

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт математики и фундаментальной информатики
Базовая кафедра вычислительных и информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____/ В.В. Шайдуров
« ____ » _____ 2018 г.

МАГИСТАРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ
РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА СОЕДИНЕНИЯ
ИЗОБРАЖЕНИЙ В ГРАФИЧЕСКОЙ 3D СЦЕНЕ

Направление 02.04.01 Математика и компьютерные науки

Магистерская программа 02.04.01.01 Математическое и компьютерное
моделирование

Научный руководитель
кандидат физико-математических наук _____/ С.Н. Баранов

Выпускник _____/ А.И. Калинин

Красноярск 2018

АННОТАЦИЯ

Цель работы: Исследование существующих алгоритмов в области нахождения особых точек, алгоритмов обработки изображений, преобразования изображений. Так же целью работы заключалось создание либо улучшение существующих алгоритмов синтезирования изображений на основе соседних изображений. Реализация эффективных алгоритмов отрисовки изображений и использования многопоточных архитектур компьютеров и приложений.

В основе реализации финального приложения лежит библиотека OpenCV, Bundler, PMVS2, графический движок Night Rain, алгоритмы синтезирования изображений Soft 3D Reconstruction for View Synthesis, Depth synthesis and local warp plausible navigation.

В результате исследовательской работы были выявлены оптимальные и современные алгоритмы для работы с изображениями, подходящие для решения поставленной задачи. Были исследованы последние успешные алгоритмы синтезирования новых изображений на основе соседних. Был реализовано часть приложения, а именно получения изображений от пользователя, построение цветной 3D модели и карты глубины, нахождение особых и общих точек между изображениями, сегментация изображений, деформация изображений, калибровка камеры, и отрисовка новых изображений. Создана гипотеза по улучшению существующих алгоритмов синтезирования изображений.

Ключевые слова и фразы: синтезирование фотографий, 3D реконструкция, рендеринг основанный на фотографиях, деформирование изображений, суперпиксели, вариационная деформация.

ANNOTATION

Goal of research: it is investigation recent algorithms for matching feature points, for processing images, and image warp. Another goal is to make and improve recent view synthesis algorithms and to implement effective render algorithms for synthesis images with multi threads architecture.

Final application has few libraries for general tasks. Using libraries are OpenCV, Bundler, PMVS2, Night Rain engine for rendering; algorithms Soft 3D Reconstruction for View Synthesis, Depth synthesis and local warp plausible navigation.

As the result of our research we firstly, discovered the recent algorithms for matching feature points, for processing images, and image warp. Secondly we researched recent algorithms for view synthesis and plausible freeviewpoint navigation. We created basic parts of application. The first part gets images from user. The second part based on user images makes 3D model and depth map. The third part makes and matches feature points between images. The next part segments and warps images. The last part renders images by Night Rain engine. We made hypothesis about new algorithm based on recent algorithms.

Additional Key Words and Phrases: View Synthesis, 3D Reconstruction, Image-based rendering, image warp, superpixels, variational warp, wide baseline, multiview stereo.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1 Постановка задачи и получение изображений	5
1.1 Получение изображений	5
1.2 Постановка задачи	5
2 Предшествующая работа, исследование основных алгоритмов	6
2.1 Калибровка	6
2.2 Особые точки	7
2.3 Сегментация изображений	8
2.4 Техника Structure from motion (SFM)	8
2.5 Реконструкция Пуассона	10
3 Алгоритмы синтезирования изображений	11
3.1 Предыдущие алгоритмы синтезирования изображений	11
3.2 Depth synthesis и DeepStereo	11
3.3 Soft 3D reconstruction	12
4 Night Vision 2.0	13
4.1 Гипотеза по улучшению алгоритма	13
4.2 Форма-сохраняющая энергия и энергия перепроецирования	13
4.3 Soft 3D reconstruction основные формулы	14
4.3 Night Rain	17
Заключение.....	18
Список использованных источников.....	19
Приложения А-Ж	21

ВВЕДЕНИЕ

В настоящий момент, широко используются панорамы для показа либо демонстрации общественных и публичных мест, таких как музеи, выставки, праздники. Часто панорамы используют для коммерческих целей, при продаже недвижимости либо рекламе. Панорамы используют на картах для удобного отображения местности и достопримечательностей. Сейчас это целое направление в виде 3D туров по городам с видом с воздуха. Начинается распространение интерактивных развлечений, где используют панорамы и VR очки. Существует много других направлений, в которых используются панорамы, в том числе фотографии в космосе, на других планетах и космических тел.

Панорамы это очень удобный инструмент для погружения в виртуальную реальность, так как качество компьютерной графики ещё далеко до фотореалистичной. Мы можем получать информацию об интересующих местах и мероприятиях дистанционно. Мы можем изучать те же музеи в любое время дня и ночи, даже когда они уже закрыты. Так же изучать старые выставки, при этом мы будем чувствовать, что мы находимся прямо там. Это позволяет нам самим удобно предоставлять информацию любым пользователям.

Из данного направления следует несколько задач. Первая, автоматизация получения фотографий для панорам. Так как даже профессиональное оборудование необходимо долго настраивать и снимать панораму со всех ракурсов. То на съёмку даже небольшого количества помещений может уйти целый день. После чего будет необходимо корректно склеить панорамы и обработать их. На что может уйти ещё несколько дней обработки. Из чего вытекает задача автоматизации, так как затрачивается огромное количество человеческих ресурсов.

Основная задача это создание новой панорамы, в произвольной точке виртуального пространства получаемое от пользователя. Новая панорама создаётся на основе набора соседних панорам, за счёт вычисления геометрии объектов и использования цветов из входных панорам. После чего оставшиеся неопределённые области закрашиваются, из-за чего появляются артефакты.

Неопределённые области появляются из-за недостаточной информации о геометрии объекта. Объект может присутствовать только на одном изображении или его нет на всех, но он должен быть на новом. Данная ситуация называется «occlusion». И возникает, к примеру, когда на изображениях есть столбы. В создании панорам существует множество сложных случаев, для которых сложно восстановить геометрию и цвет. Из-за чего возникают дополнительные шумы и неопределённость в поведении алгоритмов. Второй случай это объекты со сложной или разряженной геометрией, к примеру, растительность. Данные объекты имеют неплотную

структуру. Из-за чего мы не можем вычислить, как деформировать исходные изображения для создания нового. Третий случай это не матовые или полупрозрачные объекты. В этом случаи объект может иметь двойную геометрию, свою и отражаемого объекта. К примеру, капот или стёкла автомобиля, которые отражают в себе городские улицы, которые в свою очередь имеют сложную геометрию. Следующий случай это тонкие объекты, к примеру, провода или удалённые столбы. Данные случаи вызывают параллакс эффект. При этом в урбанистических фотографиях все эти случаи встречаются крайне часто. Из-за чего долгое время создания панорам в городах являлась непосильной задачей, и использование алгоритмов реконструкции было сильно ограничено.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Snavely, N. Photo Tourism: Exploring Photo Collections in 3D / N. Snavely, S. M. Seitz, R. Szeliski // ACM Transactions on Graphics (SIGGRAPH Proceedings). – 2006. – № 25. – С. 835–846.
- 2 Chaurasia, G. Depth Synthesis and Local Warps for Plausible Image-based Navigation / G. Chaurasia, S. Duchene, O. Sorkine-Hornung, G. Drettakis // ACM Transactions on Graphics. – 2013. – № 30. – С. 32–44.
- 3 Guillemaut, J. Y. Joint Multi-Layer Segmentation and Reconstruction for Free-Viewpoint Video Applications / J. Y. Guillemaut, A. Hilton // International Journal of Computer Vision. – 2011. – № 93. – С. 73–100.
- 4 Zhang, Z. A Flexible New Technique for Camera Calibration / Z. Zhang // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. – 2000. – № 22. – С. 1330–1334.
- 5 Harris, C. A Combined Corner and Edge Detector / C. Harris, M. Stephens // Alvey Vision Conference. – 1988. – № 4. – С. 147–151.
- 6 Lowe, D. G. Distinctive Image Features from Scale-Invariant Keypoints / D. G. Lowe // International Journal of Computer Vision. – 2004. – № 60. – С. 91–110.
- 7 Yi, K. M. LIFT: Learned Invariant Feature Transform / K. M. Yi, E. Trulls, V. Lepetit, P. Fua // European Conference on Computer Vision. – 2016. – С. 467–483.
- 8 Li, Z. Superpixel Segmentation using Linear Spectral Clustering / Z. Li, J. Chen // IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). – 2015.
- 9 Калиниченко, А. В. Эпиполярная геометрия и оценка ее достоверности по результатам восстановления трехмерной сцены алгоритмами факторизации / А.В. Калиниченко, Н.В. Свешникова, Д.В. Юрин // International Conference Graphicon. – 2006. – № 16. – С. 343–346.
- 10 Kazhdan, M. Poisson surface reconstruction / M. Kazhdan, M. Bolitho, H. Hoppe // Symposium on Geometry Processing. – 2006. – С. 61–70.
- 11 Anderson, R. Jump: Virtual Reality Video / R. Anderson, D. Gallup, J. T. Barron, J. Kontkanen, N. Snavely, C. Hernández, S. Agarwal, S. M. Seitz // ACM Transactions on Graphics. – 2016. – № 35. – С. 198:1–198:13.
- 12 Seitz, S. M. View morphing / S. M. Seitz, C. R. Dyer // SIGGRAPH – 1996.
- 13 Saxena, A. Make3d: Learning 3d scene structure from a single still image / A. Saxena, M. Sun, A. Y. Ng // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. – 2009. – № 31. – С. 824–840.
- 14 Eigen, D. Depth map prediction from a single image using a multi-scale deep network / D. Eigen, C. Puhrsch, R. Fergus // NIPS. – 2014. – № 27.
- 15 Flynn, J. DeepStereo: Learning to Predict New Views From the World’s Imagery / J. Flynn, I. Neulander, J. Philbin, N. Snavely // In The IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). – 2016.
- 16 Penner, E. Soft 3D Reconstruction for View Synthesis / E. Penner, Li Zhang // ACM Transactions on Graphics (Proc. SIGGRAPH Asia). – 2017. – № 36.

- 17 Furukawa, Y. Accurate, dense, and robust multiview stereopsis / Y. Furukawa, J. Ponce // IEEE Trans. PAMI. – 2009. – № 32. – С. 1362–1376.
- 18 Chaurasia, G. Silhouette- Aware Warping for Image- Based Rendering / G. Chaurasia, O. Sorkine-Hornung, G. Drettakis // Computer Graphics Forum (Proceedings of the Eurographics Symposium on Rendering). – 2011. – № 30.
- 19 Калинин, А. И. Построение фотореалистичной виртуальной реальности / А. И. Калинин // Сборник материалов Международной конференции студентов, аспирантов и молодых учёных «Перспектив-2016». – 2016. – С. 24–25.
- 20 Chen, J. The video mesh: A data structure for image-based three-dimensional video editing / J. Chen, S. Paris, J. Wang, W. Matusik, M. Cohen, F. Durand // IEEE International Conference on Computational Photography (ICCP). – 2011. – С. 1–8.
- 21 Hosni, A. Real-time local stereo matching using guided image filtering / A. Hosni, M. Bleyer, C. Rhemann, M. Gelautz, C. Rother // IEEE International Conference on Multimedia and Expo. – 2011. – С. 1–6.
- 22 Chen, Y. Algorithm 887: Cholmod, supernodal sparse cholesky factorization and update/downdate / Y. Chen, T. A. Davis, W. W. Hager, S. Rajamanickam // ACM Trans. Math. Softw. – 2008. – № 35. – С. 22:1–22:14.

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт математики и фундаментальной информатики
Базовая кафедра вычислительных и информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
Шайдуров / В.В. Шайдуров
« 7 » 06 2018 г.

МАГИСТАРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ
РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА СОЕДИНЕНИЯ
ИЗОБРАЖЕНИЙ В ГРАФИЧЕСКОЙ 3D СЦЕНЕ

Направление 02.04.01 Математика и компьютерные науки

Магистерская программа 02.04.01.01 Математическое и компьютерное
моделирование

Научный руководитель
кандидат физико-математических наук,
доцент

Баранов 7.06.18 / С.Н. Баранов

Выпускник

Калинин 7.06.18 / А.И. Калинин

Красноярск 2018