

# Глобальная реконструкция и некалиброванные камеры

Елизавета Викторовна Миронович

344 группа

Лаборатория распознавания изображений  
СПбГУ

16 июня 2019 г.

Руководитель: Пименов А. А.

Консультант: Корчемкин Д. А.

- 1 Поиск схожих изображений
- 2 Оценки поз
- 3 Оценка поверхностей и текстур

Structure-from-motion – одна из подзадач 3-D реконструкции.

Общая задача SFM: имея набор соответствий между точками на изображениях, оценить взаимное расположение камер.

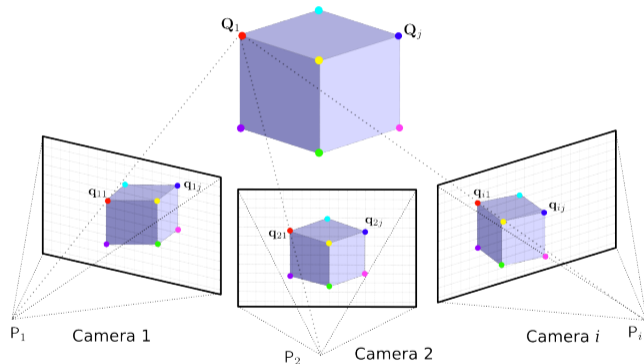


Рис.: Модель демонстрирующая задачу SFM

# Итеративная реконструкция

Итеративная реконструкция – это:

- 1 Оценка расположения двух камер и соответствующих им трёхмерных точек
- 2 Пока есть камеры, расположение которых не оценено
  - 1 Оценить расположение камеры относительно существующего в текущий момент облака точек
  - 2 Попробовать создать новые трёхмерные точки и добавить наблюдения к уже существующим
  - 3 Local/Global bundle adjustment

Недостатки:

- Вследствие шума и локальной оптимальности оценок, может накапливаться существенная ошибка
- Значительная часть времени затрачивается на bundle adjustment

# Глобальная реконструкция

Существуют методы оценки всех расположений камер, лишённые указанного недостатка, использующие знание о том, что множество всех поворотов является группой ( $SO(3)$ ):

*Cui, Zhaopeng, and Ping Tan. "Global structure-from-motion by similarity averaging." Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision. 2015.*

Достоинства:

- Используя групповые свойства вращений, можно построить оценку, учитывающую все возможные попарные ограничения
- Размерность оптимизационных задач на промежуточных шагах значительно сокращается
- Bundle adjustment требуется выполнить только в конце решения задачи

Недостатки существующих решений:

- Традиционная формулировка глобальной реконструкции требует знания внутренних параметров камеры (для оценки попарных поз)
- Широкоугольные камеры набирают популярность в пользовательских устройствах, что приводит к необходимости также учитывать и радиальную дисторсию

# Цель

Обобщить задачу глобальной реконструкции до использования некалиброванных камер с (опциональной) оценкой дисторсии.

# Задачи

- Реализация метода closed-form оценки эпиполярных геометрий и параметров дисторсии, используя алгоритм описанный в *Zuzana Kukelova, Jan Heller, Martin Bujnak, Andrew Fitzgibbon, Tomas Pajdl. Efficient Solution to the Epipolar Geometry for Radially Distorted Cameras.*
- Оценка фокусных расстояний и сведение задачи глобальной реконструкции к задаче усреднения вращений, с помощью *Cui Zhaopeng, Tan Ping. Global Structure-from-Motion by Similarity Averaging*
- Реализация усреднения вращений, с опорой на *Chatterjee Avishek, Govindu Venu Madhav. Efficient and robust largescale rotation averaging. — 2013.*



# Эпиполярная геометрия

Эпиполярная геометрия для двух камер с центрами  $C$  и  $C'$  и соответствующими плоскостями  $\alpha$  и  $\alpha'$  описывает эпиполи – проекции  $C$  на  $\alpha'$  и  $C'$  на  $\alpha$ . Эпиполярная геометрия описывается фундаментальной матрицей  $F$ . Фундаментальная матрица удовлетворяет уравнению  $l' = Fx$ .

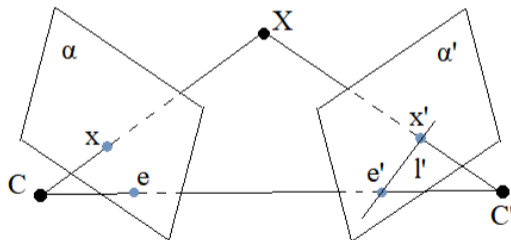


Рис.:  $e$  и  $e'$  – эпиполи,  $l'$  – эпиполярная прямая

# Усреднение вращений

Дано множество камер и для некоторых пар камер  $i$  и  $j$  известна  $R_{ij}$  – матрица поворота камер  $j$  относительно  $i$ . Для каждой камеры  $i$  требуется найти  $R_i$  – абсолютный поворот. Тогда,

$$R_{ij} = R_j R_i^{-1},$$

для пары камер  $i$  и  $j$ .

# Оценка эпиполярных геометрий

Метод основан на преобразовании уравнения для фундаментальной матрицы:

$$x_{u_i}^T(\lambda_1) F x'_{u_i}(\lambda_2), i \in 1, \dots, 10$$

где  $F$  – это фундаментальная матрица,

$\lambda_1$  и  $\lambda_2$  – это параметры дисторсии для первого и второго изображений соответственно,  $x_{u_i}(\lambda_1)$  и  $x'_{u_i}(\lambda_2)$  – это соответствующие координаты в изображениях, преобразованные из данных координат с помощью division model.

Ввиду того, что в наборах соответствий часто присутствуют неверно найденные соответствия, выбор фундаментальной матрицы для пары камер производится с помощью RANSAC (RANdom SAmple Consensus) метода.

Язык реализации MATLAB, ссылка на репозиторий: <https://github.com/uhtikiber/SFM>

- Реализован алгоритм оценки эпполярной геометрии для двух камер по 10 точкам.
- Реализован алгоритм оценки параметров, устойчивый к наличию аутлаеров среди соответствий ключевых точек (RANSAC).