

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»  
им. В.И.Ульянова (Ленина);

<sup>2</sup>Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук,  
г. Санкт-Петербург, Россия

***Аннотация.** На современном этапе развития образования и науки технологии проектирования с использованием ПЛИС широко используются. В Институте проблем транспорта РАН совместно с кафедрой САПР СПбГЭТУ «ЛЭТИ» рассматриваются различные подходы к внедрению систем вождения для беспилотных автомобилей. Беспилотные автомобили не только решают проблему безопасного перемещения из пункта А в пункт Б; им также приходится иметь дело с множеством (иногда непредсказуемых) факторов, таких как правила дорожного движения, погодные условия и взаимодействие с людьми. В работе рассматриваются различные подходы к внедрению систем вождения для беспилотных автомобилей, а также вычислительные парадигмы, из которых они происходят.*

**Ключевые слова:** беспилотные автомобили; ПЛИС; сверточные нейронные сети; многоуровневые модели; принятие решений

Беспилотные автомобили не только решают проблему безопасного перемещения из пункта А в пункт Б; им также приходится иметь дело с множеством (иногда непредсказуемых) факторов, таких как правила дорожного движения, погодные условия и взаимодействие с людьми. За последние десятилетия были предложены различные подходы к разработке интеллектуальных систем вождения для беспилотных автомобилей, которые могут работать в неконтролируемой среде. Некоторые из них основаны на вычислительных парадигмах, формулирующих математические модели, определяющие движущего агента, в то время как другие подходы черпают вдохновение из биологического познания. Однако, несмотря на обширную работу в области беспилотных автомобилей, остается много открытых вопросов.

Для реализации цели улучшения восприятия и когнитивных способностей среды вождения предлагается следующий подход и методология:

1) Транспортное средство (ТС) находится в пути. ТС имеет свои собственные датчики, которые воспринимают окружающую среду (например, камеру, радар и т. д.). Погода, видимость на дороге и другие опасности (например, дождь, скользкая дорога, плохая видимость, темная дорога и т.д.) меняются со временем.

2) Различные датчики ТС получают данные из окружающей среды. Эти данные отражают фактическую ситуацию за рулем и различные объекты, присутствующие на дороге;

3. Данные, взятые из окружающей среды (как местное, так и внешнее), затем сохраняются в базе знаний, где они классифицируются и им присваиваются соответствующие свойства. В онтологии отдельные элементы различных объектов создают экземпляры общей онтологии, чтобы сформировать созданную онтологию.

4. Некоторые недостающие данные отправляются в процесс заполнения данных.

5. Процесс заполнения данных выполняется для заполнения некоторых недостающих данных. Правила нечеткой логики также вызываются для сопоставления некоторых фактических значений с нечеткими значениями (например, высокими, средними, низкими и т.д.).

6. Объединение данных. Формируются перекрестные ссылки на базу знаний для некоторых объектов и на то, как они связаны с некоторым предопределенным набором правил. Этот процесс определяет логические правила, которые применимы к данной ситуации.

7. Рассуждение и понимание - это мозг процесса принятия решений в системе. После определения ситуации система также идентифицирует датчики и протоколы связи, которые подходят для текущей ситуации. Производится поиск беспилотных летательных аппаратов, оснащенных необходимыми датчиками и протоколами связи, и запрашивается их активация. Затем они развертываются в качестве дополнительного слоя для улучшения восприятия окружающей среды.

В Институте проблем транспорта РАН совместно с кафедрой САПР СПбГЭТУ «ЛЭТИ» рассматриваются различные подходы к внедрению систем вождения для беспилотных автомобилей, а также вычислительные парадигмы, из которых они происходят. При этом авторы выделяют два ключевых момента:

*Во-первых*, дальнейший прогресс в этой области может зависеть от новых парадигм, а не от внедрения технических инноваций, которые используются в настоящее время. В частности, парадигмы исследования когнитивных систем могут стать источником вдохновения для дальнейшего развития моделирования систем управления, выделяя морфологические методы обработки изображений в качестве возможной отправной точки.

*Во-вторых*, беспилотные автомобили сами по себе могут рассматриваться как когнитивные системы понимания и познания окружающей среды и, следовательно, являются актуальным, но недостаточно используемым ресурсом в изучении когнитивных механизмов.

В целом, авторы выступают за более сильную синергию между областями когнитивных систем и беспилотных транспортных средств. Дальнейший прогресс в этой области может зависеть от адаптации новых парадигм, а не от внедрения технических инноваций.

Другой подход к разработке самоуправляемых автомобилей заключается в обеспечении возможности обучения на основе больших объемов данных, в частности, с использованием современных методов глубокого обучения [1].

В настоящее время сверточные нейронные сети (СНС) широко используются, например, для классификации объектов в окружающей среде. Идентифицированные таким образом объекты затем передаются подсистеме принятия решений, которая определяет действия, которые необходимо предпринять. Например, в работе [2] использовали СНС AlexNet для определения доступности, а затем символическую систему принятия решений для стимулирования действий в городской среде с низким трафиком. Аналогичным образом, в работе [3] была использована СНС GoogLeNet для определения доступности с более высокой точностью, а затем символическую систему принятия решений для стимулирования действий. Они также улучшили параметры обучения и адаптировали более реалистичные предположения. Другие исследования использовали нейронные сети как для компонентов восприятия, так и для компонентов принятия решений. В частности, они использовали многоступенчатый декодер в качестве системы внимания, чтобы научиться определять, какая часть сенсорного изображения способствует обучению вождению. За системой внимания следует долговременная кратковременная память для предвосхищения управления движением. Определяющей особенностью нейронных сетей, используемых в этом типе подхода, является то, что они используются только как подсистема для решения одной части управляющей задачи, в отличие от сквозных архитектур.

Существуют различные способы концептуализации взаимосвязи между практикой и теорией. Например, в работе [4] предложено шесть различных уровней, на которых в психологической науке могут быть построены вычислительные модели с данными психологических экспериментов и фреймворками (излагающими общие предположения о природе всех изучаемых явлений). Суть в том, что научное исследование можно понимать, как функцию от теории к данным и обратно, и эта функция должна пройти через несколько состояний, чтобы обрести объяснительную силу. Этот многоуровневый подход не ограничивается психологическими науками, и, следовательно, необходимо адаптировать многоуровневую модель самоуправляемых автомобилей.

В заключение отметим, что когнитивный подход заключается в применении схемы последовательности следующих этапов: Данные → реализация (построение СНС) → теория (Коннекционизм и знактивизм) → парадигма (Когнитивизм).

#### **Список литературы:**

1. Campbell, M., Egerstedt, M., How, J. P., & Murray, R. M. (2010). Autonomous driving in urban environments: approaches, lessons and challenges. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London A (Mathematical and Physical Sciences)*, 368, 4649–4672, Publisher: The Royal Society Publishing.

2. Chen, Z., & Huang, X. (2017). End-to-end learning for lane keeping of self-driving cars. In 2017 IEEE intelligent vehicles symposium (IV) (pp. 1856–1860).
3. Al-Qizwini, M., Barjasteh, I., Al-Qassab, H., & Radha, H. (2017). Deep learning algorithm for autonomous driving using googlenet. In 2017 IEEE intelligent vehicles symposium (IV) (pp. 89–96).
4. Guest, O., & Martin, A. E. (2020). How computational modeling can force theory building in psychological science. *Perspectives on Psychological Science*, 16, 789–802.

Sh. S. Fahmi<sup>1,2</sup>, Y. M. Sokolov<sup>1</sup>, M. M. Eid<sup>1</sup>

Cognitive approach in the development of unmanned vehicles

<sup>1</sup> Saint Petersburg Electrotechnical University;

<sup>2</sup> Institute of transport problems N.S. Solomenko of the Russian Academy of Sciences, Russia

**Abstract.** *Self-driving cars not only solve the problem of moving safely from point A to point B; they also have to deal with a variety of (sometimes unpredictable) factors, such as traffic rules, weather conditions and interaction with people. The paper discusses various approaches to the implementation of driving systems for unmanned vehicles, as well as the computational paradigms from which they originate.*

**Keywords:** Self-driving cars; convolutional neural networks; multilevel models; decision-making