УДК 004.942

АВТОНОМНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ТРАНСПОРТНЫМ СРЕДСТВОМ

Козлова Маргарита Геннадьевна

к.ф-м.н., доцент

Дума Владислав Геннадиевич

ФГАУО ВО «Крымский федеральный университет
им. В. И. Вернадского»

Аннотация: Работа посвящена процессу моделирования движения автономного транспортного средства в различных ситуациях с различными моделями управления. В данной работе рассмотрены основные современные механизмы, используемые для моделирования автономных транспортных средств, такие как: компьютерное зрение, ПИД-контроллеры и лидары. В основе их работы используются нейронные сети. Визуализация процесса движения осуществляется на базе среды разработки Unity 3D.

Ключевые слова: управление транспортным средством, нейросетевой подход, компьютерное зрение.

AUTONOMUS DRIVING

Kozlova Margarita Gennadievna

Duma Vladislav Gennadievich

Abstract: The work is devoted to the process of modeling the movement of an autonomous vehicle in various situations with different control models. This paper considers the main modern mechanisms used to model autonomous vehicles, such as: computer vision, PID controllers, and lidars. Their works is based on neural networks. The visualization of the movement process is based on the Unity 3D development environment.

Key words: vehicle control, neural network approach, computer vision.

Введение

На данный момент многие крупные корпорации, такие как GeneralMotors, Volkswagen, Audi, BMW, Volvo, Nissan, Google, Tesla Motors и др. активно

работают над проектами по созданию автономного управления выпускаемых транспортных средств [1].

В данных проектах, всё большую популярность набирают системы автономных автомобилей с использованием лидаров, благодаря корректному определению дистанции. Впервые подобные системы начали тестировать в 2004 году. Но основным их недостатком до недавнего времени была стоимость. Часто их стоимость даже больше, чем у автомобилей, на которых они установлены. Но в последнее время стали появляться более дешёвые и при этом более совершенные устройства – твердотельные лидары [2]. С их массовым внедрением ряд производителей уже заявили о скором выпуске серийных автономных автомобилей к 2020 году [3]. Поэтому всё больше внимание при построении автономных систем отводится под лидары.

Лидары отлично подходят для движения транспорта в ограниченном пространстве с большим количеством препятствий. Основным преимуществом лидаров является весьма точное определение дистанции к рядом находящимся объектам. При этом, важно подчеркнуть, что у лидаров нет возможности считывать данные о разметке, а также принимать во внимание дорожные знаки, что и является ограничивающим фактором для их работы как самостоятельной системы.

Этот недостаток позволяют исправить системы компьютерного зрения, в основе которых лежат нейронные сети. Данные системы позволяют учитывать разметку на дороге, сигналы светофора, а также позволяют анализировать знаки, что в реальных условиях доступно лишь подобным системам. Автомобили с использованием подобной системы в качестве помощника водителю уже представлены на рынке. Наиболее популярным примером подобных транспортных средств являются автомобили компании Tesla Motors.

Но перед непосредственным использованием любой из подобных автономных систем управления, они моделируются и тестируются на компьютерах. Это необходимо для того, чтобы минимизировать финансовые затраты ещё на этапе тестирования, проверить корректность системы, оценить её качество работы в лабораторных условиях и при непредвиденных ситуациях, внести соответствующие изменения в систему перед её внедрением в транспорт, в чём и заключается основная практическая ценность данной работы.

В результате проделанной работы авторами проанализированы основные принципы и методы, используемые при создании автономных транспортных средств, а также протестированы некоторые из них.

Используемые средства

Программная реализация проекта проводилась на базе среды разработки Unity 3D, где в качестве основного языка программирования используется C#. В качестве моделируемого транспортного средства выбран легковой автомобиль (рис. 1).

Рис. 1. Визуальная модель транспортного средства

Тестовые сцены

Для тестирования и настройки различных систем управления были использованы разные тестовые сцены. Изначально все модели управления тестировались отдельно. На рисунке 2, представлена тестовая сцена для настройки моделей управления на базе компьютерного зрения и пропорционально-интегрально-дифференцирующий регулятора (ПИД-регулятора). На рисунке 3 приведена сцена для тестирования и настройки модели управления на базе системы с использованием лидара (LIDAR).

Рис. 2. Тестовая сцена для моделей управления на базе компьютерного зрения и ПИД-контроллера

Рис. 3. Тестовая сцена для настройки модели управления на базе лидаров с двумя трассами

Такой подход связан с тем, что каждая из моделей управления настраивается по-разному и у каждой из них есть аспекты, которые необходимо настраивать отдельно. Так, например, системам с использованием лидаров важна дистанция до ближайших объектов, при этом данная система никоим

образом не учитывает знаки и разметку на дороге. В свою очередь, системы с использованием компьютерного зрения обучают и настраивают на похожих данных, которые встречаются в реальной жизни, с учётом знаков и разметки на дороге.

Физическая модель

На базе платформы Unity была создана модель физического поведения автомобиля. Из основных параметров для работы, данная модель позволяет учитывать массу автомобиля, его мощность, угол поворота колёс. Модель создана с использованием стандартных средств Unity, основным из которых является WheelCollider, отвечающий за работу колёс автомобиля и их параметры сцепления с поверхностью. Мощность автомобиля и скорость торможения задаются в отдельном скрипте. Модель, представленная на рисунке 4, использовалась как основная для дальнейшей настройки модели автономного транспортного средства.

Рис. 4. Автомобиль с использованием физической модели и параметрами колёс (Unity)

Модели управления

Модель с использованием компьютерного зрения

AirSim, созданная командой Microsoft AI & Research, представляет собой симулятор с открытым исходным кодом для моделирования движения автомобилей или квадрокоптеров с ручным или автономным управлением. Это

платформа, состоящая из реалистичной среды и динамики объектов (автомобиль и квадрокоптер), которая позволяет экспериментировать с искусственным интеллектом, глубоким обучением, усиленным обучением и компьютерным зрением [4]. Данная система, в рамках данной работы, используется в качестве реалистичной модели поведения автомобиля, благодаря детально проработанной физике. AirSim в своей базе имеет две основных модели для экспериментов квадрокоптер и автомобиль. В данном случае использована модель автомобиля (рис. 5).

В модели доступно как ручное, так и автономное управление. Автономное управление изначально базируется на использовании библиотеки OpenCV для компьютерного зрения, в ядре которой используется нейронная сеть на базе TensorFlow. В данной системе предусмотрена запись данных с камер, для формирования обучающей выборки, которую можно использовать при обучении с различными нейронными сетями с использованием компьютерного зрения. Эта система на данный момент тестируется на практике.

Рис. 5. Вид демонстрационной сцены AirSim на Unity

Модель с использованием ПИД-регулятора

Данная модель одна из наиболее часто используемых для машин, которые двигаются по заданной траектории. ПИД-регулятор – это прибор с обратной связью, он отвечает за поддержание уровней различных изначально заданных величин. Эта модель управления использует в своей базе искусственные

нейронные сети для настройки параметров ПИД-регулятора. В данном случае автомобиль обучается вождению, как можно ближе следуя к эталонному пути на основе ПИД-регулятора (PID-controller). Путь задаётся с помощью массива точек на дороге [5].

Основными преимуществами данной модели является плавность в управлении и самостоятельная корректировка курса при незначительных отклонениях от траектории. Данная модель наиболее удобна в использовании при движении по дорожным полосам, при условии отсутствия препятствий.

К недостаткам же стоит отнести потребность в большой базе связанных между собой точек (рис. 6), по которым автомобиль мог бы выстраивать точную траекторию движения, в связи с чем эта модель не является универсальной, но позволяет автомобилю двигаться плавно, без резких манёвров. Данная модель управления тестировалась в визуальной среде.

Рис. 6. Массив точек для работы ПИД-регулятора на Unity

Модель с использованием лидаров

Системы с использованием лидаров практичны с точки зрения точности в управлении автономными транспортными средствами. Они позволяют анализировать окружение вокруг автомобиля, на основе чего корректировать и принимать решения о дальнейшем управлении автомобилем.

Подобные системы весьма сложны в настройке, в связи с большим количеством анализируемых точек, сочетание которых сложно классифицировать вручную. По этой причине, в обучении нейросетей часто

используют генетические алгоритмы. Они позволяют добиться результата в сложных для ручной настройки системах, а также значительно сократить затрачиваемое время на настройку весов нейронной сети, чем при использовании традиционных методов.

Основным преимуществом данной модели является универсальность, так как автомобиль принимает решение о дальнейших манёврах на основании текущей ситуации вокруг транспортного средства.

Недостатком же является длительность в настройке и подборе параметров для данной модели управления.

Рис. 7. Модель автомобиля с использованием лидара, обучаемая с использованием нейросети и генетического алгоритма (Unity)

Данная система протестирована на практике. Эта система тестировалась отдельно с простой физической моделью и в сочетании с базой AirSim, но от AirSim пришлось отказаться, так как не все параметры доступны для изменений. В результате, на данный момент тестируется работа данной модели в сочетании с собственной физической моделью на базе Unity (рис. 7).

Заключение

В результате работы проанализированы и построены несколько моделей управления. Каждая из моделей управления имеет как преимущества, так и недостатки. По этой причине на данный момент идёт тестирование по сочетанию различных принципов в построении автономных транспортных

средств, но данный процесс достаточно сложный. Использование различных сочетаний моделей управления позволяет создавать более качественные и универсальные системы управления для автономных транспортных средств.

Список литературы

1. История развития беспилотных автомобилей [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/393237>
2. Твердотельный лидар [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://digitrode.ru/articles/1458-chto-takoe-tverdotelnyy-lidar-on-bystree-deshevle-luchshe.html>
3. Автономные автомобили [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://hi-news.ru/tag/avtonomnye-avtomobili>
4. AirSim on Unity [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://blogs.unity3d.com/2018/11/14/airsim-on-unity-experiment-with-autonomous-vehicle-simulation/>
5. Self-Driving Car Sandbox [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://github.com/tawnkramer/sdsandbox>

© М. Г. Козлова, В. Г. Дума, 2020