

УДК 004.93

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МУЛЬТИКАМЕРНОСТИ В ЗАДАЧАХ РАСПОЗНАВАНИЯ И ОТСЛЕЖИВАНИЯ ОБЪЕКТОВ В ВИДЕОЗАПИСЯХ

Кулиш М.Н., Ладыженский Ю.В.

Донецкий национальный технический университет, Украина

Предложен алгоритм отслеживания объектов при использовании мультикамерности. Описана архитектура программного комплекса обработки и анализа футбольных матчей на основе видеозаписей. Предложен конвейер распознавания и отслеживания объектов в видеозаписях. Проанализированы возможности его расширения за счет использования мультикамерности. Описаны исследованные методы компьютерного зрения при реализации экспериментальной версии конвейера и результаты их тестирования.

Введение

В задачах компьютерного зрения одним из основополагающим инструментом для исследований и разработки приложений являются камеры. От их технических характеристик во многих случаях зависит качество получаемых результатов. Одной из сфер повсеместного использования систем видеонаблюдения является спорт. Важной задачей для компьютерных технологий в спорте является сбор и анализ статистических данных, что требует качественных исходных данных. Особенно актуально это для футбола, который очень популярен и динамично расширяет границы своих поклонников. Учитывая размеры поля и количество спортсменов на нем, качественные входные данные для систем анализа видеозаписей футбольных матчей могут быть получены при использовании мультикамерности.

Использование набора камер в задачах распознавания и отслеживания объектов в видеозаписях

Использование набора камер в задачах распознавания и отслеживания объектов в видеозаписях позволяет расширить функциональные возможности систем анализа видеозаписей футбольных матчей.

Основные преимущества мультикамерности состоят в:

- увеличении точности отслеживания объектов;
- синхронизации отслеживания объектов между видеозаписями;
- получении реальных координат объектов в пространстве.

При реализации систем анализа видеозаписей футбольных матчей с использованием мультикамерности решаются задачи:

- Калибровка камеры – на практике параметры камеры обычно неизвестны, поэтому они находятся из изображений. Два основных подхода при решении задачи калибровки – использование обучающего шаблона и набор точек с известными реальными координатами.

- Триангуляция – задача получения реальных координат из нескольких экранных проекций. Из-за ошибок измерения и оценки невозможно точно построить обратное соответствие мировых координат экранным. Наиболее известные подходы для решения задачи – геометрический, линейный и нелинейный [1].

Видеокамеры должны располагаться на стадионе так, чтобы их зоны обзора покрывали все футбольное поле. Пример расположения камер приведен на рис. 1.

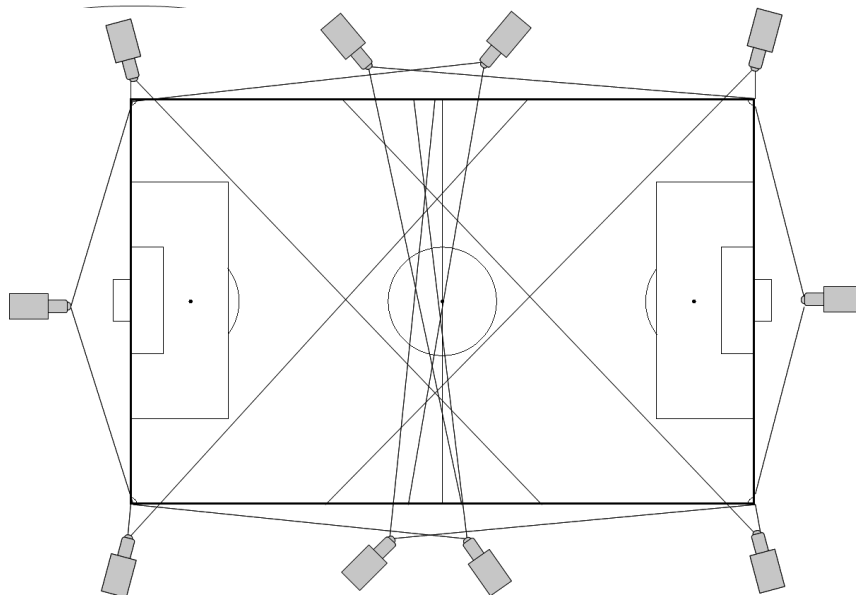


Рисунок 1. Пример системы видеонаблюдения

На основании проведенного анализа предлагается алгоритм отслеживания объектов при использовании мультикамерности:

- 1) производится калибровка камеры на основании имеющихся данных;
- 2) выделяются отслеживаемые объекты в видеозаписях;
- 3) для каждого выбранного контура производится предсказание передвижения с помощью фильтра частиц;
- 4) для каждого отслеживаемого объекта выполняется триангуляция;
- 5) на основании полученного трехмерного контура производится корректировка контуров в каждой из видеозаписей;
- 6) если есть следующий кадр, то выполняется переход на шаг 3, иначе работа алгоритма завершается.

Для решения задач калибровки камеры и триангуляции используется алгоритм DLT [2]. Для повышения точности работы алгоритма DLT применяется метод Левенберга-Марквардта [3].

Предложенный алгоритм реализуется на языке C++ в среде Visual Studio 2008 как составная часть программного комплекса, предложенного в [4].

Программный комплекс анализа видеозаписей футбольных матчей

На основании анализа, проведенного в [4], была предложена архитектура программного комплекса анализа видеозаписей футбольных матчей, состоящего из следующих подсистем:

- подсистема ввода – обеспечивает запись и дальнейшее сохранение видеозаписей футбольных матчей;
- подсистема предварительной обработки – обеспечивает перевод видеозаписей во внутренний формат обработки и дальнейшую синхронизацию данных;
- подсистема обработки – предназначена для распознавания и отслеживания объектов в видеозаписях;
- подсистема анализа – обеспечивает расчет статистических характеристик об их игроках и командах;
- подсистема вывода – обеспечивает вывод результатов работы комплекса на экран и сохранение отчетов.

Разрабатываемый программный комплекс предназначен для распознавания видеозаписей матчей, визуализации результатов и расчета статистических характеристик о тактических действиях и физической подготовке команд и игроков.

Ядром программного комплекса является подсистема обработки. Подсистема обработки реализуется с использованием конвейерного подхода. В каждом такте работе конвейер получает одно или несколько изображений из каждого видеофайла. В полученных изображениях производится поиск новых и потерянных объектов. Выполняется их сравнение с набором существующих объектов и формируется новый набор. Полученный набор объектов передается в байесовский фильтр. Байесовский фильтр выполняет для каждого объекта отслеживания две основные задачи: предсказание состояния объекта с помощью динамических моделей объектов и обновление состояния после обработки согласованных измерений [5]. Схема работы конвейера приведена на рис. 2.

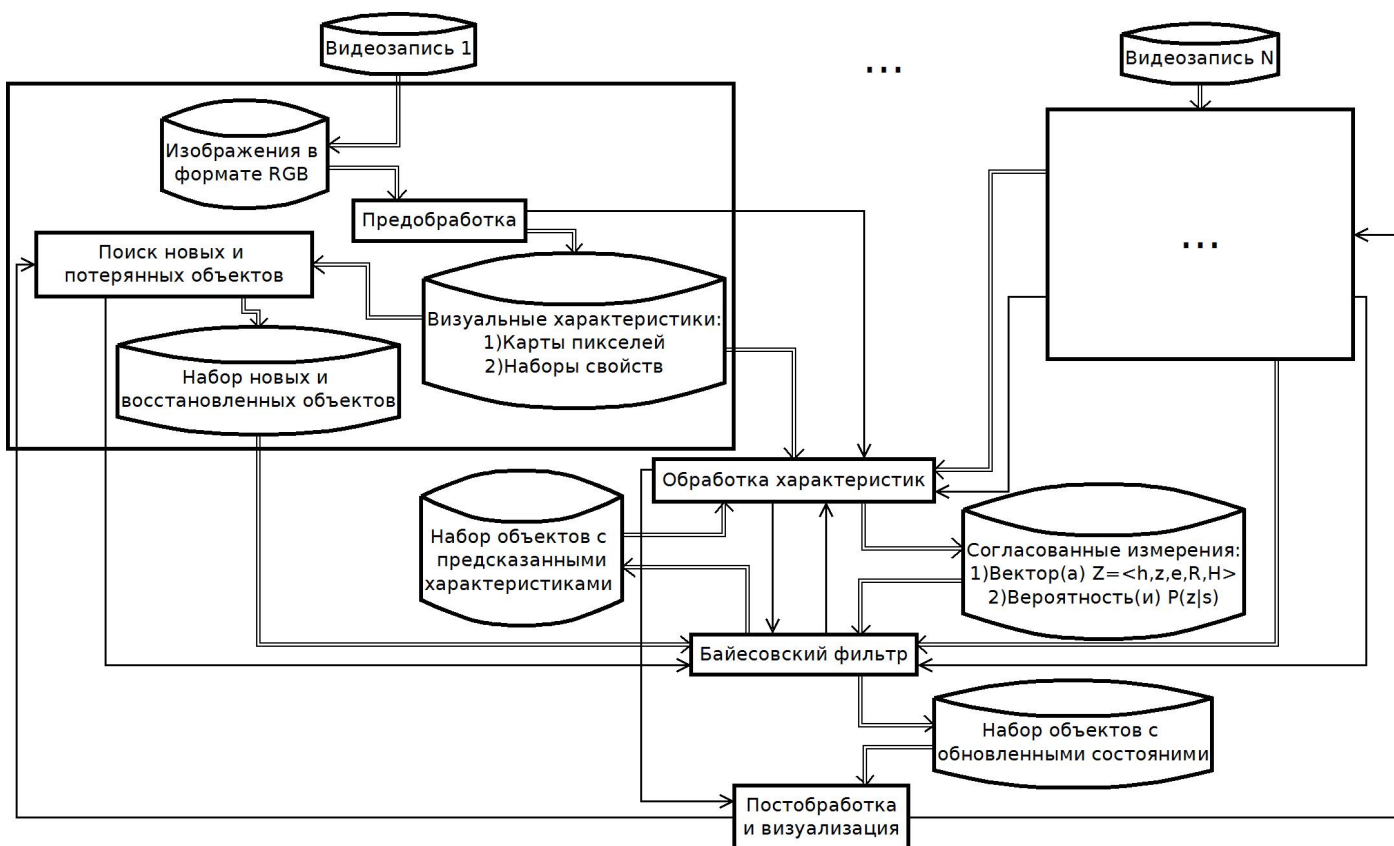


Рисунок 2. Конвейер распознавания и отслеживания объектов в видеозаписях

Точность работы конвейера повышается за счет использования мультикамерности. Объекты, выделенные на разных видеозаписях, синхронизируются путем проекций на другие изображения с помощью гомографии и получения усредненного контура объекта. Увеличивается точность отслеживания за счет построения трехмерного контура объекта и синхронизации с ним контуров на изображениях. Полученные трехмерные координаты используются в качестве входных данных для подсистем анализа и вывода.

Методы компьютерного зрения в задачах распознавания и отслеживания объектов

Для реализации конвейера распознавания и отслеживания объектов применяются методы компьютерного зрения. На основании анализа, проведенного в [6], была реализована экспериментальная версия конвейера. Пример отслеживания с использованием конвейера приведен на рис. 3.

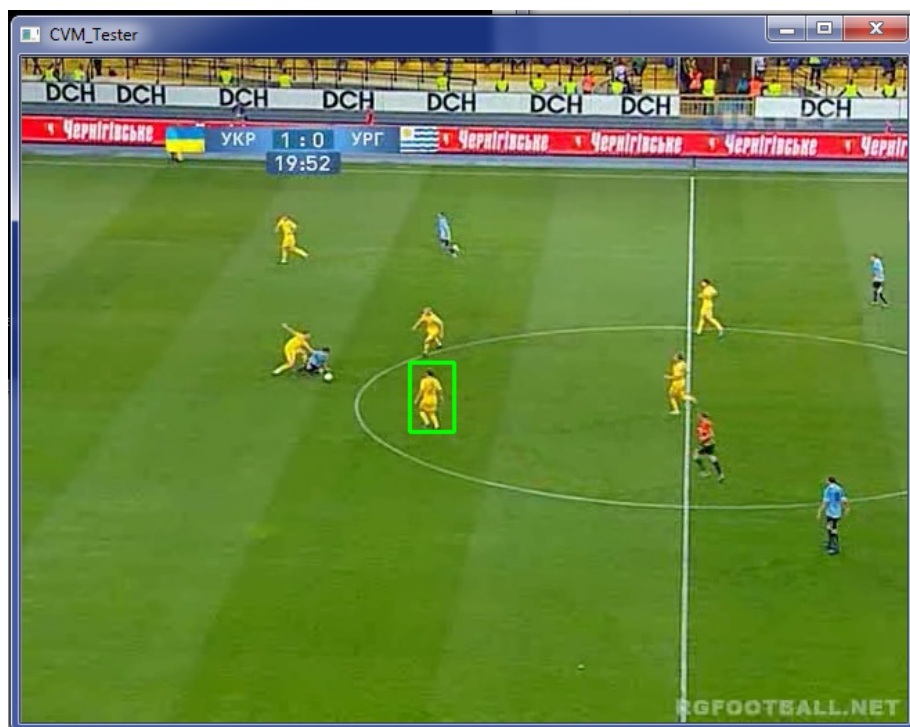


Рисунок 3. Отслеживание с использованием фильтра частиц

При разработке экспериментальной версии конвейера были исследованы следующие группы методов:

- методы обработки изображений – обеспечивают выделение характеристик;
- методы распознавания и отслеживания объектов.
- Методы обработки изображений были разделены на подгруппы:
- базовые методы обработки изображений – методы математической морфологии, методы, основанные на смене яркости на границах объектов;
- методы детектирования простых элементов изображения – фильтр Кенни, детектор Харриса;
- методы сегментации изображений – бинаризация, метод водораздела, вычитание фона.

В качестве методов распознавания и отслеживания объектов исследовались байесовские фильтры, разделенные на следующие подгруппы:

- модели на основе нормальных распределений (наиболее популярная модель – фильтр Калмана);
- модели на основе смеси нормальных распределений;
- непараметрические модели (наиболее популярная - фильтр частиц).

На основании проведенных исследований для реализации экспериментальной версии конвейера распознавания и отслеживания были выбраны следующие методы:

- – методы обработки изображений: метод цветных гистограмм, фильтр Кенни, алгоритм Хафа.
- – методы распознавания и отслеживания объектов: фильтры частиц SIR и МСМС.

Экспериментальная версия конвейера при тестировании показала высокую точность отслеживания. В качестве тестовых данных использовались видеозаписи различного качества и с различными размерами объектов. На основании проведенного тестирования была выявлена прямая зависимость между качеством видеозаписи и качеством отслеживания.

Выводы

Описаны применение и преимущества использования набора камер в задачах компьютерного зрения. Предложен алгоритм отслеживания объектов при использовании мультикамерности. Описан программный комплекс анализа видеозаписей футбольных матчей. Указаны его основные подсистемы. Описан конвейер распознавания и отслеживания объектов в видеозаписях. Проведен анализ возможности расширения функциональных возможностей конвейера за счет применения мультикамерности. Реализована экспериментальная версия конвейера. Проведено тестирование методов компьютерного зрения, исследованных при реализации экспериментальной версии конвейера.

Перечень источников

- [1] Лекция «Структура из движения» [Электронный ресурс]. Страница доступа: <http://www.slideshare.net/ktoshik/cv2011-18-sfmweb>.
- [2] Статья «3D Reconstruction Using the Direct Linear Transform with a Gabor Wavelet Based Correspondence Measure» [Электронный ресурс]. Страница доступа: <http://bardsley.org.uk/wp-content/uploads/2007/02/3d-reconstruction-using-the-direct-linear-transform.pdf>.
- [3] Статья «Levenberg-Marquardt algorithm» [Электронный ресурс]. Страница доступа: en.wikipedia.org/wiki/Levenberg%E2%80%93Marquardt_algorithm.
- [4] Кулиш М.Н., Ладыженский Ю.В. Программный комплекс для обработки и анализа видеозаписей футбольных матчей // Информатика и компьютерные технологии–2011 / Материалы VII международной научно-технической конференции — 22-23 ноября 2011 — Донецк, ДонНТУ — 2011.– с. 92-95.

-
- [5] Кулиш М.Н., Ладыженский Ю.В. Архитектура программного комплекса для обработки и анализа видеозаписей футбольных матчей // Моделирование и компьютерная графика–2011 / Материалы IV международной научно-технической конференции — 5-8 октября 2011 — Донецк, ДонНТУ — 2011.– с. 166-170.
- [6] Кулиш М.Н., Ладыженский Ю.В. Конвейер распознавания и отслеживания объектов в видеозаписях // Информационные управляющие системы и технологии и компьютерный мониторинг–2012 / Материалы III всеукраинской научно-технической конференции — 16-18 апреля 2012 — Донецк, ДонНТУ — 2012.– с. 501-505.