

УДК 004.932.4

ОБЗОР АКТУАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ЦИФРОВОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ

Горбуков А.Д., студент гр.067001 магистрант

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

г. Минск, Республика Беларусь

Цветков В.Ю. – д-р тех. наук

Аннотация. В этой статье приводится обзор актуальных исследований по теме цифровой стабилизации. Выделены общие шаги и подходы алгоритмов стабилизации. Найдены наиболее актуальные и распространённые подходы. Проведен обзор методов оценки качества алгоритмов стабилизации и их сравнения между собой.

Ключевые слова. Цифровая стабилизация, обработка изображений, обзор, оценка качества стабилизации видео.

Несмотря на развитие фотоматриц, остается проблема исправления искажений, вызванных нежелательными движениями камеры. В частности, большой проблемой является съемка на движущихся платформах или с рук [1]. Дополнительные проблемы вызывают матрицы, снимающие по принципу сканирующего затвора [2]. В профессиональной съемке проблему обычно решают различными штативами или схожими приспособлениями [3]. Именно такое движение камеры считается наиболее приятным для восприятия человеком. Кроме цифровой стабилизации существует множество механических и механико-цифровых методов стабилизации при помощи гироскопов, акселерометров и других датчиков ориентации [4][5].

Большинство алгоритмов имеют схожие общие шаги. Сначала производится оценка движения камеры, затем сырые данные фильтруются от нежелательных искажений и выбросов. После чего из этих данных строится модель передвижения камеры. Полученный путь корректируется, а затем из исходных данных и скорректированного пути генерируется стабильное видео.

Основные подходы оценки движения основываются на сопоставлении отдельных пикселей [6][7], блоков пикселей [8][9] и признаков. В связи с развитием вычислений на видеопроцессорах становятся популярными методы, основанные на оптическом потоке. Алгоритмы выделения признаков могут быть различными, но самыми популярными являются: SIFT [10][11], SURF [12][13] и KLT [2][14]. Оценка движения обычная является самой затратной частью алгоритма. Она выбирается в зависимости от располагаемых ресурсов и желаемого быстродействия.

Из оценки движения по отдельным точкам необходимо убрать различные помехи и искажения. В основном это делается анализом статистики по двум соседним кадрам [3][15] или по целому потоку кадров [2][16]. Основное отличие заключается в том, что в случае оценки целого потока мы можем работать с длительностью траектории. Это хороший способ отсеять ненадежные точки, но при этом ресурсозатратный.

Модель камеры — это геометрическая модель, описывающая процесс съемки кадра. Очевидно, что это лишь некое приближение к реальному процессу. Разделяют двухмерные, трехмерные [1][5] и психовизуальные [2][16] модели. В свою очередь двухмерные модели могут учитывать только аффинное преобразование [3][17] или проективное преобразование [10][18]. Выбор конкретной модели движения зависит от характера стабилизируемого видео и предполагаемых ситуаций использования.

Коррекция пути обычно происходит двумя путями: с помощью фильтра нижних частот [19][20] или подгонкой пути [10][2]. ФНЧ просто убирает высокочастотные нежелательные вибрации камеры. При подгонке алгоритм пытается приблизить траекторию к «кинематографичной». Обычно это выражается в том, что скорректированный путь может быть описан только простыми полиномами до 2-3 степени.

Синтез стабильного видео разделяют на плотный [21][22] и разряженный [2][23]. Первый метод применяют если нам известно положение всех пикселей текущего кадра на восстановленном кадре, а второй, когда у нас есть лишь частичная информация о перемещении пикселей.

Большой проблемой является сравнение алгоритмов. Если сравнение по скорости возможно провести объективно, то качество алгоритмов стабилизации субъективно. Существуют некоторые исследования, которые пытаются, некоторым образом, сравнить качество алгоритмов стабилизации [24]. Однако ни одной предложенной метрике не удалось стать стандартной. Наиболее часто встречающиеся метрики — это наивные подходы на основе пикового отношения сигнала к шуму [18] и субъективные оценки [2].

В связи с появлением алгоритмов, основанных на применении машинного обучения, стали появляться базы данных с большим количеством видео для их обучения [25]. Эти базы содержат как нестабилизированное видео, так и эталонное стабилизированное. Это позволяет тестировать и сравнивать алгоритмы на одном и том же наборе данных.

Таким образом мы можем сделать вывод, что за прошедшие годы было опубликовано множество статей о различных алгоритмах цифровой стабилизации. Большинство этих алгоритмов имеют схожую структуру и состоят из одинаковых шагов. Эти шаги могут быть реализованы различными алгоритмами. Несмотря на активные исследования до сих пор не существует общепринятого подхода для оценки качества алгоритмов стабилизации и их сравнения. В смежных областях, таких как слежение за объектом, существуют общепринятые бэнчмарки и соревнования. Однако с каждым годом увеличивается количество попыток решить задачу стабилизации с помощью нейронных сетей, что способствует появлению баз данных для тестирования и сравнения.

Список использованных источников:

1. Liang, Y. Video stabilization for a camcorder mounted on a moving vehicle / Y. Liang, H. Tyan, S. Chang, H.M. Liao, S. Chen // *IEEE Transactions on Vehicular Technology* – 2004. – Vol. 53. – P. 1636-1648.
2. Yeong, J. K. Video stabilization based on feature trajectory augmentation and selection and robust mesh grid warping. J. K. Yeong, L. Chulwoo, K. Chang-Su. // *IEEE Transactions on Image Processing*, – 2015. – Vol. 24, №12. – P. 5260–5273.
3. Grundmann, M. Auto-directed video stabilization with robust L1 optimal camera paths / M. Grundmann, V. Kwatra, I. Essa. // *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)* – 2011. – P 225–232.
4. Sachs, D. Image stabilization technology overview / D. Sachs, S. Nasiri, D. Goehl // *InvenSense Whitepaper* – 2006.
5. Chao, J. Probabilistic 3-D motion estimation for rolling shutter video rectification from visual and inertial measurements / L. E. Brian, J. Chao // *IEEE International Workshop on Multimedia Signal Processing (MMSp)* – 2012. – P. 203–208.
6. Chang, H. C. A robust real-time video stabilization algorithm / H. C. Chang, S. H. Lai, and K. R. Lu. // *Journal of Visual Communication and Image Representation* – 2006, – Vol. 17, №3 P. – 659–673.
7. Hany, F. Video stabilization and enhancement. Technical report, / F. Hany, B. J. Wodward // *Dartmouth College, Computer Science* – 2007.
8. Battiato, S. A robust video stabilization system by adaptive motion vectors filtering / S. Battiato, G. Puglisi, A. R. Bruna // *IEEE International Conference on Multimedia and Expo (ICME)* – 2008. – P. 373–376.
9. Narendra Babu, J. Block processing video stabilization / J. Narendra Babu, M. Nageswariah, S. Shajahan, A. Maheswari. // *International Journal of Scientific and Research Publications (IJSRP)* – 2013. – Vol. 3, №3.
10. Gleicher, M. L. Re-cinematography: improving the camera dynamics of casual video / M. L. Gleicher and F. Liu. // *ACM International Conference on Multimedia* – 2007. – P. 27–36.
11. Battiato, S. SIFT features tracking for video stabilization // S. Battiato, G. Gallo, G. Puglisi, and S. Scellato. / *International Conference on Image Analysis and Processing (ICIAP)* – 2007. – P. 825–830.
12. Zheng, X. Video stabilization system based on speeded-up robust features // X. Zheng, C. Shaohui, W. Gang, L. Jinlun. / *International Industrial Informatics and Computer Engineering Conference (IIICEC)* – 2015. – P 1996–1998.
13. Song, C. Robust video stabilization based on bounded path planning // C. Song, H. Zhao, W. Jing, and Y. Bi. / *IEEE International Conference on Pattern Recognition (ICPR)* – 2012. P. 3684–3687.
14. Ringaby, E. Efficient video rectification and stabilisation for cell-phones // E. Ringaby, P. Forssen / *International Journal of Computer Vision* – 2012. – Vol. 96, №3. – P. 335–352.
15. Liu, S. Steadyflow: Spatially smooth optical flow for video stabilization // S. Liu, L. Yuan, P. Tan, J. Sun / *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)* – 2014. – P. 4209–4216.
16. Liu, F. Subspace video stabilization // F. Liu, M. Gleicher, J. Wang, H. Jin, and A. Agarwala / *ACM Transactions on Graphics (TOG)* – 2011. – Vol. 30, №1. – P. 1–10.
17. Zhang, F. L. Simultaneous camera path optimization and distraction removal for improving amateur video // F. L. Zhang, J. Wang, H. Zhao, R. R. Martin, S. M. Hu. / *IEEE Transactions on Image Processing* – 2015. – Vol. 24 №12. – P. 5982–5994.

18. Jeon, S. Robust video stabilization using particle keypoint update and L1-optimized camera path // S. Jeon, I. Yoon, J. Jang, S. Yang, J. Kim, and J. Paik. / *Sensors* – 2017. – Vol. 17, №2. – p. 337.
19. Litvin, A. Probabilistic video stabilization using kalman filtering and mosaicing // A. Litvin, J. Konrad, W. C. Karl / *Image and Video Communications and Processing* – 2003. – P. 663–674.
20. Battiato, S. A robust video stabilization system by adaptive motion vectors filtering // S. Battiato, G. Puglisi, A. R. Bruna / *IEEE International Conference on Multimedia and Expo (ICME)* – 2008. – P. 373–376.
21. Sánchez, J. Comparison of motion smoothing strategies for video stabilization using parametric models. // J. Sánchez / *Image Processing Online* –2017. – Vol. 7. – P. 309–346.
22. Zhang, G. Robust metric reconstruction from challenging video sequences // G. Zhang, X. Qin, W. Hua, T. T. Wong, P. A. Heng, H. Bao / *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)* – 2007. – P. 1–8.
23. Lee, D. B. ROI-based video stabilization algorithm for hand-held cameras // D. B. Lee, I. H. Choi, B. C. Song, T. H. Lee / *IEEE International Conference on Multimedia and Expo Workshops (ICMEW)* – 2012. – P. 314–318.
24. Li, X. Spatiotemporal statistics for video quality assessment // X. Li, Q. Guo, X. Lu. / *IEEE Transactions on Image Processing* – 2016. – Vol. 25, №7. – P. 3329–3342.
25. Ito, M. S. A dataset and evaluation framework for deep learning based video stabilization systems // M. S. Ito, E. Izquierdo / *IEEE Visual Communications and Image Processing (VCIP)* – 2019. – P 1–4.

UDC 004.932.4

Overview of relevant studies in IN digital stabilization

Harbukou A.D.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Tsviatkou V.Yu. – Doctor of Sciences in Technical Sciences

Annotation. Overview of relevant studies in digital stabilization. Common steps and approaches in digital stabilization algorithm are highlighted. The most popular and relevant approaches are found. Video Stabilization Quality Assessment (VSQA) and corporation methods in modern studies has been reviewed.

Keywords. Digital image stabilization, digital image processing, review, Video Stabilization Quality Assessment, VSQA.