

Разработка программной системы 3D имитации дорожных ситуаций

А. С. Макаров¹, А. В. Лексашов², А. С. Одоевский³, К. О. Беляевский⁴, А. О. Беляевский⁵

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

¹alexey.makarov@spbpu.com, ²aleksandr.leksashov@spbpu.com, ³aleksey.odoevsky@spbpu.com,

⁴kirill.beliaevskii@spbpu.com, ⁵anatoliy.belyaevskiy@spbpu.com

Аннотация. Предложены методы и разработана программная система 3D симуляции для тестирования автоматических измерительных комплексов фотовидеофиксации нарушений ПДД. Разработаны сценарии длительного автоматического тестирования комплексов с оценкой качества работы по обнаружению событий нарушений.

Ключевые слова: 3D симуляция; комплексы фотовидеофиксации; нарушения правил дорожного движения; оценка качества

I. ВВЕДЕНИЕ

В мире ежедневно на дорогах происходит множество нарушений ПДД повсеместно. Контролировать каждый участок дороги органы власти и обеспечения правопорядка не в состоянии, а также ситуация осложняется тем, что большое количество водителей считает нормой «мелкие» нарушения ПДД. В настоящее время контроль за нарушениями ПДД возложен на автоматизированные системы с функцией визуального распознавания. Для тестирования подобных систем используются специализированные стенды и ПО. Данная статья посвящена ПО, разработанному для одного из тестовых стендов. Как и любая другая, такая система нуждается в возможности тестирования, чему и посвящена данная статья.

II. НАЗНАЧЕНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИМИТАЦИИ ДОРОЖНЫХ СИТУАЦИЙ

При разработке измерительного устройства, которое предназначено для фиксации нарушений ПДД, возникает необходимость в имитации данных для проверки работоспособности как алгоритмов, так и самого устройства. Схематичное изображение состава испытательного стенда, для которого разрабатывается программное обеспечение (ПО) имитации дорожных ситуаций приведено на рис. 1.

Измерительное устройство обладает двумя сенсорами: визуальный сенсор – цифровая камера высокого разрешения и радарный сенсор. В составе программного обеспечения испытательного стенда используются модули имитации визуальных данных на экране монитора и модули имитации радарного отклика.

Для расширения функциональности испытательного стенда было решено включить в ПО следующие возможности:

- изменение поля зрения и имитации различных параметров установки измерительного прибора;

- параметризации моделей пешеходов и пешеходного перехода;
- моделирования движения транспортного средства с остановками.

Пример работы ПО испытательного стенда показан на рис. 2.

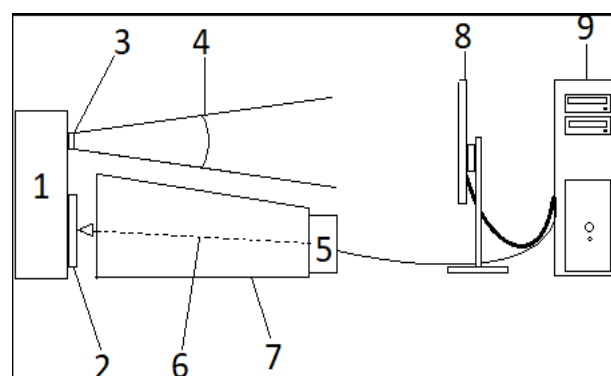


Рис. 1. Состав испытательного стенда. 1 – измерительный прибор, 2 – радар, 3 – видеодатчик, 4 – угол зрения видеодатчика, 5 – имитатор радарного отклика, 6 – имитируемый радарный отклик, 7 – безэховая камера, 8 – монитор, 9 – ПК

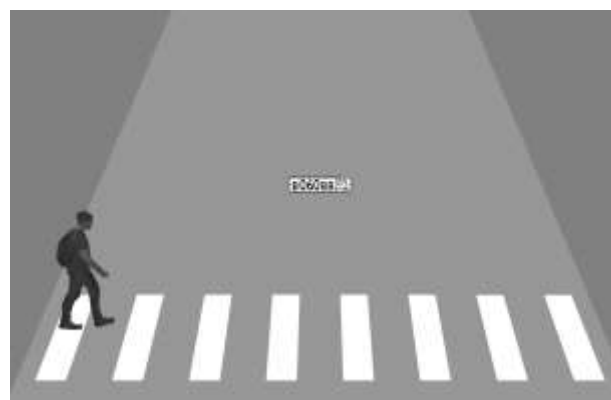


Рис. 2. Пример работы ПО для стенда

III. ОСОБЕННОСТИ

Для обеспечения большей функциональности и гибкости в настройках параметров сцены, объектов и разрабатываемого ПО было принято решение использовать технологию OpenGL для создания трехмерной сцены с объектами.

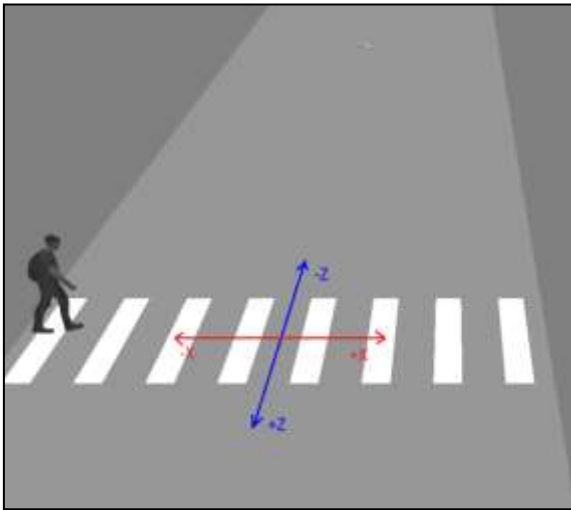


Рис. 3. Схематичное изображение осей движения объектов

В последней версии ПО испытательного стенда реализована возможность движения объектов по прямой, строго параллельной одной из двух осей (оси параллельные плоскости земли, рис. 3), что было обусловлено ограниченностью возможностей имитатора радарных данных, который не способен имитировать горизонтальное отклонение цели от линии зрения радара.

Реализовано два алгоритма появления объектов:

- в заданное время;
- в заданном порядке.

Для разных объектов эти параметры можно комбинировать, для отдельно взятого объекта можно установить только один вариант появления на сцене.

Однако, данной функциональности недостаточно для тестирования визуального распознавателя, что обусловило принятие решения о модификации механизма составления маршрутов движения объектов, что будет реализовано в дальнейшем.

IV. СЦЕНАРИИ

Разработанное ПО позволяет имитировать на стенде множество различных ситуаций на дороге. Это дает возможность проводить испытания разрабатываемых устройств и алгоритмов в лабораторных условиях.

Все имитируемые дорожные ситуации описываются сценариями, создаваемыми с помощью средств ПО стенда (рис. 4). Указанные сценарии позволяют описать различные последовательности событий, таких как нарушение скоростного режима, не пропуск пешехода на переходе, движение в запрещенном направлении (по встречной полосе), выезд на обочину и др.

При составлении сценария время появления объекта задается одним из двух вариантов:

- по времени – указывается точное время появления объекта на сцене, после чего он начинает следовать своему маршруту;

- по порядку – в этом варианте каждому объекту присваивается порядковый номер. Объекты с одинаковым порядковым номером появляются одновременно. Объекты со следующим порядковым номером появятся только тогда, когда все объекты с предыдущим порядковым номером закончат движение.

Движение объектов задается тремя точками – точкой начала движения, точкой окончания движения, точкой остановки (необязательно). Объектам присущи такие параметры движения как скорость, ускорение, скорость торможения. По достижении конечной точки маршрута объект исчезает.

А. Объекты имитации

Принимая во внимание особенности используемого для распознавания ситуаций на дороге устройства (детектируются только Государственные Регистрационные Знаки – ГРЗ, сами автомобили игнорируются, и за положение транспортного средства принимается положение его ГРЗ), и в целях оптимизации времени и сложности разработки было принято решение представить все объекты имитации в виде прямоугольников с наложенной текстурой. Таким образом, все транспортные средства представлены в имитации изображением ГРЗ. При наличии альфа-канала в текстуре, участки прямоугольника можно сделать прозрачными.

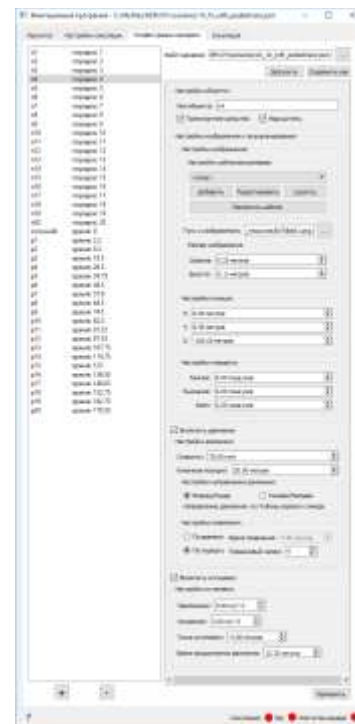


Рис. 4. Редактор сценариев

В. Настраиваемые параметры

Гибкость настройки имитации напрямую зависит от выбора настраиваемых параметров и их количества, однако слишком большое количество настроек делает интерфейс недружелюбным к пользователю. В стремлении со-

здать максимально простой и емкий интерфейс были выбраны определенные параметры, доступные пользователю.

Настраиваемые параметры имитации (рис. 5):

- угол зрения камеры;
- позиция камеры в трехмерной сцене;
- поворот камеры по трем осям;
- время перезапуска имитации;
- выбор дисплея для развертывания полноэкранной имитации на компьютере с несколькими мониторами.

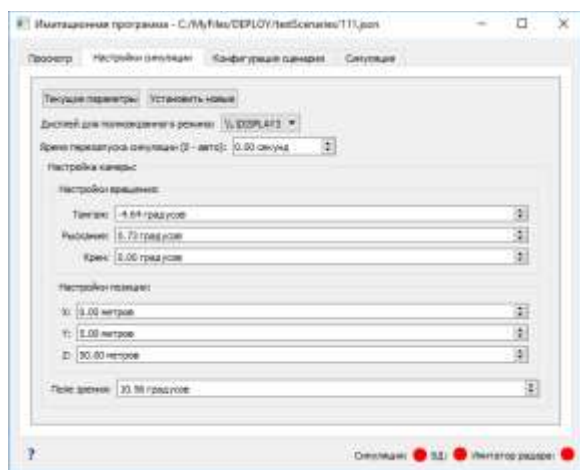


Рис. 5. Настройки параметров имитации

Настраиваемые параметры объектов:

- ширина прямоугольника;
- высота прямоугольника;
- текстура;
- начальное положение в трехмерном пространстве (позиция и углы поворота);
- ось движения;
- конечная позиция;
- способ появления на сцене (по времени или по порядку);
- точка остановки (при необходимости)

а также параметры точки остановки:

- координата остановки на выбранной оси движения;
- ускорение;
- замедление;
- время продолжения движения.

Каждый объект можно отметить как транспортное средство, тогда его параметры будут передаваться в имитатор радара. Каждое транспортное средство можно отме-

тить как нарушителя ПДД, что будет использовано при подсчете статистики.

С. Симулируемые нарушения

Разработанное программное обеспечение позволяет осуществить симуляцию следующих видов нарушений ПДД ([4], [5]):

- превышение мгновенной разрешенной скорости движения – с1.1;
- не предоставление преимущества пешеходу на пешеходном переходе – с15;
- движение задним ходом в местах, где это запрещено – с10;
- движение по полосам для движения общественного транспорта – с6;
- движение по обочине – с3;
- движение по тротуарам, пешеходным, велосипедным и вело – пешеходным дорожкам – с4;
- движение по встречной полосе – с7.

Д. Дополнительные возможности

Программная система 3D имитации дорожных ситуаций предоставляет дополнительную возможность соединения с базой данных измерительного устройства и формирования статистики обнаруженных транспортных средств и нарушений ПДД;

Е. Пример работы программы

Как пример можно привести 20-ти часовой тест, где по кругу проигрывается сценарий из 100 различных номеров. В процессе проведения теста измерительное устройство несколько раз включают и выключают, а по окончании анализируется набранная статистика, где указано общее количество симитированных проездов номеров и нарушений, общее количество распознанных номеров и нарушений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] ГОСТ Р 50577-93. Знаки государственные регистрационные транспортных средств. Типы и основные размеры. Технические требования (принят и введен в действие постановлением Госстандарта РФ от 29 июня 1993 г. N 165) (с изменениями и дополнениями)
- [2] ГОСТ Р 51256-2011. Технические средства организации дорожного движения. Разметка дорожная. Классификация. Технические требования
- [3] ГОСТ Р 52289-2004. Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств (с Изменениями N 1, 2)
- [4] ГОСТ Р 57144-2016. Специальные технические средства, работающие в автоматическом режиме и имеющие функции фото- и киносъемки, видеозаписи, для обеспечения контроля за дорожным движением. Общие технические требования.
- [5] ГОСТ Р 57145-2016. Специальные технические средства, работающие в автоматическом режиме и имеющие функции фото- и киносъемки, видеозаписи, для обеспечения контроля за дорожным движением. Правила применения