

УДК 004.5

Ф.Д. Михальков

Влияние искажений изображения на работу детектора Харриса с предварительным выделением особых точек

Исследуется влияние наиболее распространенных искажений изображения на работу детектора Харриса с предварительным выделением особых точек. В качестве характеристик работы детектора использовались количество обнаруженных точек и их повторяемость.

Ключевые слова: особые точки, детектор Харриса, дополненная реальность, Гауссово размытие, шум Гаусса, искажения изображений.

В системах, использующих технологию дополненной реальности, основная задача сводится к непрерывному определению взаимного расположения «маркерного» изображения и наблюдающей камеры или изменения её положения в пространстве [1]. Обе эти задачи решаются с помощью непрерывного анализа видеопотока с камеры. На каждом кадре определяются точечные особенности изображения [2]. Точечная особенность (особая точка изображения) – это точка, окрестность которой можно отличить от окрестности любой другой точки изображения в некоторой области изображения [3]. После определения особых точек соответствующие особые точки ищутся на предыдущем кадре. На основе информации об изменении их положения определяется изменение положения камеры в пространстве. На рис. 1 приведена блок-схема, иллюстрирующая алгоритм определения положения наблюдающей видеокамеры.

Определение особых точек изображения осуществляется с помощью детектора особенностей изображения. В настоящее время в системах дополненной реальности наиболее часто используется детектор Харриса [1]. При использовании детектора особых точек в системах дополненной реальности необходимо, чтобы детектор успевал обрабатывать кадры видеопотока, поступающего с камеры. Для приемлемого качества видеопотока необходимо, чтобы частота кадров не опускалась ниже порога в 25 кадров в секунду. Таким образом, время обработки одного кадра ограничено сверху пределом в 40 мс. Для достижения необходимого быстродействия был предложен модифицированный детектор точечных особенностей Харриса [4]. Быстродействие достигается за счет предварительного детектирования особых точек, которое выделяет потенциальные точечные особенности и отсеивает точки, заведомо непригодные для использования в качестве особенностей изображения. Анализ точки предварительным детектором требует меньше вычислительных затрат, чем обработка детектором Харриса, поэтому общее время анализа кадра существенно сокращается.

Описание эксперимента. Рассмотрим влияние наиболее часто встречающихся искажений на модифицированный детектор Харриса – шума Гаусса и размытия Гаусса. Для определения устойчивости алгоритма к влиянию искажений бралось эталонное изображение (рис. 2), на которое накладывалось искажение. Затем исходное и обработанное изображения обрабатывались модифицированным детектором Харриса, что давало список выделенных особых точек в каждом из изображений. В качестве критериев устойчивости было выделено 2 характеристики: количество и повторяемость (одинаковое выделение особых точек на исходном и обработанном изображении) обнаруженных особенностей.



Рис. 1. Блок-схема алгоритма определения изменения положения



Рис. 2. Эталонное изображение

Повторяемость рассчитывается как отношение числа совпавших особенностей к количеству особенностей у эталонного изображения и выражается в процентах. В эталонном изображении было обнаружено 148 особенностей, размер эталонного изображения составляет 640×480 пикселей.

Шум Гаусса. В ходе эксперимента на эталонное изображение накладывался монохромный шум Гаусса со среднеквадратическим отклонением от $\sigma = 0,03$ до $\sigma = 0,3$ с шагом, равным $0,03$. Результаты измерений приведены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты анализа изображения с наложенным шумом Гаусса

Среднеквадратическое отклонение	Доля совпавших особенностей, %	Количество совпавших особенностей	Общее количество найденных особенностей
0 (эталонное изображение)	100	148	148
0,03	36	54	107
0,06	20	31	138
0,09	11	17	372
0,12	1	2	30
0,15	4	7	587
0,18	4	7	841
0,21	4	7	1135
0,24	8	12	2241
0,27	5	8	4840
0,3	6	10	9057



График зависимости повторяемости от среднеквадратического отклонения распределения Гауссова шума представлен на рис. 3.

Рис. 3. Зависимость повторяемости от параметров шума Гаусса

Из табл. 1 видно, что при значениях среднеквадратического отклонения, больших чем $0,06$, модифицированный детектор Харриса обладает повторяемостью менее 20% . Также при значениях отклонения больших $0,09$ возникает большое число ложных срабатываний предварительного детектора, что приводит к длительной обработке кадра.

Размытие Гаусса. На эталонное изображение накладывалось Гауссово размытие с радиусом от 1 до 10 с шагом 1. Результаты измерений приведены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты анализа изображения с наложенным размытием Гаусса

Радиус размытия, пиксели	Доля совпавших особенностей, %	Количество совпавших особенностей	Общее количество найденных особенностей
0 (эталонное изображение)	100	148	148
1	56	83	382
2	47	71	785
3	41	61	1241
4	39	58	1423
5	36	54	1717
6	37	55	2171
7	33	49	2575
8	30	45	2506
9	33	49	3295
10	27	41	3104

График зависимости повторяемости от радиуса размытия Гаусса представлен на рис. 4.

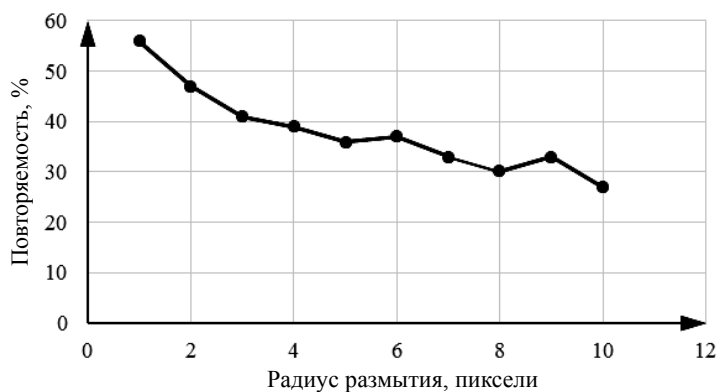


Рис. 4. Зависимость повторяемости от параметров размытия Гаусса

Модифицированный детектор Харриса обладает достаточной повторяемостью при анализе изображений, подверженных размытию Гаусса. Предварительный детектор допускает большое число ложных срабатываний при увеличении радиуса размытия, что ведет к увеличению длительности обработки кадра.

Выводы. Модифицированный детектор Харриса с предварительным детектором может успешно применяться для анализа изображений, подверженных Гауссову шуму или размытию Гаусса. Тем не менее не рекомендуется использование детектора при среднеквадратичном отклонении шума, большим чем 0,09. При увеличении значения среднеквадратичного отклонения модифицированный детектор выделяет особенности изображения, являющиеся шумом, увеличивая время анализа кадра.

При анализе изображений с наложенным размытием Гаусса модифицированный детектор показывает удовлетворительную повторяемость, количество совпавших особенностей не менее 41 шт. на используемом эталонном изображении.

Литература

1. Козырева А.В. Определение координат мобильного устройства в пространстве на основе изображений, получаемых от его видеокamеры [Электронный ресурс] // Проблемы интеллектуализации и качества систем информатики. – 2006. – №13. – 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. Применение технологии дополненной реальности в пользовательских интерфейсах // Доклады Том. гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники. – 2015. – № 1 (35). – С. 135–137.
3. Yadav A. Digital Image Processing / A. Yadav, P. Yadav // Laxmi Publications. – 2009. – 224 p.
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.

Михальков Федор Дмитриевич

Аспирант каф. телевидения и управления ТУСУРа

Тел.: +7-951-185-37-95

Эл. почта: fixed.fred@gmail.com

Mikhalkov F.D.

The impact of image distortions on the work of the Harris detector with pre-allocation of special points

In this paper, we investigate the impact of the most common image distortions on the work of Harris detector with pre-allocation of the singular points. As characteristics of the detector we used are the number of detected points, and their recurrence.

Keywords: singular points, Harris detector, augmented reality, Gaussian Blur, Gaussian noise, image distortions.