

УДК 004.5: 621.397.7

Ф.Д. Михальков

Инструментальные средства оценки быстродействия и эффективности алгоритмов выделения особых точек изображения

Описываются инструментальные средства измерения характеристик реализованных алгоритмов детектирования особенностей изображения с использованием программной платформы Microsoft .NET. Описан принцип функционирования разработанного автоматизированного инструментария оценки эффективности реализаций алгоритмов детектирования.

Ключевые слова: особые точки, дополненная реальность, оценка эффективности, Microsoft .NET, UML.

При разработке видеоинформационных систем, работающих в режиме реального времени, очень много внимания уделяется как быстродействию отдельных модулей, так и всей системы в целом. В видеоинформационных системах дополненной реальности основной задачей является непрерывное определение взаимного расположения «маркерного» изображения и наблюдающей камеры или изменения её положения в пространстве [1].

Для решения этой задачи необходимо выделять на каждом кадре видеопотока локальные особенности изображения, которые также называют «особые», или реперные, точки. Основным свойством реперных точек служит то, что окрестность реперной точки можно отличить от окрестности любой другой точки изображения. Если выделить на двух следующих друг за другом кадрах видеопотока особые точки, а затем проанализировать изменение их расположения, то в результате можно определить изменение расположения камеры и маркерного изображения, что является основной задачей [2]. Выделение особых точек изображения осуществляется с помощью специальных алгоритмов – детекторов особенностей изображения.

Так как видеоинформационные системы дополненной реальности работают в режиме реального времени, к быстродействию алгоритмов анализа видеоряда предъявляются высокие требования. Существует минимальная кадровая частота, обеспечивающая плавность движения на экране. Эта частота составляет 24 кадра в секунду и является общемировым стандартом частоты киносъемки и проекции [3]. Минимальная кадровая частота определяет верхний предел длительности обработки одного кадра, который составляет около 41 мс.

Наряду с быстродействием не менее значимой характеристикой детекторов является эффективность, которая определяется двумя критериями: количеством обнаруженных особых точек и повторяемостью, т.е. одинаковым выделением особых точек на последовательности изображений видеоряда. Если детектор обладает низкой повторяемостью, то увеличивается число ложных срабатываний детектора, что усложняет выполнение основной задачи.

В процессе разработки видеоинформационной системы дополненной реальности возникла необходимость в оценке эффективности реализованных алгоритмов-детекторов, а именно в измерении быстродействия алгоритмов, количества и повторяемости выделяемых особенностей изображения.

Так как алгоритмы детектирования испытываются на наборе тестовых изображений, то необходимые средства оценки также должны позволять испытывать проверяемые реализации алгоритмов на произвольных тестовых изображениях.

Описание реализации инструментального средства. Для реализации инструментальных средств тестирования и оценки эффективности модуля детектирования особенностей изображения целесообразно использовать тот же набор инструментов и программных платформ, что был использован в тестируемом модуле. Программная часть разрабатываемой видеоинформационной системы реализована с использованием парадигмы объектно-ориентированного программирования (ООП) и программной платформы Microsoft .NET. Исходя из этого, разрабатываемый инструмент оценки также реализован с использованием вышеуказанной платформы, а описание реализации будет приведено в терминах ООП.

В разрабатываемой видеоинформационной системе используется модифицированный детектор Харриса, и его реализация являлась предметом оценки эффективности. С помощью разработанного инструментария были оценены быстродействие и устойчивость алгоритма к распространенным искажениям [2, 4].

Для обеспечения возможности многократного использования тестируемых модулей детектор выделен в отдельный законченный логический модуль и реализован в виде класса `HarrisDetector`, реализующего программный интерфейс `IDetector`. Интерфейс `IDetector` определяет две операции (или метода в терминологии ООП), которые описаны в классе `HarrisDetector`:

- метод загрузки тестового изображения в детектор и предварительной настройки внутренних параметров (`Load`);
- метод определения особых точек, возвращающий набор выделенных особых точек (`Detect`).

Предварительная настройка внутренних параметров детектора выполняется один раз и вынесена в отдельный метод для исключения её влияния на измеренное быстродействие. Для измерения интересующих параметров быстродействия был создан класс `Estimator`, который работает с любыми реализациями интерфейса `IDetector`. Измерение длительности выполнения детектирования особенностей изображения осуществляется с помощью стандартного класса платформы `.NET Stopwatch`, который используется для точного измерения затраченного времени [5]. Для оценки эффективности выполняются следующие действия:

- класс `Estimator` загружает из файла в память тестовое изображение, выбранное пользователем, и передает его оцениваемому классу, вызывая метод `Load`;
- класс `Stopwatch` начинает отсчет затрачиваемого времени;
- вызывается метод `Detect` у оцениваемого детектора;
- после завершения выполнения метода `Detect` класс `Stopwatch` прекращает отсчет времени.

Для оценки количества и повторяемости выделенных особенностей изображения используется набор особых точек, возвращаемый методом `Detect`. Для определения повторяемости сравнивался набор особых точек, определенных детектором на эталонном изображении и на изображении с наложенными помехами.

На рис. 1 приведена диаграмма классов разработанного инструментального средства, выполненная в нотации UML [6]. Диаграммы классов используются при моделировании и проектировании программных систем. Они являются одной из форм статического описания системы, показывая ее структуру. Диаграмма классов не отображает динамическое поведение изображенных на ней классов. На диаграммах классов показываются классы, программные интерфейсы и отношения между ними.

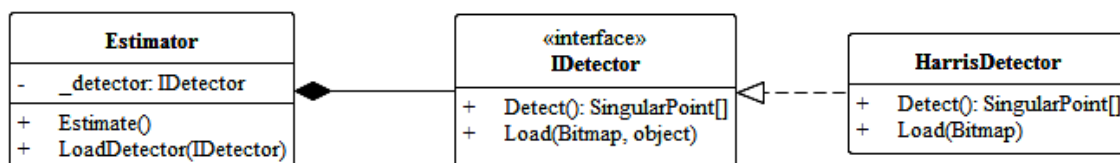


Рис. 1. Основные сущности разрабатываемого инструментария

Реализованный инструментарий позволяет сохранять данные об обнаруженных особенностях в файлы формата CSV для последующей обработки и анализа, а также выполнять тестовые запуски детектора указанное количество раз для проведения статистического анализа получаемых результатов.

Выводы. Разработано инструментальное средство, которое, в отличие от известных средств, позволяет измерять характеристики исполнения отдельных программных модулей, реализующих определенный программный интерфейс. Измеренные характеристики используются для оценки эффективности реализаций алгоритмов детектирования особых точек изображения.

Литература

1. Козырева А.В. Определение координат мобильного устройства в пространстве на основе изображений, получаемых от его видеокamеры [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.iis.nsk.su/files/articles/sbor_kas_13_kozyreva_1.pdf, свободный (дата обращения: 02.03.2014).
2. Михальков Ф.Д. Влияние искажений изображения на работу детектора Харриса с предварительным выделением особых точек // Доклады Том. гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники. – 2015. – № 3(37). – С. 103–105.

3. Саломатин С.А. Профессиональная киносъёмочная аппаратура и тенденции её развития в СССР / С.А. Саломатин, И.Б. Артишевская, О.Ф. Гребенников // Профессиональная киносъёмочная аппаратура. – 2-е изд. – Л.: Машиностроение, 1990. – 288 с.
4. Михальков Ф.Д. Оценка эффективности использования яркостного предварительного детектора в системах дополненной реальности / Ф.Д. Михальков, М.И. Курячий // 25-я Междунар. Крым. конф. «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии» (КрыМиКо'2015). – 2015. – Т. 1. – С. 261–262.
5. Stopwatch-класс. Каталог API (Microsoft) и справочных материалов. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/system.diagnostics.stopwatch\(v=vs.110\).aspx](https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/system.diagnostics.stopwatch(v=vs.110).aspx), свободный (дата обращения: 04.11.15).
6. Иванов Д.Ю. Основы моделирования на UML: учеб. пособие / Д.Ю. Иванов, Ф.А. Новиков. – СПб.: Изд-во политехн. ун-та, 2010. – 249 с.

Михальков Федор Дмитриевич

Аспирант каф. телевидения и управления ТУСУРа

Тел.: +7-951-185-37-95

Эл. почта: fixed.fred@gmail.com

Mikhalkov F.D.

Instrumental means to evaluate performance and efficiency of algorithms selecting specific points on the image

This paper describes a tools for measuring characteristics of implemented algorithms intended to detect image features using a software platform Microsoft.NET. The functioning principles of the automated evaluation tools of detection algorithms are described.

Keywords: singular points, augmented reality, estimation of efficiency, Microsoft .NET, UML.