



**Центр научно-технической информации и библиотек
– филиал ОАО «РЖД»**

Дифференцированное Обеспечение Руководства

15/2023

Разработка цифровых двойников инфраструктуры для беспилотного железнодорожного транспорта в Германии

Для обеспечения полной автоматизации всех функций управления подвижным составом на самом высоком уровне автоматизации (УА4 по ГОСТ Р 70059-2022, GoA4 по стандарту IEC 62290) сенсорные системы контроля пространства и объектов на пути играют главную роль. На практике эти системы состоят из сочетания различных датчиков, таких как стерео- или инфракрасные видеокамеры, лидары и радары, установленные на головных вагонах поезда.

В сочетании с программным обеспечением на базе технологий искусственного интеллекта эти системы также должны быть способны корректно интерпретировать данные, поступающие от датчиков. При полностью автоматизированном движении они должны решать сложные задачи управления, такие как мониторинг маршрута во время движения поезда и интеллектуальное принятие решений в случае возникновения непредвиденных событий. Только в этом случае единица тягового подвижного состава сможет самостоятельно реагировать на нештатные ситуации, например, инициированием экстренного торможения.

В то время как развитие сенсорных технологий значительно продвинулось вперед, разработка функций на основе искусственного интеллекта все еще находится на начальном уровне. Количество возможных ситуаций, с которыми придется столкнуться интеллектуальным системам управления при эксплуатации железных дорог будущего, очень велико: они варьируются от повседневных до очень редких событий в самых разных сезонных, погодных и суточных условиях, в любом месте железнодорожной

сети Германии, протяженность которой около 33 тыс. км.

Для того чтобы обучить искусственный интеллект для правильного восприятия ситуаций окружающей среды, необходим очень большой объем данных. Он может быть получен, с одной стороны, путем записи реальных данных датчиков, а с другой стороны, путем моделирования искусственно сгенерированных данных. Количество возможных ситуаций при эксплуатации железных дорог очень велико и не может быть на практике предусмотрено заранее в исчерпывающем объеме.



Рис. 1. Моделирование ситуации падения части багажа на путь в момент прибытия поезда на станцию

Для моделирования требуется создавать точные цифровые двойники железнодорожных линий и станций. Это позволяет предоставлять данные для создания искусственного интеллекта на основе обширного каталога сценариев в самых разнообразных формах. Решающим фактором здесь является очень высокая степень соответствия реальности смоделированных данных (рис. 1). Созданные модели реальных железнодорожных линий затем позволяют в полностью автоматизированном режиме виртуально обучать интеллектуальную систему управления на цифровом двойнике, то есть значительно быстрее, чем на реальном транспортном средстве. Скорость обучения искусственного интеллекта, по сути ограничена только доступной вычислительной мощностью.

В рамках реализации проекта Sensors4Rail компания Digitale Schiene Deutschland («Цифровые железные дороги Германии») с 2019 года интенсивно тестирует производительность таких систем на специально

оборудованном для этой цели электропоезде из нескольких вагонов.

Для этого проекта Digitale Schiene Deutschland использовала самые современные технологии компании NVIDIA, чтобы ускорить разработку и обучение железнодорожной транспортной системы. NVIDIA предоставляет специализированные вычислительные системы для обучения моделей искусственного интеллекта NVIDIA DGX и ускорения фотореалистичного моделирования NVIDIA OVX на базе платформы 3D-моделирования в реальном времени для создания и эксплуатации цифровых двойников NVIDIA Omniverse.



Рис. 2. Фотография (слева) и цифровая модель станции в Гамбурге

Основой цифрового двойника является цифровая карта высокого разрешения, которая содержит точно измеренную геометрию реальных маршрутов. Во время создания цифрового двойника эта карта дополняется 3D-моделями, текстурами и свойствами материалов. Модель содержит изображения пути, а также множество других деталей, таких как точно воспроизведенные станции и здания, элементы инфраструктуры и растительность (рис. 2).

Общая разработка и развитие проекта, включая моделирование нештатных ситуаций, будет осуществляться в несколько этапов, которые будут увязаны с поэтапной оцифровкой железнодорожных линий, расположенных между станциями Берлинер-Тор и Гамбург-Бергедорф (тестовая трасса проекта Sensors4Rail).

Постоянное хранение и расчеты моделей будут осуществляться в центре обработки данных, строительство которого было начато в первой половине 2022 года.

*Источники: digitale-schiene-deutschland.de, 22.11.2022;
zdmira.com, 28.11.2022.*