

РАЗРАБОТКА ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫМ АВТОДРОМОМ

Д.А. Егоров

Общее описание системы

Система определяет положение автомобиля на автодроме по изображениям с камер, расположенных на столбах на территории автодрома.

Целью разработки модели является отработка алгоритмов и компоновки системы, обеспечивающих заданную точность и позволяющих по входным параметрам определить технические характеристики автоматизированной системы принятия экзаменов на автодроме.

Входными параметрами являются: размер автодрома, количество одновременно наблюдаемых автомобилей, возможные варианты расположения камер, необходимая точность определения положения, требования к быстродействию системы.

В результате работы модель возвращает следующие данные: минимальное необходимое количество камер, их технические характеристики (разрешение, количество кадров в секунду, угол обзора объектива, нескомпенсированные погрешности калибровки), оптимальное расположение камер на автодроме и свойства ключевых точек.

Также разрабатываемая модель позволит определить и протестировать алгоритмы определения положения автомобиля по его изображению на автодроме. Модель воспроизводит тестовые изображения по заданным параметрам, имитируя работу камер с определенными характеристиками и движение автомобиля. На полученных изображениях будет производиться выбор методов выявления ключевых точек и линий на автомобиле, а также

использование полученных данных для обработки алгоритмов расчета положения автомобиля в заданной системе координат.

Таким образом, имитационная модель позволит выбрать параметры системы и оценить точностные характеристики без цикла натурных испытаний.

Требования к разрабатываемой системе

Требования к системе формируются из двух составляющих: технической и экономической.

Технические требования заключаются в установке заданной точности определения положения автомобиля (до 2 см) и в ограничениях на возможности расположения камер на автодроме (в частности, должна быть выявлена минимальная высота, на которой находятся камеры).

Перечисленные технические требования тесно связаны с экономическими требованиями к системе. Разрабатываемая система должна быть экономически выгодной и конкурентоспособной среди других существующих на рынке предложений. Этим определяются ограничения на практическую реализацию системы, следовательно, данные требования должны быть изначально заложены в модель системы.

Прежде всего, конкурентоспособность предполагается обеспечить за счет удешевления практической реализации системы, которое может быть достигнуто путем уменьшения стоимости входящих в нее технических объектов. Модель позволит подобрать наименьшее необходимое количество камер, минимальные требования по точности получаемых изображений, минимальную высоту столбов, на которых располагаются камеры и т. д. Таким образом, могут быть выбраны наиболее подходящие модели камер для использования в системе, и уменьшены затраты на их монтаж на автодроме.

Дополнительно конкурентоспособность системы будет определяться обеспечиваемой точностью и стабильностью ее функционирования, которые не достигаются у существующих на рынке аналогов [1].

Описание работы модели и системы в целом

Порядок работы системы принятия экзаменов на право управления транспортным средством функционирует следующим образом.

За перемещением автомобиля наблюдают камеры, передавая в реальном времени полученный видеопоток на обработку серверу. Программа определения характеристик движения выполняет несколько этапов обработки изображений:

- 1) на полученном изображении выделяются области, на которых находятся движущиеся объекты;

- 2) на выделенной части изображения производится обнаружение ключевых точек и/или линий;

3) далее по полученным данным определяется положение автомобиля в заданной системе координат;

4) система выполняет перечисленные выше действия с определенной частотой, что позволяет получать информацию о движении автомобиля по автодрому.

Программная часть системы имеет данные о расположении элементов упражнений каждого этапа экзамена, а также требования к выполнению упражнений и количество штрафных баллов за их нарушение.

Имея данные о положении автомобиля в каждый момент времени, принимаются решения о начислении штрафных баллов экзаменуемому.

Одновременно производится запись видеопотока сдачи экзамена, что является одним из требований к системе управления автоматизированным автодромом.

Реализация модели

Создание имитационной модели требует воспроизведения необходимых для разработки методов изображений с определенными параметрами. Например, при подборе характеристик ключевых точек на изображении необходимо легко менять внешний вид автомобиля. При определении необходимых характеристик камер необходимо имитировать перемещение камеры в нужную точку пространства, или перемещение автомобиля на заданное расстояние от камеры.

Ввиду вышеперечисленных требований, было решено реализовать приложение, имитирующее работу камер путем генерации изображений, и позволяющее легко менять входные параметры системы.

Приложение реализовано по технологии WinForms + Microsoft XNA (язык программирования C#). Данная платформа была выбрана за возможность максимально быстро и удобно реализовывать 3D-приложения. Далее будет сделан обзор функционала приложения на текущий момент.

При реальной работе системы, для выделения движущихся частей в видеопотоке будут использованы методы библиотеки TVideoGrabber. Данная библиотека имеет поддержку языка C#, имеет возможности по работе камерами напрямую и готовые методы по выделению движущихся объектов.

Для выделения ключевых элементов изображения будут использоваться методы библиотеки AForge.NET.

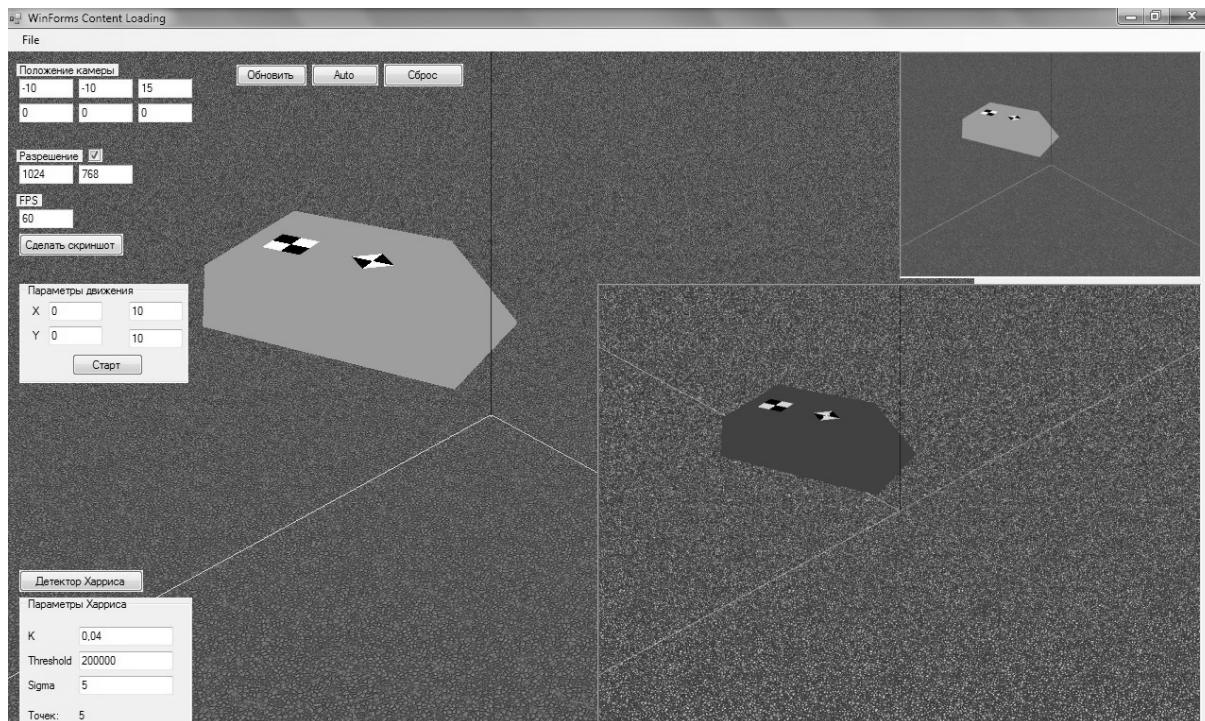
Текущее состояние разработки

На данный момент приложение имеет следующий функционал:

- 1) производит имитацию работы камеры с определенным разрешением, частотой съемки, углом обзора и положением камеры;
- 2) производит имитацию движения автомобиля на автодроме;
- 3) позволяет изменять характеристики наносимых на автомобиль вспомогательных знаков, для выявления ключевых точек;

4) позволяет разрабатывать алгоритмы получения ключевых элементов на изображении (на данный момент обрабатываются методы нахождения ключевых точек с помощью детектора Харриса).

Пример работы приложения представлен на рисунке.



Пример работы имитационной модели

На данном рисунке приложение отображает объект, имитирующий движущийся автомобиль с нанесенной на него тестовой текстурой. В верхнем углу показывается захваченный кадр видеопотока. В нижнем правом углу отображается этот же кадр с примененным детектором Харриса и выявленными ключевыми точками.

Меняя характеристики тестовой текстуры на модели автомобиля и подбирая параметры детекторов, производится подбор оптимальных параметров будущей системы.

Вместо входящего имитационного видеопотока возможна передача системе для обработки реальных изображений движущегося автомобиля.

Вывод

В результате проделанной работы, разработанная на данный момент имитационная модель позволяет анализировать следующие характеристики:

- 1) характеристику ключевых точек;
- 2) взаимное расположение камеры и автомобиля для обеспечения стабильного распознавания;
- 3) параметры детекторов углов и краев для обеспечения максимальной точности распознавания.

В дальнейшем планируется исследовать максимальное расстояние, на котором выполняются требования по точности измерения, а также реализовать определение положения автомобиля по его контуру и протестирована точность этого метода измерения.

Библиографический список

1. Егоров Д.А. Разработка имитационной модели для оценки характеристик системы определения положения автомобиля на автодроме Научный поиск: материалы второй научной конференции аспирантов и докторантов. Технические науки. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010. – Т. 2. – С. 125–128.