

АЛГОРИТМ ПРЕДОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ СЛАБОТЕКСТУРИРОВАННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Платонова В.А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Гиль С.В. – к.т.н., доцент, доцент кафедры ИКГ

Аннотация. В статье рассматриваются проблемы фотограмметрической реконструкции объектов с гомогенными и слабо текстурированными поверхностями. Отмечается, что недостаточная информативность изображений приводит к снижению точности сопоставления характерных точек и ухудшению качества построения трёхмерных моделей. Выполнен анализ научных работ, посвящённых применению методов предобработки изображений для повышения эффективности фотограмметрических алгоритмов. Обоснована необходимость разработки алгоритма предобработки изображений, направленного на улучшение контрастных характеристик и повышение информативности исходных данных.

Ключевые слова: фотограмметрия, компьютерная графика, трёхмерная реконструкция, обработка изображений, археологические объекты

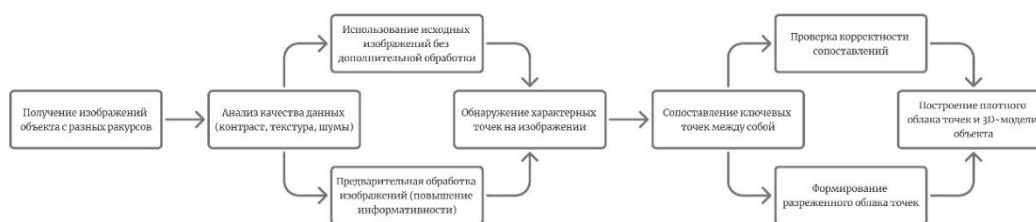
Введение. Современные методы цифровой фотограмметрии активно применяются для создания трёхмерных моделей объектов культурного наследия и археологических артефактов. Использование фотограмметрических технологий позволяет получать высокоточные цифровые копии объектов без физического воздействия на них, что особенно важно при работе с уникальными и хрупкими историческими объектами [1].

Фотограмметрическая реконструкция основана на анализе набора изображений, полученных с различных точек съёмки, и последующем вычислении пространственного положения характерных точек объекта [2]. Однако эффективность таких методов во многом зависит от качества исходных изображений и наличия выраженной текстуры поверхности. Одной из существенных проблем фотограмметрии является реконструкция объектов, имеющих гомогенные или слабо текстурированные поверхности. К таким объектам относятся каменные, керамические или металлические археологические артефакты, поверхность которых не содержит достаточного количества контрастных элементов [3]. В подобных условиях алгоритмы поиска и сопоставления ключевых точек работают менее эффективно, что приводит к уменьшению точности реконструкции и появлению ошибок при построении трёхмерной модели.

Основная часть. В научной литературе отмечается, что одним из способов повышения точности фотограмметрической обработки является применение методов предварительной обработки изображений. Предобработка может включать повышение контрастности, подавление шумов, коррекцию освещённости и другие операции, направленные на увеличение информативности изображений [4]. По данным ряда исследований, улучшение визуальных характеристик изображений позволяет повысить устойчивость алгоритмов обнаружения характерных точек и увеличить количество корректных соответствий между изображениями [5]. Это, в свою очередь, положительно влияет на точность построения пространственной модели объекта. Обобщённая схема процесса фотограмметрической реконструкции с учётом этапа предварительной обработки изображений представлена на рисунке 1.

Особое значение методы предобработки имеют при документировании археологических объектов. Цифровая фиксация состояния артефактов позволяет сохранять их геометрические характеристики, проводить последующий анализ и использовать полученные модели в научных исследованиях и музейной практике [6].

Несмотря на существующие исследования в данной области, проблема повышения эффективности фотограмметрической реконструкции для объектов со слабо выраженной текстурой остаётся актуальной. В настоящее время отсутствуют универсальные подходы, позволяющие обеспечить стабильную работу фотограмметрических алгоритмов [7].



Рисунок

1 – Общая схема фотограмметрической реконструкции с использованием предобработки изображений

В связи с этим возникает необходимость разработки специализированного алгоритма предобработки изображений, который позволит повысить информативность исходных данных и улучшить качество фотограмметрической реконструкции. Обобщённая схема предлагаемого алгоритма предобработки изображений представлена на рисунке 2.



Рисунок 2 – Схема алгоритма предобработки изображений для повышения эффективности фотограмметрической реконструкции

Дальнейшее повышение эффективности фотограмметрической обработки может быть достигнуто за счёт применения специализированных алгоритмов предварительной обработки изображений. Предлагаемый алгоритм ориентирован на анализ визуальных характеристик изображений и их последующую коррекцию с целью повышения информативности исходных данных. На начальном этапе выполняется анализ основных характеристик изображения, включая распределение яркости, уровень контрастности и выраженность текстурных элементов. Проведение такого анализа позволяет определить степень пригодности исходных изображений для последующей фотограмметрической обработки и выявить возможные проблемы, связанные с недостаточной выраженностью локальных признаков [4].

В случае выявления низкой информативности изображений осуществляется этап предварительной обработки, направленный на улучшение их визуальных характеристик. Основная задача данного этапа: повышение различимости локальных структур изображения, что способствует более устойчивому обнаружению характерных точек и повышению точности их сопоставления между различными ракурсами съёмки [5]. Этап включает комплекс операций, обеспечивающих повышение качества исходных изображений и улучшение условий для последующего обнаружения характерных точек. Прежде всего выполняется коррекция яркостных характеристик изображения, направленная на выравнивание распределения яркости и повышения различимости элементов сцены. Это позволяет уменьшить влияние неравномерного освещения, которое возникает при съёмке археологических объектов в полевых условиях.

Следующим этапом является повышение контрастности изображения, что способствует более чёткому выделению границ и локальных особенностей поверхности. Улучшение контрастности повышает различимость мелких деталей и способствует увеличению количества потенциальных характерных точек. Кроме того, на этапе предварительной обработки может выполняться подавление шумов и устранение мелких искажений изображения. Наличие шумов и артефактов может негативно влиять на работу алгоритмов обнаружения и сопоставления признаков, поэтому их снижение является важным условием повышения устойчивости фотограмметрической обработки. Дополнительно может осуществляться коррекция освещённости изображения, позволяющая повысить выраженность текстурных элементов поверхности. Это особенно важно при работе с гомогенными и слабо текстурированными поверхностями, для которых характерно слабое различие между соседними областями изображения. В результате выполнения указанных операций повышается информативность исходных данных, что способствует более устойчивому обнаружению характерных точек и повышает эффективность последующей фотограмметрической реконструкции.

После выполнения этапа предобработки проводится повторная оценка характеристик изображений. Если полученные параметры удовлетворяют требованиям фотограмметрической обработки, изображения предаются в систему реконструкции для последующего построения пространственной модели объекта. В противном случае может выполняться дополнительная корректировка параметров обработки, что позволяет адаптировать алгоритм к особенностям исходных данных. Предложенный подход обеспечивает гибкость обработки и позволяет учитывать специфику изображений объектов со слабо выраженной текстурой. Это особенно важно при документировании археологических артефактов, поверхность которых зачастую характеризуется однородной структурой и недостаточным количеством выраженных визуальных признаков [6]. Повышение информативности изображения на этапе предобработки способствует увеличению количества обнаруживаемых характерных точек и, как следствие, повышению устойчивости фотограмметрической реконструкции.

Заключение. Анализ научной литературы показал, что точность фотограмметрической реконструкции существенно зависит от качества исходных данных изображений и текстурных характеристик поверхности объекта. Для объектов с гомогенными и слабо текстурированными поверхностями эффективность традиционных методов снижается, что требует применения дополнительных методов обработки изображений. Разработка алгоритма предобработки изображений, направленного на повышение контрастности и информативности данных, является перспективным направлением исследований и может способствовать улучшению качества трёхмерной реконструкции археологических объектов.

Список литературы

1. Лобанов, А. Н. Фотограмметрия. – М.: Недра, 2015.
2. Селиверстов, А. В. Основы цифровой фотограмметрии. – М.: МИИГАиК, 2018.
3. Кузнецов, А. Г. Применение фотограмметрии при документировании археологических объектов // Геодезия и картография. – 2020. – №4. – С. 45-51.
4. Гонсалес, Р., Вудс, Р. Цифровая обработка изображений / пер. с англ. – М.: Техносфера, 2019.
5. Чернявский, И. А. Методы повышения качества изображений для задач компьютерного зрения // Компьютерная оптика. – 2021. – Т.45, №3. – С. 412-420
6. Бобров, А. В. Применение 3D-моделирования в археологических исследованиях // Археология Евразийских степей. – 2019. – №2. – С. 112-118.
7. Сорокин, С. В. Алгоритмы выделения характерных точек в задачах компьютерного зрения // Программные системы и вычислительные методы. – 2022. – №1. – С. 37-44.

UDC 004.932.4

IMAGE PREPROCESSING ALGORITHM TO INCREASE THE EFFICIENCY OF PHOTOGRAMMETRIC RECONSTRUCTION OF LOW-TEXTURED SURFACES

Platonava V.A.

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

Gil S.V. – Cand. of Sci., associate professor, associate professor of the department of ECG

Annotation. this article examines the challenges of photogrammetric reconstruction of objects with homogeneous and poorly textured surfaces. It is noted that insufficient image information leads to reduced accuracy of feature point matching and deterioration in the quality of 3D model construction. An analysis of scientific papers devoted to the use of image preprocessing methods to improve the efficiency of photogrammetric algorithms is provided. The need to develop an image preprocessing algorithm aimed at improving contrast characteristics and increasing the information content of the source data is substantiated.

Keywords: photogrammetry, computer graphics, 3D reconstruction, image processing, archaeological objects