

# Задачи по курсу “Компьютерное зрение”: лекции 4-5

Вахитов Александр Тимурович

25 октября 2015 г.

## 1 Метод наименьших квадратов

Даны трехмерные координаты точек, лежащих в плоскости. К каждой координате добавлена помеха, распределенная по нормальному закону. Необходимо провести численный эксперимент, показывающий, что с ростом количества точек координаты плоскости восстанавливаются точнее. В частности, необходимо

- выбрать ортонормированный базис плоскости в трехмерном пространстве;
- сгенерировать 100 точек плоскости, так, чтобы они попадали равномерно в квадрат со стороной 1, ориентированный по осям выбранного базиса плоскости;
- добавить нормально распределенную помеху со среднеквадратическим отклонением 0.1 к каждой координате точек;
- построить коэффициенты плоскости методом наименьших квадратов для 10, 20, 30, ..., 100 точек, для каждого случая координаты нормировать, так чтобы сумма квадратов коэффициентов при координатных переменных равнялась 1;
- вычислить расстояние от истинных коэффициентов плоскости до найденных для каждого случая и вывести в файл.

## 2 Нелинейный метод наименьших квадратов

Необходимо вычислить положение камеры относительно шахматной доски с известной моделью с помощью нелинейного метода наименьших квадратов. Для этого

- выделить на фотографии шахматной доски, которая прилагается, 8 точек, и определить их координаты в системе координат, привязанной к доске, считая сторону клетки доски равной 3,33 см, точку  $\hat{C}$  (см. лекции) совпадающей с центром кадра, а фокус равным 6741. Вычислить гомографию  $\mathbf{H}$  из координат доски в кадр по первым четырем точкам.
- Вычислить  $\mathbf{H}_n = \mathbf{K}^{-1}\mathbf{H}$ .

- Поделить  $H_n$  на норму первого столбца, и, вспомнив, что в отсутствие помех  $H_n = [r_1, r_2, t]$ , где  $r_1, r_2$  - столбцы матрицы поворота, достроить первые два столбца до ортонормированного базиса  $\mathbf{r}_1, \mathbf{r}_2, \mathbf{r}_3$ , записать матрицу поворота  $\mathbf{R} = [\mathbf{r}_1, \mathbf{r}_2, \mathbf{r}_3]$ .
- С помощью метода Левенберга - Марквардта (см. `leastsq` <http://docs.scipy.org/doc/scipy/reference/tutorial/optimize.html>) уточнить положение камеры относительно доски, используя следующую параметризацию: параметризацию вращений  $\phi(\mathbf{R})$ , которая строится функцией `opencv_rodriques`, и сам вектор переноса, так что по  $\mathbf{R}, \mathbf{t}$  будет построен вектор из шести параметров  $[\phi, \mathbf{t}]$ .
- вычислить среднюю ошибку перепроектирования для результатов уточнения, то есть посчитать среднее расстояние от предсказанного положения точки до фактического после вычисления по 4, 5, ..., 8 точкам. Вывести ошибки в файл.

### 3 RANSAC + Нелинейный МНК

Добавить к 8 точкам, выделенным в предыдущей задаче, 8 случайно сгенерированных пар точек в координатах доски и в координатах экрана. Вычислить (и обосновать) число итераций RANSAC, чтобы с вероятностью 99% найти верную гипотезу, при вычислении гомографии по 4м точкам. Написать программу, реализующую этот пример. Она должна находить верную гипотезу, затем выбирать все точки, которые под нее подходят, и производить уточнение методом, описанным в предыдущем задании.