

# РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ КОРРЕЛЯЦИОННОГО АНАЛИЗА СТЕРЕОИЗОБРАЖЕНИЙ

**К. Д. Колесников**

*Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4,  
220030, г. Минск, Беларусь, kolesnikovkirilld@gmail.com*  
Научные руководители – Н. Н. Яцков, кандидат физико-математических наук,  
доцент; О. Ф. Ковалев, старший преподаватель

В работе представлено программное приложение для корреляционного анализа стереоизображений. В разработанное приложение внедрены алгоритмы оконного сопоставления стереоизображений, эффективность которых была подтверждена на примерах стереоизображений. Программное приложение включает вычислительные процедуры генерации карты глубины, ее постобработки и анализа процесса построения, а также функционал для оценки качества полученной карты при имеющейся подлинной.

**Ключевые слова:** стереозрение; карта глубины; программное приложение; корреляционный анализ; оконное сопоставление стереоизображений; Java.

## **ВВЕДЕНИЕ**

С развитием технологий значительно увеличилась потребность в имитации человеческого (бинокулярного) зрения. Главной особенностью такого зрения является возможность получения информации об удаленности до объектов [1]. Задача извлечения пространственной информации рассматривается в области компьютерного стереоскопического зрения (далее – стереозрения). Решением задачи стереозрения является двумерное изображение – карта глубины, хранящая расстояния до объектов, запечатленных на исходном изображении.

Стереозрение находит применение во множестве областей – начиная от робототехники, кинематографии, компьютерной графики и заканчивая системами автоматического управления [2].

В настоящее время задача стереозрения не решена полностью. Это обусловлено рядом особенностей реальных изображений – таких, как, к примеру, наличие окклюзий, теней, отражений, однородных и квазипериодических областей и, конечно, значительный вклад вносит наличие неоднородностей в освещении. С каждым годом разрабатываются все более эффективные алгоритмы, учитывающие вышеприведенные особенности.

Имеется множество программных приложений и веб-ресурсов, предоставляющих функционал для решения задачи стереозрения. Среди наиболее популярных – такие, как *IMAGEamigo*, *Depth Map Creator*, *Depth Scanner*, *Photoshop*, *AutoDepth Image Viewer* и *DMAG9*. Перечисленные прило-

жения имеют ряд недостатков – являются коммерческими; зачастую требуют интернет-соединение; в большинстве для вычисления карты применяются монокулярные подходы, которые не являются теоретически обоснованными [3, 4]; в части из них нет гаранта конфиденциальности данных или вовсе отсутствует графический интерфейс.

Целью данной работы является разработка алгоритмов и программного обеспечения, предназначенных для корреляционного анализа стереоизображений.

### ОПИСАНИЕ РАЗРАБОТКИ

Программное приложение написано на языке программирования Java. Графический интерфейс приложения представлен на рисунке 1.

Разработанное приложение планируется распространять по модели лицензии *freeware* – как бесплатное программное обеспечение. Кроме того, все вычисления происходят локально – отсутствует угроза нарушения конфиденциальности обрабатываемой информации.

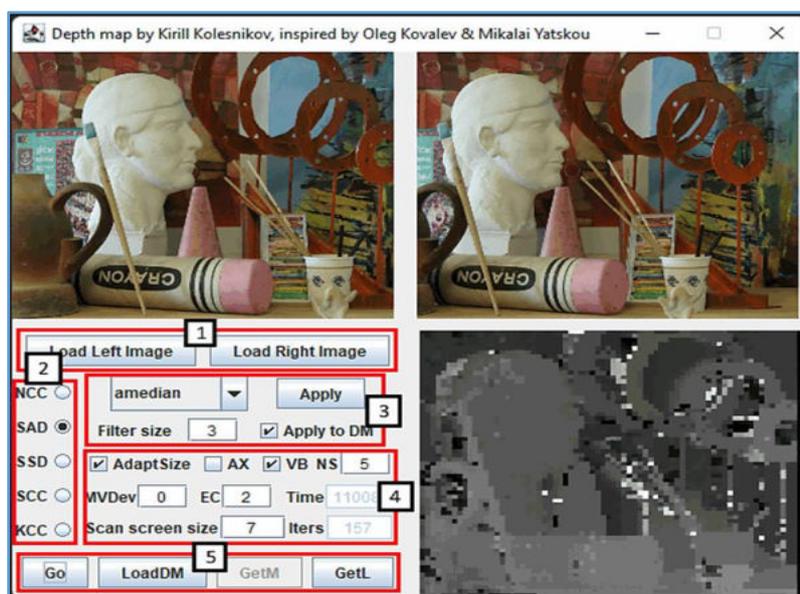


Рис. 1. Графический интерфейс разработанного приложения

Рассмотрим графический интерфейс приложения. В верхней части интерфейса отображается загруженная стереопара, в нижней слева – функциональная часть интерфейса, а справа показывается построенная карта глубины. Функциональная часть логически разбивается на 5 блоков.

В первом блоке функциональной части приложения имеются опции по загрузке стереопары. Второй блок дает возможность выбора меры сходства, что используется при определении подобия областей во время рас-

чета карты. Третий блок предоставляет выбор метода постобработки полученной карты. Среди представленных методов постобработки – фильтры из семейства медианных, необходимые для уменьшения алгоритмического шума, что носит импульсный характер. Четвертый блок отвечает за выбор параметров алгоритма оконного сопоставления стереоизображений, среди которых – размер окна сканирования, коэффициент расширения  $EC$ , количество сегментов  $NS$  и переключатель режима работы алгоритма *AdaptSize*, который дополняет основной алгоритм подходами адаптивного растяжения и локального ограничения области поиска [5, 6]. По окончании расчета отображаются затраченное на вычисление время (в миллисекундах) и среднее количество сопоставлений на область.

Наибольший интерес представляет пятый блок функциональной части – в нем находятся опция по получению метрики качества карты (относительно истинной карты, определяется как максимум их корреляционной функции) и опция анализа полученных результатов.

### МОДУЛЬ АНАЛИЗА РЕЗУЛЬТАТОВ

Алгоритмы стереозрения вносят некоторое в результаты количество ошибок. Для их анализа и дальнейшего устранения предназначен модуль анализа результатов. Для запуска модуля достаточно выбрать опцию *GetL* в основном интерфейсе, после завершения подсчета карты. Графический интерфейс данного модуля изображен на рисунке 2.

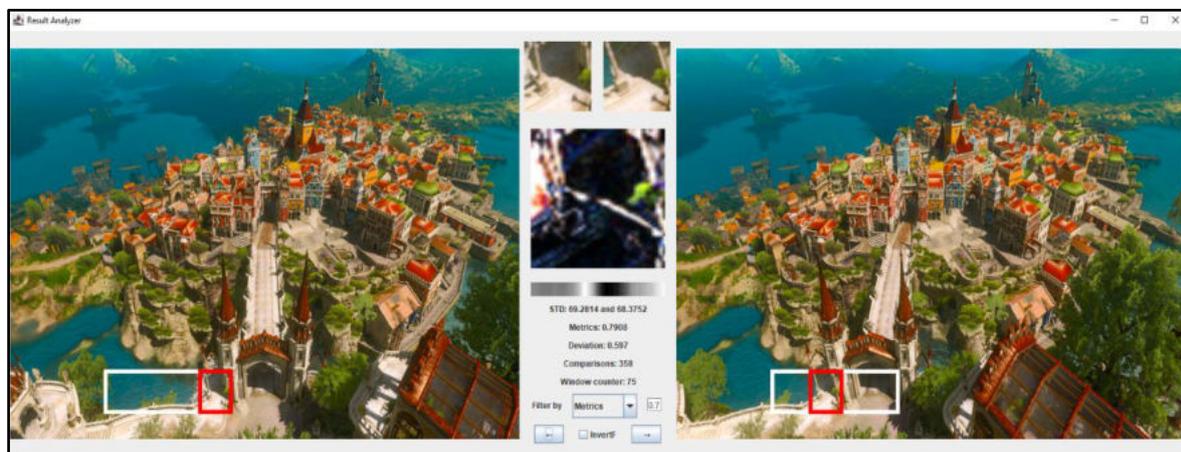


Рис. 2. Модуль анализа результатов

Слева и справа располагаются изображения исходной стереопары с нанесенными на них рамками. Красная рамка показывает границы текущей рассматриваемой области (на левом изображении) и соответствующей ей области, определенной алгоритмом (на правом). Белая рамка показывает ограничение диапазона поиска. Соответствующие области в увеличенном

варианте располагаются в верхней центральной части интерфейса. За ними следуют их разностное изображение и визуализация корреляционной функции по данному диапазону поиска. Разностное изображение необходимо для визуальной оценки качества соответствия, а визуализация корреляционной функции дает возможность рассмотреть альтернативные решения. Далее отображаются некоторые параметры данного соответствия, а именно: СКО областей, величина их схождения, нормированная разность координат, количество затраченных сравнений и номер текущего соответствия. В нижней же части центральной области находятся итераторы по соответствиям с возможностью задавать фильтр по описанным параметрам.

Основная задача модуля – пояснить результаты алгоритма. Его использование незаменимо в случаях, когда в алгоритм привносятся некоторые модификации и когда необходимо оценить их эффективность.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Разработаны алгоритмы и программное приложение для корреляционного анализа стереоизображений. Программное приложение имеет следующие преимущества в сравнении с аналогами: предоставляет обширный функционал как по генерации карты глубины, так и по обработке полученных результатов, их анализу; для работы не требуется интернет-соединение – все вычисления производятся локально; получаемые результаты детерминированы – используется бинокулярный подход; приложение имеет удобный графический интерфейс.

### **Библиографические ссылки**

1. Turski J. Geometric Study of Human Binocular Vision with Misaligned Eye Optics // 2024, DOI: 10.1101/2024.06.01.595622.
2. Zhang Y. 3D Computer vision. Principles, Algorithms and Applications // Publishing House of Electronics Industry, 2024, ISBN: 978-981-19-7579-0.
3. Towards Robust Monocular Depth Estimation: Mixing Datasets for Zero-Shot Cross-Dataset Transfer / R. Ranftl [et al.] // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2020, Vol. 1. DOI: 10.1109/TPAMI.2020.3019967.
4. Monocular Depth Estimation Algorithm Integrating Parallel Transformer and Multi-Scale Features / W. Wang [et al.] // Electronics, 2023, DOI: 12.4669.10.3390/electronics12224669.
5. Колесников К. Д., Яцков Н. Н., Ковалев О. Ф. Алгоритм определения схождения между однородными областями на стереоизображениях // Минск, НИИПФП, 2023, УДК 004.932.
6. Колесников К. Д., Яцков Н. Н., Ковалев О. Ф. Разработка локального алгоритма ограничения области поиска в задаче стереозрения // Компьютерные технологии и анализ данных (СТДА`2024), Минск, 2024, С. 301-304.