне эффективен. Он доступный, эргономичный, безопасный. Но, всё равно, в этой области имеется нехватка водителей, да и маршрут никак не защищён от человеческого фактора.**

3) А ещё круче автопилоты

**Пилоты самолётов не дадут соврать, что автопилот способен выполнить гору механической работы. Код автопилота не может заболеть или опоздать, а копирования занимает секунды, а не годы обучения в академии.**

4) Они позволяют делать невероятные вещи, например:... Поэтому надо соединить

**Так что автопилотируемый общественный транспорт – это явно новая веха в развитии инфраструктуры города, способная решить множество проблем из числа нынешних. Но техническому прогрессу только предстоит создать это будущее**

5) Трамвай, потому что мечта и потому что хорошее начало

**И начать можно с чего-то тривиального, например, трамвая. Он идеальный кандидат для внедрения автопилота, ведь практически лишён сложного взаимодействия на дороге.**

6) Тем более есть большие коллеги

**Познакомившись с компанией Cognitive Pilots и с их вполне работающим в экспериментальном формате решением, которое они запустили на части маршрутов в Петербурге, я вдохновился на реализацию собственного автопилота**

7) А теперь задачи и цели

**Программный код их решения, конечно же, скрыт, так что мною было решено как минимум популяризировать данную тему в публичном поле. Начнём работу**

8) Проблема реального трамвая

**И, первая проблема с которой я столкнулся – мне никто бы не дал реальный трамвай**

9) Решается симулятором трамвая. Храни господь анриал енджин и его хорошую картинку

**Благо, тогда в интернете была найдена игра-симулятор управления трамваем, TramSim Vienna с детально проработанным транспортом. Она создана на движке Unreal Engine 5, который из коробки может выдавать отличную по качеству картинку.**

**Транспорт есть, можно начать писать автопилот**

1.5

10) Как работают автопилоты в реальности... теперь повторим. Роадмап

(последовательно открывающиеся части одной картинки)

**Автопилот – это некоторое аппаратно-программное средство, в нашем случае только программное, которое на вход получает данные об управляемом транспорте, а на выход выдаёт сигналы управления, последовательность которых решает задачу движения.**

**Предстоит написать этот чёрный ящик. Как это сделать? Вот примерно схема усредненная, потому что вариаций масса:**

**Внутрь программы поступают данные с датчиков, камер и радаров. Они обрабатываются и переходят в удобный объектный формат.**

**Новые данные корректируют картину мира вокруг, сформированную прошлыми итерациями.**

**На основе уточнённой картины мира модуль принятия решения формирует сигналы управления, которые реализуются аппаратно**

**Цикл повторяется, пока задача не выполнена. Штош, начнём реализовывать.**

11) Начнём с камеры – йоло

**Нам нужна картина мира вокруг трамвая.**

**Разместим камеру на носу вагона, подключим видеопоток из игры в программу, а после начнём размечать каждый кадр. Скорость разметки более приоритетна, чем качество, так что была выбрана архитектура YoLoV8 версии nano**

12) Ставим камеру и записываем игру, нарезаем на датасет, размечаем, учим

**Нам нужно научить сеть определять:   
машины и людей – чтобы не сталкиваться с ними,   
светофоры – чтобы следовать правилам движения,   
а также жёлтые кружки остановки, чтобы трамвай понимал, где точно ему нужно совершить остановку на маршруте.**

**Формируем датасет, обучаем 60 эпох и вуаля – нейронка готова.**

13) Получаем размеченные картинки, теперь преобразуем в мир вокруг и отдаём дальше

**Но работать просто с размеченным кадром – это слишком много лишней информации, так что формируем из него модель мира, переводя изображения людей, машин и жёлтых кружков в расстояние до подписанных объектов, а светофоры в их сигнал.**

**В итоге получаем готовый выход картины миры, передаём его дальше**

14) Теперь нам нужна скорость. Но у на нет кан-шины

**Теперь нам нужна скорость. В реальных трамваях для этого компьютер подключается к CAN-шине, но в симуляторе провода протянуть не получится. Однако можно залезть «под капот» другим способом.**

15) Пишем читы, потому что можем, забираем скорость и ускорение и отдаём дальше

**Воспользуемся широко известной в узких кругах программой Cheat engine, которая умеет работать с адресами памяти процесса на компьютере.**

**С помощью фильтрации всей используемой процессом памяти, находим скомпилированный указатель, который при каждом запуске указывает на адрес, по которому хранится значение скорости трамвая.**

**Записываем отступы ячейки памяти процесса и начинаем получать скорость в программном коде, читая значение с памяти.**

16) У нас есть картина мира, есть скорость - теперь настало время модуля принятия решения

**У нас есть картина мира, есть скорость - теперь настало время модуля принятия решения.**

17) Мам, давай купим модуль принятия решения

**По-хорошему, модуль принятия решения должен быть реализован при помощи нейронной сети. Но создание такой сложной системы и последующее обучение по силе только большим командам разработки.**

18) Модуль принятия решений дома

**Так что было решено реализовать модуль принятия решений с помощью автомата состояний. Каждую итерацию на вход автомату подаётся скорость, картина мира и прошлое состояние, после чего с помощью логических выражений и эвристик он формирует новое состояние. А уже другая его часть, в зависимости от нынешней скорости и ускорения переводит это состояние в эмуляцию нажатия клавиш, то есть управляет трамваем.**

19) Собираем всё во едино

**Подытожим, что делает автопилот.**

**Подключаем видеопоток, размечаем кадры с помощью yolov8, формируем картину мира. Параллельно с этим прямо из процесса игры получаем скорость трамвая. Передаём прошлый набор данных и нынешний в модуль принятия решения, он формирует некоторое состояние, которое преобразует в выходные сигналы. Цикл повторяется, пока не будет остановлена программа.**

20) Футажи о том, какой он афигенный

**В итоге получился вполне работающий автопилот, отлично выполняющий все функции водителя: безопасное вождение, остановка на светофорах, посадка-высадка пассажиров. Испытания автопилота показали отличный результат и способность полностью в одиночку пройти весь маршрут со всеми остановками.**

21) Ещё футажей, но уже о том, какой он не очень

**Конечно, можно ещё улучшить данное решение. Одно из узких мест – это невозможность нейронки определять объекты издалека, что ограничивает максимальную скорость трамвая, чтобы успевать реагировать. Но это вполне решаемо расширением датасета.**

22) Заключение под футажи

**Так что изначально поставленная цель – разработать полноценный автопилот симулятора трамвая полностью выполнена. Качество выходного продукта крайне радует. В целях популяризации темы, все материалы разработки были выложены на мой гит**