

УДК 004.94

Анализ и сравнение симуляторов CARLA и LGSV для обучения беспилотных автомобилей.

Масленников Д.В., студент гр. ИТб-161, IV курс
Сыркин И.С., доцент кафедры ИиАПС
Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева.
г. Кемерово

Аннотация:

Тщательное и всестороннее тестирование играет ключевую роль в обучении беспилотных автомобилей, чтобы справиться с различными ситуациями, которые их ожидают увидеть на дорогах. Физические испытания небезопасны, дорогостоящи и не всегда воспроизводимы. Вот где тестирование в симуляции помогает заполнить пробел, однако проблема с симуляционным тестированием заключается в том, что он хорош настолько, насколько хорош симулятор, используемый для тестирования. и насколько репрезентативны смоделированные сценарии реальных сред. В этой статье мы рассмотрим двух представителей AV (Autonomous Vehicle) симуляторов, а также проведем их сравнение.

Ключевые слова: беспилотные автомобили, AV симулятор, CARLA симулятор, LGSV симулятор, сравнение AV симуляторов

CARLA - это симулятор с открытым исходным кодом, разработанный для работы в области исследований автономного вождения. Симулятор имеет открытый исходный код и разработан на базе Unreal Engine. Он служит модульным и гибким инструментом, оснащенным мощным API для поддержки обучения и проверки систем ADAS (Усовершенствованная система помощи водителю). Таким образом, CARLA пытается удовлетворить требования различных вариантов использования ADAS, например, обучать алгоритмы восприятия или изучать правила вождения. CARLA разрабатывается с нуля на основе Unreal Engine для моделирования и использует стандарт OpenDRIVE для определения дорог и городских условий. CARLA API настраивается пользователями и обеспечивает контроль над моделированием. Он основан на Python и C++ и постоянно растет одновременно с проектом, который представляет собой экосистему проектов, построенных сообществом вокруг основной платформы. CARLA состоит из масштабируемой клиент-серверной архитектуры. Задачи, связанные с симуляцией, развертываются на сервере, включая обновления состояния мира и его действующих лиц, рендеринг датчиков, вычисление физики и т. Д. Для получения реалистичных результатов сервер должен работать с выделенным графическим процессором. Клиент-

ская часть состоит из нескольких клиентских модулей, которые управляют логикой появления агентов в сцене, включая пешеходов, транспортные средства, велосипеды, мотоциклы. Также клиентские модули отвечают за настройку мировых условий. Настройка всех клиентских модулей осуществляется с помощью CARLA API. Транспортные средства, здания и городские планировки - это открытые цифровые ассеты, предоставляемые CARLA. Кроме того, поддерживаются условия окружающей среды, такие как различные погодные условия и гибкая спецификация костюмов датчиков. Чтобы ускорить запросы (например, ближайшую путевую точку на дороге), CARLA использует RTrees. Более точно реализуется физика (например, трение колеса, подвеска и центр масс). Это полезно, когда автомобиль поворачивает или происходит столкновение. Кроме того, процесс добавления светофоров и знаков остановки к месту происшествия происходит автоматически за счет использования информации, предоставленной файлом OpenDRIVE. CARLA предлагает модуль обеспечения безопасности на основе библиотеки RSS. В обязанности этого модуля входит удержание средств управления автомобилем на основе информации датчиков. Другими словами, RSS определяет различные ситуации на основе данных датчика, а затем определяет надлежащий ответ в соответствии с проверками безопасности. Ситуация описывает состояние носителя с элементом окружающей среды. Использование сигналов OpenDRIVE позволяет модулю RSS учитывать различные участки дороги, что помогает проверять приоритет и безопасность на перекрестках.

Центр исследований и разработок LG Electronics America (LGSVL) - это симулятор AV. Он предлагает готовое решение для алгоритмов AV для тестирования алгоритмов автономных транспортных средств. Он интегрирован в некоторые платформы, что упрощает тестирование и проверку всей системы. Симулятор имеет открытый исходный код и разработан на игровом движке Unity. LGSVL предоставляет различные мосты для передачи сообщений между стеком AD и основой симулятора. В симуляторе есть разные компоненты. Пользовательский стек AD, который предоставляет разработчикам AV платформу для разработки, тестирования и проверки. Симулятор поддерживает ROS1 (Robotic operation system), ROS2 и Cyber RT. Это помогает подключить симулятор к Autoware и Baidu Apollo, которые являются наиболее популярными стеками AD. Кроме того, несколько симуляторов AD могут одновременно связываться с симулятором через мосты ROS и ROS2 для Autoware и настраиваемый мост для Baidu Apollo. LGSVL Simulator использует игровой движок Unity, который помогает создавать фотореалистичные виртуальные среды на основе технологии High Definition Render Pipeline (HDRP). Механизм моделирования предоставляет различные функции для моделирования окружающей среды (моделирование трафика и моделирование физической среды), моделирования датчиков и динамики транспортного средства. Симулятор предоставляет Python API для управления различными объектами среды. Кроме того, модели датчиков и транспортных средств предлагают настраиваемый набор датчиков посредством настройки файла JSON, который

позволяет определять внутренние и внешние параметры. В настоящее время симулятор поддерживает камеру, LiDAR, IMU, GPS и радар. Кроме того, разработчики могут определять индивидуальные датчики. Симулятор предоставляет различные опции, например, сегментацию и семантическую сегментацию. Кроме того, LGSVL предоставляет интерфейс функционального макета (Functional Mockup Interface - FMI) для интеграции платформы модели динамики транспортного средства с внешними динамическими моделями сторонних производителей. Наконец, погодные условия, время суток, трафик и динамические объекты указываются на основе трехмерной среды. Одной из важных функций LGSVL является экспорт HD-карт из трехмерных сред.

И CARLA, и LGSVL предоставляют высококачественные среды моделирования, которые требуют вычислительного блока графического процессора для работы с разумной производительностью и частотой кадров. Пользователь может вызывать различные средства в CARLA и LGSVL с помощью гибкого API. Хотя возможности двух симуляторов различаются. Например, CARLA предоставляет встроенное записывающее устройство, а LGSVL не предоставляет. Поэтому для записи видео в LGSVL пользователь может использовать функцию записи видео в драйверах Nvidia. CARLA и LGSVL предоставляют множество датчиков, некоторые из этих датчиков являются общими для них, например, камера глубины, лидар и IMU (инерциальный измерительный модуль). Кроме того, в каждом симуляторе есть разные датчики, описание которых приведено на их официальном сайте. Оба симулятора, CARLA и LGSVL, позволяют пользователям создавать собственные датчики. Различается так же процесс генерации новых карт. Основой симулятора CARLA является Unreal Engine, который генерирует новые карты, автоматически добавляя знаки остановки на основе технологии OpenDRIVE. С другой стороны, основой симулятора LGSVL является игровой движок Unity, и пользователь может создавать новую карту, вручную импортируя различные компоненты в игровой движок Unity. Кроме того, архитектура программного обеспечения в CARLA и LGSVL сильно различается. LGSVL в основном подключается к стекам AD (Autoware, Apollo и т. Д.) На основе различных мостов, и большинство средств моделирования публикуют или подписывают данные по указанным темам, чтобы позволить стекам AD потреблять данные. С другой стороны, большинство средств в CARLA встроены, хотя он позволяет пользователям подключаться к ROS1, ROS2 и Autoware через мосты.

LGSVL и CARLA подходят больше всего для полного тестирования уникальных функций, предлагаемых самоуправляемыми автомобилями, таких как восприятие, отображение, локализация и управление транспортным средством, благодаря множеству встроенных автоматизированных функций, которые они поддерживают.

Список литературы:

1. CARLA Simulator Тренировка беспилотных автомобилей // URL: <https://carla.readthedocs.io/en/0.9.11/> (дата обращения 26.03.2021).
2. Документация CARLA // URL: <https://carla.readthedocs.io/en/0.9.11/> (дата обращения 27.03.2021).
3. Документация LGSVL // URL: <https://www.svl simulator.com/docs/> (дата обращения 27.03.2021).
4. Симулятор LGSVL: симулятор с высокой точностью для автономного вождения // URL: <https://arxiv.org/pdf/2005.03778.pdf> (дата обращения 28.03.2021).