

УДК 004

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ПРИ РАСПОЗНАВАНИИ ДОРОЖНОЙ РАЗМЕТКИ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ МОБИЛЬНЫМ РОБОТОМ

Велигурский О.О.

к.т.н., доцент каф. ИС Николенко А.А.,

Одесский Национальный Политехнический Университет, УКРАИНА

АННОТАЦИЯ. Представленный доклад посвящен анализу методов и технологий распознавания дорожной разметки, а также их использованию для управления мобильным роботом в качестве автопилота. Работа включает в себя проектирование системы на основе нейронной сети, а также сбор, подготовку данных и обучение данной сети.

Введение. Эксперты по робототехнике предсказывают резкий рост рынка мобильных роботов в течение ближайших 3-5 лет [1]. Фундаментом будущего процветания рынка роботов станут прорывные достижения в области машинного зрения и в технологиях автоматического управления манипуляторами, а также снижение цен на интеллектуальные аппараты. Пока основными покупателями подобных устройств являются промышленные и военные компании, но уже в конце текущего десятилетия основной доход будет поступать от массового покупателя.

Цель работы. Разработка и исследование методики распознавания дорожной разметки на основе нейронных сетей для автоматизированного управления мобильным роботом для заданной достоверности. Особенностью методики является использование нейронных сетей при ограниченных вычислительных способностях системы управления мобильным роботом.

Основная часть работы. Мобильные роботы, которые иногда называют также локомоционными роботами, служат автоматическими транспортными средствами. Они доставляют материалы, технологическое или иное оборудование к месту проведения работ. Мобильные роботы традиционных конструкций перемещаются с помощью колес, гусениц или ног и могут двигаться по местности с очень сложным рельефом.

Одной из важных проблем современной робототехники, является полная автоматизация и автономность роботов и робототехнических систем. Автономные мобильные роботы способны ориентироваться, используя различные приборы и методы, такие как радар, GPS, одометры и компьютерное зрение. Однако не всегда возможно использование сенсоров различных типов из-за их дороговизны или особенностей эксплуатации роботов. Чаще всего мобильные роботы располагают лишь системами компьютерного зрения, из-за чего возникают трудности с обеспечением точности управления роботом. Как вариант выхода из данной ситуации, предложено использовать метод распознавания разметки на основе нейронных сетей.

Хотя алгоритмы для распознавания образов были разработаны еще в начале 90-х гг., но начали их использовать достаточно недавно. Это связано тем, что только сейчас появилось соответствующее техническое обеспечение, в том числе графический процессор, который предназначен для увеличения скорости и эффективности обработки графических данных. Количество исследований в этом направлении постоянно растет, компания Gartner определила 10 главных технологических трендов на 2018 год, где первым в списке числится «Искусственный интеллект и машинное обучение» [2].

На сегодня существует много типов нейронных сетей, которые способны с достаточно высокой точностью (в пределах от 75 до 95%) определять и классифицировать предметы. В данной работе использовались свёрточные нейронные сети. Разработка сети проводилась на языке Python, с использованием библиотеки Keras. В качестве основы было использовано разработки Nvidia для автоматизированного управления автомобилем [3]. Данная сеть была упрощена и уменьшена: уменьшено количество свёрточных слоёв, уменьшено количество карт свёртки (фильтров) и общее число нейронов в полносвязных слоях. Кроме того, было добавлено несколько слоёв нормализации (Batch Normalization из библиотеки Keras) для

ускорения обучения нейронной сети. Данный слой позволяет заметно повысить скорость обучения сети, об этом свидетельствуют исследования проводимые компанией Google [4].

Для нейронной сети, в итоге, была принята следующая структура:

- 1) Нормализация входного изображения (изображение 58x128x3);
- 2) Свёрточный слой (4 фильтра 5x5) – Слой подвыборки (2x2) – Слой нормализации;
- 3) Свёрточный слой (6 фильтров 5x5) – Слой нормализации;
- 4) Свёрточный слой (8 фильтров 3x3) – Слой нормализации;
- 5) Полносвязный слой (75 нейронов) – Слой нормализации – Слой исключения (25%);
- 6) Полносвязный слой (25 нейронов) – Слой нормализации – Слой исключения (25%);
- 7) Полносвязный слой (1 нейрон).

В качестве системы управления мобильным роботом использовалась платформа для разработок Nvidia Jetson Tx1 [5]. Плата оснащена различными стандартными интерфейсами, представляя собой очень гибкую и расширяемую платформу. Кроме того, плата оснащена встроенной камерой, что идеально подходит для использования в данной работе. Входом нейронной сети является область изображения, снимаемого камерой, размером 58x128 пикселя, а выходом – степень поворота колёсами робота, которая имеет диапазон от -1 до +1.

Обучение нейронной сети проходило в 2 этапа: сбор данных реального управления мобильным роботом и обучение самой сети с учителем. Для обучения нейронной сети были выбраны только «хорошие» данные за час отснятого материала для этой цели, например, кадры без конусов или места, где робот не двигался или двигался назад, были извлечены, что составило примерно 10% данных. Далее было проведено обучение и тестирование сети на отдельном сервере. Погрешность сети определяется подсчётом средней квадратичной ошибки (MSE) предсказания угла поворота колёс и вычисляется по формуле:

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2, \text{ где}$$

Y_i – реальный угол поворота колёс,

\hat{Y}_i – предсказанный угол поворота колёс,

n – количество испытаний.

На тестовых данных, которые содержат 30% исходного набора данных, была достигнута средняя погрешность 0,076. На практике из-за неравномерности освещения, наличия бликов и иных световых искажений, погрешность незначительно возрастает, но всё равно составляет около 0,10-0,15.

Выводы. Использование нейронных сетей является наиболее перспективным направлением исследования в области автоматизации управления мобильными роботами. Данное исследование показало, что даже при ограниченных вычислительных мощностях и использовании лишь компьютерного зрения, нейронная сеть позволяет с высокой точностью распознавать дорожную разметку и принимать решение в управлении роботом.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. 30+2 research reports forecast significant growth for robot industry [Электронный ресурс] / The Robot Report – статья. – Режим доступа: URL: <https://www.therobotreport.com/302-research-reports-forecast-significant-growth-robot-industry/>
2. Top 10 Strategic Technology Trends for 2018 [Электронный ресурс] / Gartner – статья. – Режим доступа: URL: <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-10-strategic-technology-trends-for-2018/>
3. End-to-End Deep Learning for Self-Driving Cars [Электронный ресурс] / NVIDIA Developer – статья. – Режим доступа: URL: <https://devblogs.nvidia.com/deep-learning-self-driving-cars/>
4. Batch Normalization: Accelerating Deep Network Training by Reducing Internal Covariate Shift [Электронный ресурс] / Cornell University Library – документ. – Режим доступа: URL: <https://arxiv.org/pdf/1502.03167.pdf>
5. ПЛАТФОРМА ДЛЯ РАЗРАБОТОК NVIDIA JETSON TX1 [Электронный ресурс] / NVIDIA – статья. – Режим доступа: URL: <http://www.nvidia.com.ua/object/jetson-tx1-dev-kit-ru.html>