

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ВЫДЕЛЕНИЯ ДВИЖУЩИХСЯ ОБЪЕКТОВ НА ВИДЕОИЗОБРАЖЕНИИ НА БАЗЕ РЕКУРРЕНТНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

И.А. Емельянов, В.В. Чередов, П.С. Зайцев, И.А. Евсеенко

Создана и готова к практическому применению автоматизированная система выделения движущихся объектов на видеопоследовательности на базе рекуррентной нейронной сети. Исследован вопрос возможности интеграции программ, написанных на объектно-ориентированных языках программирования (в частности, C#) с пакетом обработки изображений *AForge* и функциями мультимедийного фреймворка и интерфейса программирования приложений *DirectShow*, выбраны наиболее эффективные средства пакета *AForge* для обработки изображений

Ключевые слова: автоматизированная система, видеоизображение, рекуррентная нейронная сеть.

1. Введение

Автоматизированное выделение и распознавание движущихся объектов – весьма перспективное направление исследований в области цифровой обработки видеоизображения и распознавания образов. Оно позволяет без участия человека контролировать технологический процесс, фиксировать нарушения в области дорожного движения, проводить автоматизированный сбор и анализ информации и др. Актуальность исследований связана еще и с тем, что во многих странах все более широкое применение находят системы видеонаблюдения в таких отраслях, как охранные системы и системы контроля транспортного потока [1].

2. Общая структура и алгоритм работы системы

При проектировании и разработке автоматизированной системы использовался принцип модульности, т.е. система состоит из нескольких программных модулей, которые являются относительно независимыми ее компонентами и легко интегрируются друг с другом. Это позволяет вносить изменения в один программный модуль, не затрагивая другой.

Первый модуль представляет собой графический интерфейс для настройки параметров работы системы и отображения результатов. Данный модуль создан на платформе *Microsoft .NET Framework 4.0* с применением технологии *Windows Form* для организации удобного пользовательского интерфейса и взаимодействия с моделями данных. Пользователь задает и меняет источник видеопоследовательности, указывает формат вывода данных (вывод на экран или запись в файл). В результате, данный модуль формирует набор параметров, который используется в других модулях программного комплекса.

Второй модуль – модуль обработки рекуррентной нейронной сети. Данный модуль представляет собой реализацию рекуррентной нейронной сети. На вход данной сети поступает последовательность кадров исходного видео. Результатом работы модуля является обработанные кадры исходного видео с изображением движущихся объектов.

Третий модуль – модуль пред- и постобработки видеопоследовательности. Данный модуль тесно взаимодействует с остальными модулями системы. Предобработка видеопоследовательности заключается в получении видеоизображения из источника и подготовка к последующей передаче модулю обработки рекуррентной нейронной сети. Постобработка заключается в выводе обработанных данных на экран пользователя или записи в файл.

Структура автоматизированной системы и представлена на рис. 1.

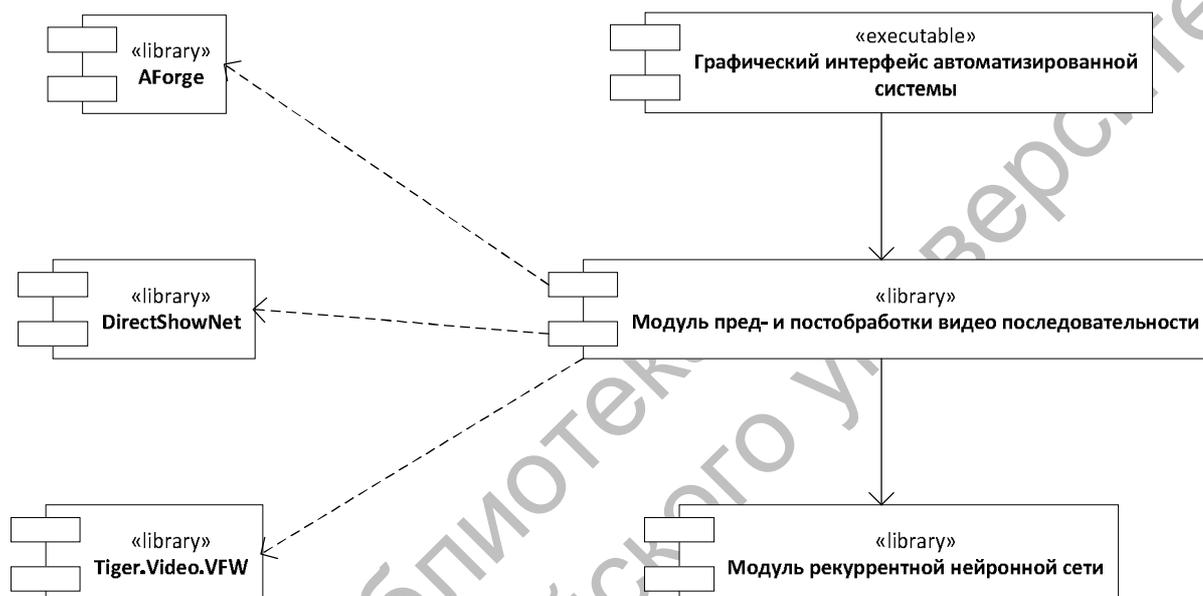


Рис. 1 – Структура автоматизированной системы выделения движущихся объектов на видеопоследовательности на базе рекуррентной нейронной сети.

Как видно из рис. 1, разрабатываемая система активно использует библиотеки пакета *AForge*. Это связано с тем, что данный пакет предоставляет достаточно широкий набор тщательно проработанных и отлаженных функций для обработки изображений. Также система использует библиотеку *DirectShowNet*, которая позволяет работать с устройствами ввода графической информации. Система использует библиотеку *Tiger.Video.VFW* для работы с видеофайлами.

3. Графический интерфейс автоматизированной системы

Графический интерфейс является одним из компонентов разрабатываемой автоматизированной системы. Благодаря ему пользователь может быстро выбирать источник видеопоследовательности, наблюдать за работой системы, выполнять настройку системы.

Интерфейс, предоставляемый данным модулем прост в освоении и использовании. На рис. 2 показана главная форма данного модуля.

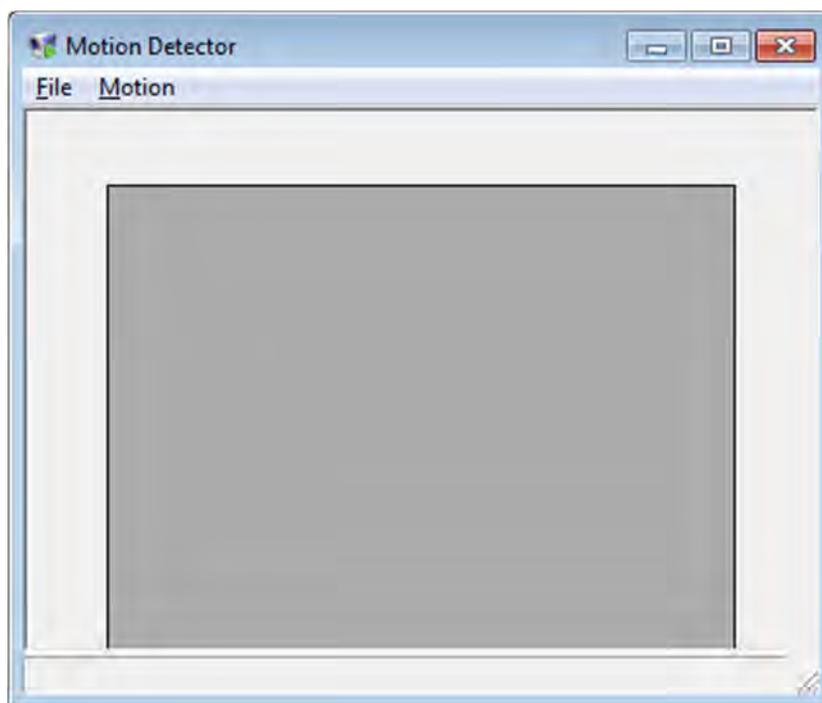


Рис. 2. Главная форма графического интерфейса системы

4. Модуль рекуррентной нейронной сети

Модуль рекуррентной нейронной сети – это один из компонентов разрабатываемой автоматизированной системы. Его задачей является обработка входящей видеопоследовательности для выделения движущихся объектов. Обработка производится рекуррентной нейронной сетью [2, 3].

Рассмотрим работу данного модуля на примере. Пусть с помощью модуля пред- и постобработки была получена последовательность кадров в оттенках серого. Примеры кадров представлены на рис. 3.



Рис.3. Примеры кадров входящей видеопоследовательности

Далее полученные кадры поступают на вход рекуррентной нейронной сети.

Рекуррентная нейронная сеть обрабатывает каждый входящий кадр согласно алгоритму, представленному на рис. 4.

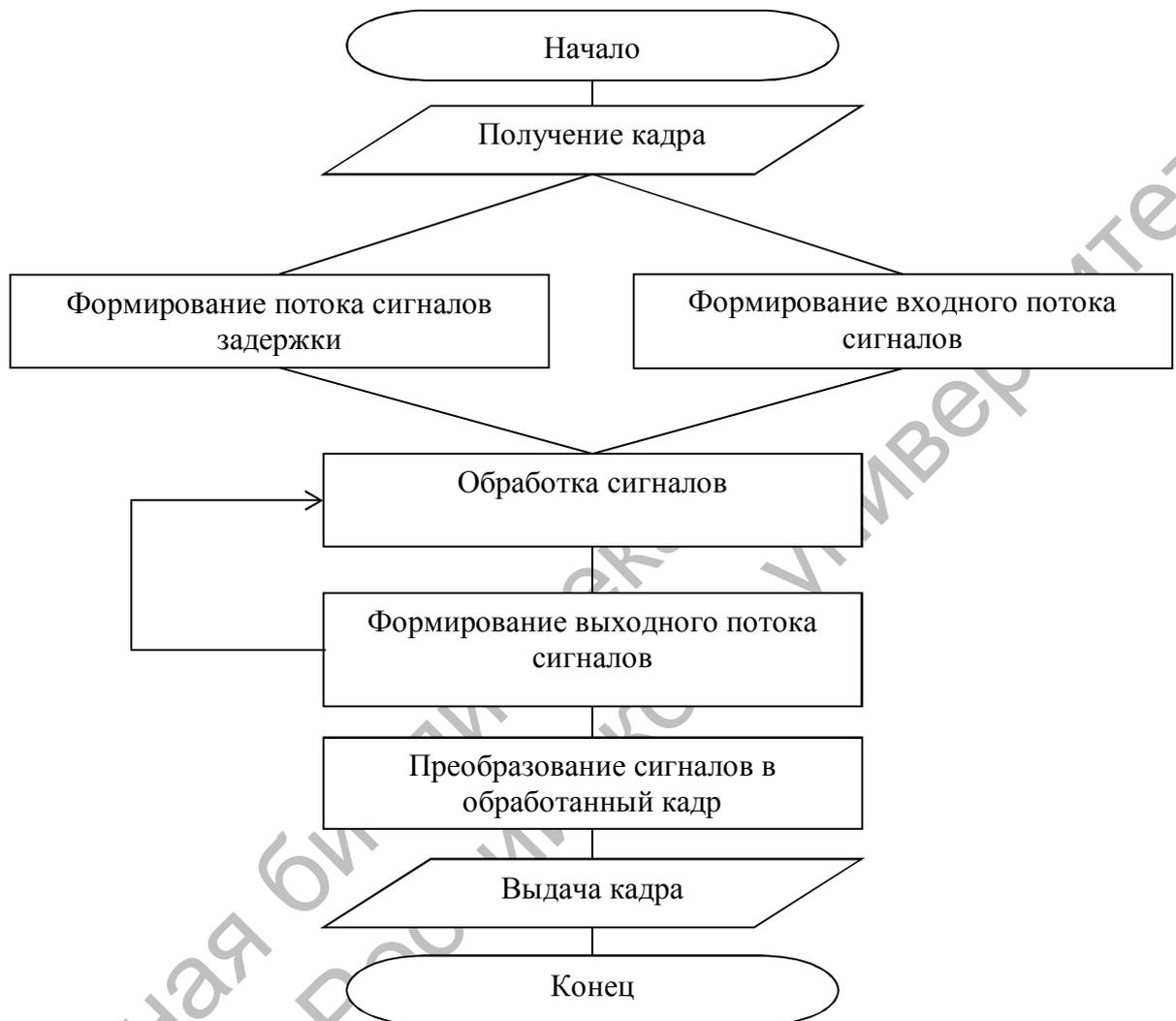


Рис.4. Алгоритм работы модуля рекуррентной нейронной сети

После получения кадра формируется поток сигналов на основе информации о яркости пикселей входного кадра.

Обработка входного потока сигналов происходит после того, как придет сигнал задержки, который указывает, что все сигналы получены и можно производить их обработку. Для обработки принимаются сигналы входного потока и сигналы выходного потока, полученные при обработке предыдущего кадра последовательности. В начальный момент времени выходной поток равен входному потоку сигналов.

В процессе обработки рекуррентная нейронная сеть формирует выходной поток сигналов, который подается на вход сети и преобразовывается в выходной кадр. Преобразованный кадр передается модулю пред- и постобработки для дальнейшего использования.

Получение входного кадра осуществляется модулем пред- и постобработки видеопоследовательности, также данный модуль получает выходной кадр после обработки рекуррентной нейронной сетью. Входной и выходной кадр представляет собой объ-

ект типа *System.Drawing.Bitmap*. Все модули написаны на языке программирования *C#* в среде *Microsoft Visual Studio 2010 Ultimate*.

Результатом работы модуля является выходная последовательность кадров, на которой находятся только выделенные движущиеся объекты. Пример результатов работы модуля представлены на рис. 5.

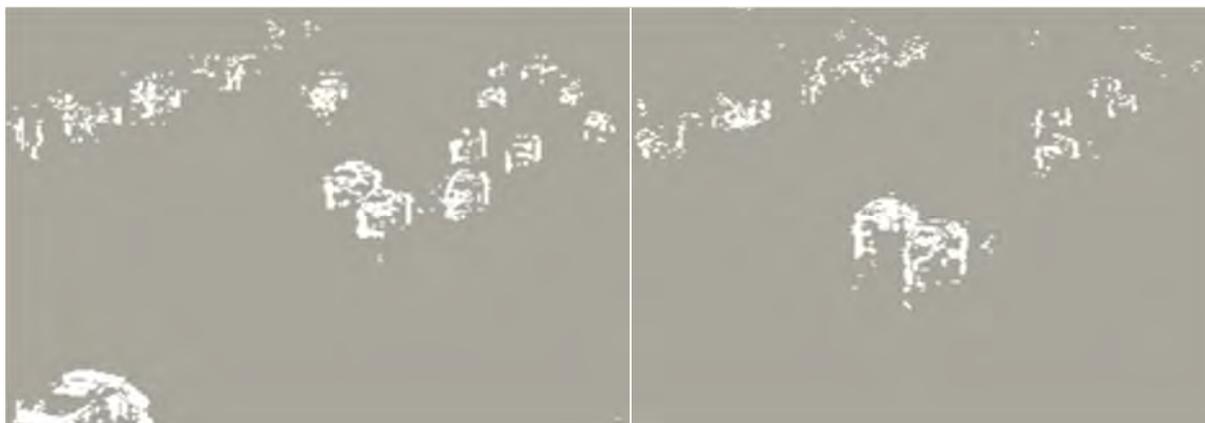


Рис.5. Результаты работы системы

5. Модуль пред- и постобработки видеопоследовательности

Данный модуль предназначен для получения входной видеопоследовательности из различных источников (камера, файл). Для получения видеопоследовательности из устройства захвата (камера) применяются функции мультимедийного фреймворка и интерфейса программирования приложений *DirectShow* (рис. 6).

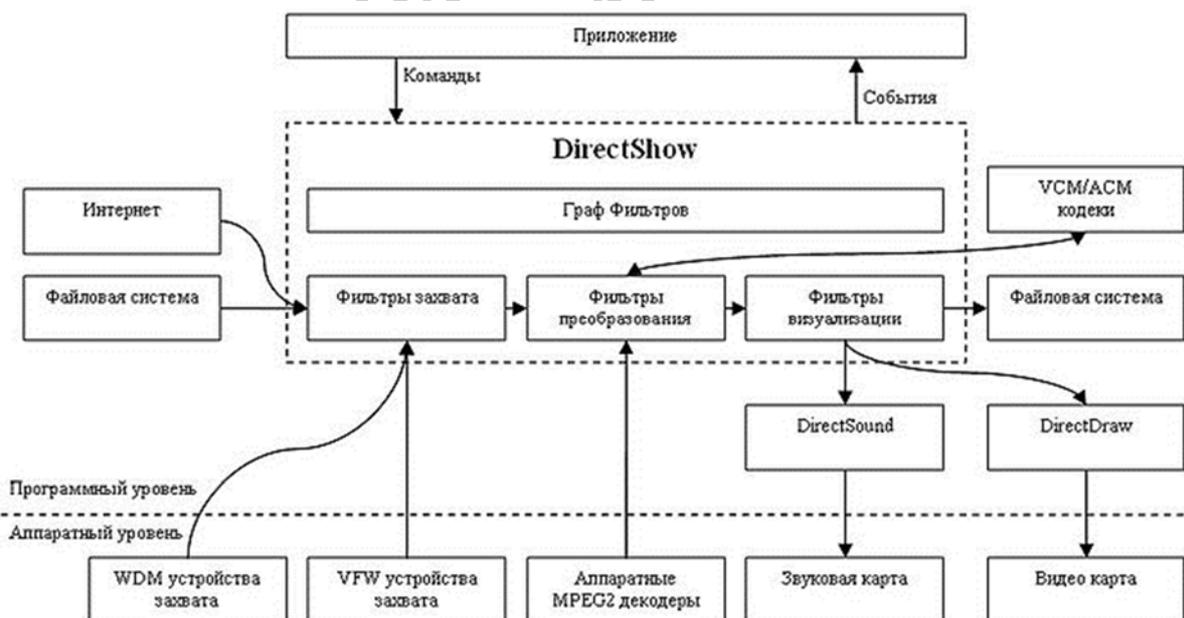


Рис. 6. Структурная схема *DirectShow*

DirectShow позволяет *Windows*-приложениям управлять широким спектром устройств аудио / видео ввода / вывода, включая *DV*- и веб-камеры, *DVD*-устройства, ТВ-тюнеры и др.

Для получения видеопоследовательности из устройств захвата используются фильтры захвата. Фильтры захвата — предназначены для ввода мультимедиа данных в поток программы с различных физических устройств. В роли устройства могут быть как различного рода видео устройства (портативные видео камеры, веб-камеры, TV-тюнеры), так и аудио устройства (микрофон, модемная линия), а также данные могут быть получены и из файла (*AVI, MPEG, MP3*).

DirectShow позволяет одновременно использовать несколько фильтров захвата, например: для одновременного захвата видео с веб-камеры и звука с микрофона. Количество одновременно используемых фильтров захвата ограничено лишь мощностью используемого компьютера.

Если в качестве источника видео последовательности выбрано устройство захвата, то эта информация передается с помощью *API*-функций в ядро фильтров пакета *DirectShow*, поэтому данный пакет должен быть обязательно предустановлен на компьютере, где используется разработанная система.

Если в качестве источника видеопоследовательности выбран существующий файл, то эта информация передается с помощью *API*-функций в пакет *Tiger.Video.VFW*. Пакет *Tiger.Video.VFW* предназначен для чтения и записи файлов формата *AVI*. Пакет имеет набор функций, реализованных через низкоуровневый доступ к файловой системе *Windows*. Благодаря этому достигается быстроедействие работы с видеофайлами в качестве источника видеопоследовательности для дальнейшей обработки системой.

6. Заключение

В результате выполненной работы создана и готова к практическому применению автоматизированная система выделения движущихся объектов на видеопоследовательности на базе рекуррентной нейронной сети, состоящая из трех модулей (модуль графического интерфейса автоматизированной системы, модуль рекуррентной нейронной сети и модуль пред- и постобработки видеопоследовательности). Структура автоматизированной системы построена в соответствии с принципом модульности, что позволяет вести разработку модулей независимо друг от друга, и позволяет в будущем вносить изменения в каком-либо из модулей, не затрагивая при этом другой.

В работе исследован вопрос возможности интеграции программ, написанных на объектно-ориентированных языках программирования (в частности, *C#*) с пакетом обработки изображений *AForge* и функциями мультимедийного фреймворка и интерфейса программирования приложений *DirectShow*, выбраны наиболее эффективные средства пакета *AForge* для обработки изображений.

Разработанная автоматизированная система выделения движущихся объектов использует графическое ядро обработки видеопотока пакета *AForge*, а именно функции преобразования изображений в полутоновые (в оттенках серого). Однако недостатком такого подхода является необходимость наличия библиотек пакета *AForge* на компьютере, где будет использоваться предлагаемая автоматизированная система.

На данный момент предлагаемая автоматизированная система представляет собой программный продукт, позволяющий выделять движущиеся объекты в видеопотоке на базе рекуррентных нейронных сетей. Данный программный продукт предусматривает возможность своей модернизации для повышения качества детектирования движущихся объектов, путем внесения изменений в модуль рекуррентной нейронной сети.

Предложенный подход детектирования движущихся объектов на видеоизображении с использованием нейронных сетей и созданное на его основе программное обес-

печение, могут быть включены в состав более сложных специализированных автоматизированных систем видеонаблюдения.

Литература

1. Лукьяница, А.А. Цифровая обработка видеоизображений / А.А. Лукьяница, А.Г. Шишкин. – М.: «Ай-Эс-Эс Пресс», 2009. – 518 с.
2. Мельников, И.И. Детектор движения на основе импульсных нейронных сетей / И.И. Мельников, К.А. Демиденков, И.А. Евсеенко, И.А. Емельянов // Информационные технологии. – № 7. – 2013 г. – С. 57-60.
3. Емельянов, И.А. Модель рекуррентной нейронной сети для детектора движения/ И.А. Емельянов; науч. рук. И.А. Евсеенко//: «Информационные технологии, энергетика и экономика (микроэлектроника и оптотехника, информационные технологии в управлении и производстве)»: сборник трудов 10-й Международной научно-технической конференции студентов и аспирантов. В 3 т. Т 2. – «Универсум», Смоленск 2013. – С. 149-152.

Емельянов Игорь Александрович

Выпускник магистратуры
Белорусско-Российский университет, г. Могилев
Тел.: +375(29)3077342
E-mail: bujhm24@gmail.com

Чередов Василий Васильевич

Магистрант
Белорусско-Российский университет, г. Могилев
Тел.: +375(29)1905706
E-mail: agitator@uvaga.by

Зайцев Павел Сергеевич

Студент
Белорусско-Российский университет, г. Могилев
Тел.: +375(29)5477410
E-mail: pavel.zaitsau@hotmail.com

Евсеенко Игорь Антонович

Доцент кафедры автоматизированных систем управления, к-т техн. наук
Белорусско-Российский университет, г. Могилев
Тел.: +375(29) 844-32-13
E-mail: 327igor@rambler.ru