

## БЫСТРЫЙ МЕТОД ПОИСКА ОБЛАСТЕЙ ОТКРЫТИЯ В СТЕРЕО

### Тюльбашев В.С. Email: Tyulbashev636@scientifictext.ru

*Тюльбашев Владислав Сергеевич – программист,  
Пуцинская радиоастрономическая обсерватория  
Астрокосмического центра Физического института им. П.Н. Лебедева  
Российской академии наук, г. Пуцино*

**Аннотация:** в статье приведен краткий обзор недостатков современных методов поиска областей открытия в стерео и предлагается новый метод поиска. Метод использует карту диспаратитета и информацию об областях открытия предыдущего кадра для стабилизации по времени и не использует предположений, делающих его уязвимым к некачественному стерео. В отличие от точных алгоритмов поиска областей открытия метод демонстрирует на два порядка более высокую скорость и отсутствие адаптации под синтетические данные, что позволяет использовать его для полноценной обработки снятых стереофильмов.

**Ключевые слова:** области открытия, обработка стерео.

## FAST OCCLUSION DETECTION METHOD FOR STEREO

### Tyulbashev V.S.

*Tyulbashev Vladislav Sergeevich – Developer,  
PUSHCHINO RADIO ASTRONOMY OBSERVATORY,  
ASTRO SPACE CENTER, LEBEDEV PHYSICAL INSTITUTE, RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES, PUSHCHINO*

**Abstract:** in this article short list of occlusion detection algorithms problems is given and new method is proposed. New method uses disparity map and information about occlusions from previous frame for time stability. Method does not use assumptions that can make it vulnerable to poor-quality stereo. Comparing with state-of-the-art occlusion detection algorithms proposed method demonstrates a hundred times faster speed and misses adaptation to synthetic datasets, which makes it perfect for full processing of stereoscopic films.

**Keywords:** occlusions, stereo processing.

УДК 004.021

Множество современных алгоритмов обработки стерео требуют качественного определения оптического потока между парами кадров. При этом наиболее проблемными областями являются области открытия/закрытия (англ. occlusions) – набор пикселей, не имеющих соответствия в противоположном ракурсе стерео. При маркировке и исключении соответствующих областей из обработки можно добиться уменьшения ложноположительных срабатываний на таких задачах, как поиск неправильной геометрии одного из ракурсов, сбитой цветопередачи, а также неправильно выставленного фокуса.

В отечественной литературе проблема поиска областей открытия практически не рассмотрена, поэтому нами анализировалась зарубежная литература. Все найденные методы имели один или несколько из недостатков:

1) Очень долгое время работы [3, 4, 5]. Для получения качественных результатов применяются методы, работающие до 10 минут на паре Full HD кадров. Для практической рентабельности алгоритма требуется скорость обработки не более 6 секунд на пару Full HD кадров.

2) Использование «Особых точек» [3]. «Особые точки» - это метод, когда для каждого изображения ищутся специальные точки, которые затем сопоставляются между собой, давая достаточно точный оптический поток и, вместе с тем, карту областей открытия. Алгоритмы этого семейства не позволяют обрабатывать низкоконтрастные сцены, а также сбоят, если отсутствует качественная фокусировка.

3) Заточка под синтетические последовательности [2]. На синтетических последовательностях известна полноценная карта областей открытия, что позволяет удобно оценивать свой алгоритм. Также, можно сравнивать свой метод с чужими и искать недостатки. Но, в свою очередь, заточка алгоритма под синтетические последовательности приводит к самым разнообразным сбоям на снятом стерео, так как отрэндеренные последовательности не содержат размытий, искажений и шумов.

4) Высокая скорость работы в ущерб качеству (такие как Left-right Check, далее LRC [5]). Эти методы дают очень приблизительную карту областей открытия при низкой вычислительной стоимости. Простейшие алгоритмы не учитывают характерные особенности более высокоуровневых методов обработки стерео.

Таким образом, все найденные алгоритмы разделились на 2 категории: быстрые, но неточные; медленные, но точные. Для практической обработки большого количества стерео требуется некоторый промежуточный вариант, который мы и взяли реализовать.

Для разрабатываемого нами метода был сформулирован ряд требований: скорость работы, позволяющая обрабатывать фильмы целиком меньше чем за неделю; возможность работы на практически отснятом материале, а не только на синтетических данных и конвертациях; отсутствие использования метода особых точек, чтобы алгоритм стабильно работал на стерео любого качества. Ложноположительные срабатывания игнорировались в виду того, что вышестоящие алгоритмы обработки стерео не нуждаются в точной карте областей открытия, для них требуется только оптический поток с промаркированными областями для исключения из обработки.

Алгоритм также использует временную информацию для того чтобы области открытия были стабильны во времени:

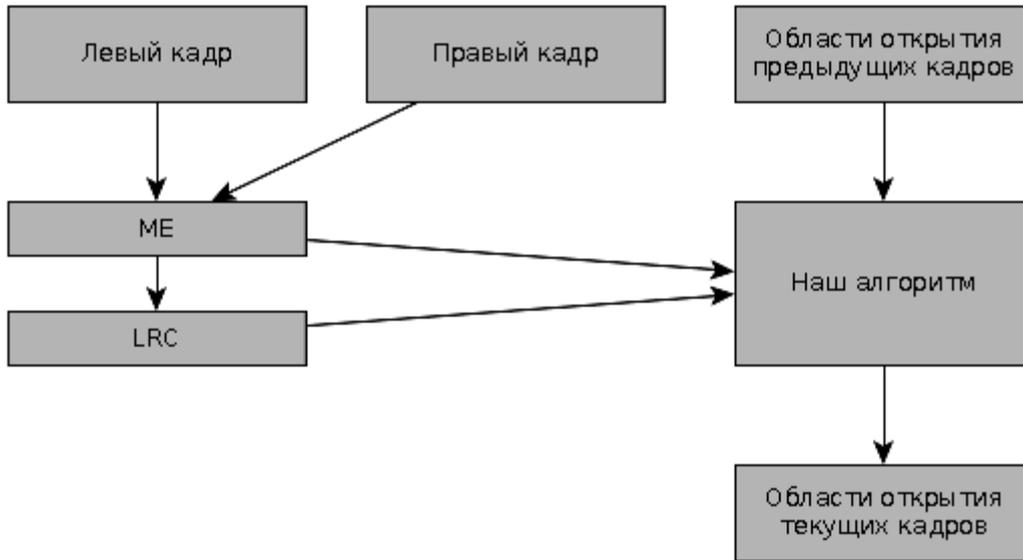


Рис. 1. Блок-схема используемых данных в нашем алгоритме

При поступлении очередной пары кадров, строится карта диспаритета с помощью быстрого ME (Motion Estimation – алгоритм блочного сопоставления кадров). Эта карта диспаритета используется для построения карт открытия по версии LRC, а также для предсказания карт открытия исходя из предыдущей пары кадров. Далее строится итеративное приближение матрицы  $\mathbf{M}$  вероятности пиксела входить в область открытия:

$$\mathbf{M}_i = \text{Previous} * 5.5 + \text{Lrc} * 5.5 + \text{Close}(\mathbf{M}_{i-1}) * 2.5 + \text{NotSoClose}(\mathbf{M}_{i-1}) * 1.0$$

**Previous** – матрица областей открытия предыдущего кадра, сдвинутая с помощью карты диспаритета

**Lrc** – матрица областей открытия по версии алгоритма LRC

**Close** – матрица, в которой помечены все соседи отмеченных пикселей по горизонтали и вертикали

**NotSoClose** – матрица, в которой помечены все соседи отмеченных пикселей по горизонтали, вертикали и диагонали

Мы считаем, что пиксел с координатами  $(x,y)$  входит в область открытия, если  $\mathbf{M}_i[y][x] > 64$ . В противном случае, пиксел считается не входящим в область открытия.

Начальное приближение  $\mathbf{M}_0$  строится путем простого анализа карт диспаритета. Для этого строится карта границ объектов [1], и для каждого пиксела на границе проверяется средняя разница  $\mathbf{g}$  между диспаритетом слева и справа от пиксела. Если эта разница положительна, то левые  $\mathbf{g}$  пикселей полагаются входящими в область открытия. Стоит отметить, что в случае идеальных карт диспаритета и высокой контрастности полученное приближение будет являться областями открытия и не будет требовать дальнейшей доработки. Но для работы на отснятом стерео приходится использовать описанный выше итеративный алгоритм.

Метод тестировался на трейлере Пиратов Карибского Моря 4 (пример кадра на рис. 2), так как этот фильм снимался сразу в стерео, а не конвертировался.



*Рис. 2. Кадр № 541 из трейлера, левый ракурс*



*Рис. 3. Разметка областей открытия предлагаемым методом*

Таким образом, предлагаемый метод достаточно точно находит области открытия (рис. 3) за время порядка 3 секунд на  $\frac{1}{4}$  Full HD кадра в однопоточном режиме. Алгоритм не может восстановить карту открытия только на одноцветных и низкоконтрастных поверхностях.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Фонда содействия инновациям (программа «УМНИК» договор 8540ГУ/2015).*

#### ***Список литературы / References***

1. *He X. and Yuille A.* Occlusion Boundary Detection using Pseudo-Depth // ECCV, 2010. P. 539-552.
2. *Weinzaepfel P., Revaud J., Harchaoui Z. and Schmid C.* Learning to Detect Motion Boundaries // CVPR, 2015. P. 2578-2586.
3. *Kennedy R. and Taylor C.J.* Optical Flow with Geometric Occlusion Estimation and Fusion of Multiple Frames // CVPR, 2015. P. 364-377.
4. *Sun D., Liu C. and Pfister H.* Local Layering for Joint Motion Estimation and Occlusion Detection // CVPR, 2014. P. 1098-1105.
5. *Yo-Sung Ho and Woo-Seok Jang.* Occlusion Detection Using Warping and Cross-Checking Constraints for Stereo Matching // The Era of Interactive Media, 2012. P. 363-372.