

Восстановление трехмерных сцен: первичная модель и способы ее последующего уточнения

Свешникова Н. В., Юрин Д. В.

Москва, Московский физико-технический институт
sveshnikova_n@list.ru

Работа посвящена построению системы восстановления трехмерных сцен по последовательности цифровых изображений. Предполагается, что на изображениях уже выделено и прослежено небольшое количество характеристических отметок. Первичное восстановление осуществляется итерационным алгоритмом факторизации в перспективной проекции (ИПП), далее результат уточняется двумя различными способами. Первый основан на поиске новых характеристических точек с помощью детектора Харриса (ДХ). Положение соответствующих точек на втором кадре оценивается на основе уже известных соответствий и уточняется с помощью трекера Канаде-Лукаса (КЛ). Второй способ использует стерео подход.

Первичное восстановление

Пусть имеется ($F > 5$) цифровых изображений неподвижной сцены, полученных с обычного фотоаппарата. Пусть также на всей последовательности найдено и прослежено небольшое количество ($P = 10 \div 20$) характеристических точек. Тогда восстановим трехмерные координаты $\{s_p\}$ этих точек сцены алгоритмом ИПП [1], который также вычисляет все положения $\{t_f\}$ и ориентации камеры $\{i_f, j_f, k_f\}$, ее фокусное расстояние g и предоставляет оценку точности результата, полученную в [2].

Выполнив триангуляцию Делоне (ТД), моделируем поверхность сцены между известными точками плоскостями в соответствии с разбиением на треугольники.

Поиск новых соответствий

Выберем из исходной последовательности изображений кадр L и найдем на нем характеристические точки с помощью ДХ [3].

Для этих точек построим гипотезы их положения на втором кадре R . Пусть найденный на кадре L уголок x_L находится внутри треугольника τ_L . Предположим, что сцена представляет собой кусочно-гладкую поверхность, это позволяет рассматривать результат ТД как аппроксимацию поверхности сцены. Тогда пара соответствующих треугольников τ_L и τ_R на кадрах L и R определяет аффинное преобразование \mathbf{A} , и $\mathbf{A}x_L$ есть гипотетическое положение выбранного уголка на кадре R . На основе гипотезы ищется соответствие трекером КЛ [4].



Рис. 1: Схема системы восстановления трехмерных сцен

Результаты работы трекера должны удовлетворять ограничениям эпиполярной геометрии, которая вычисляется по известным из результатов ИПП параметрам съемки. Далее можно продолжить уточнение или, используя положения и ориентации камер, полученные из алгоритма ИПП, вычислить трехмерные координаты новых точек и дополнить ими модель сцены. Схема алгоритма изображена на рис. 1.

Уточнение модели с использованием стерео

Как альтернативный способ уточнения сеточной модели предлагается стерео подход [5]. Его важное достоинство в том, что каждое соответствие ищется согласованно с соседями. Однако необходимы малое смещение кадров относительно друг друга и диапазон поиска. Чтобы ограничить диапазон смещений будем решать стерео задачу для фрагментов, на которые ТД разбивает изображение. Каждый треугольник предварительно грубо совмещается в рамках аффинной модели. Далее соответствия ищутся стерео алгоритмом [5]. На схеме рис. 1 этому этапу соответствует блок, выделенный пунктирной границей.

Результаты

Предложенные подходы тестировались на реальных данных (сцена "Дом") и показали хорошие результаты. На 12 кадрах, вручную выделены 16 точек, которые, как и результат ТД, изображены на рис. 2, в центре. На рис. 2 слева и справа приведена пара кадров сцены "Дом", выбранная из последовательности для поиска новых соответствий. На рис. 3. изображены полученные трехмерные модели сцены "Дом". Текстурированная модель слева есть результат восстановления ИПП. Модель в центре дополнена соответствиями, найденными ДХ и



Рис. 2: Слева и справа: изображения сцены "Дом"; в центре: ТД по точкам, найденным и прослеженным вручную.



Рис. 3: Восстановленные трехмерные модели: Слева: алгоритм ИПП; в центре: уточнение ДХ и трекером КЛ; Справа: стерео.

трекером КЛ, а справа — результат применения стерео подхода. Сеточное представление уточненных моделей демонстрирует количество восстановленных трехмерных точек сцены.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант 06-01-00789-а.

Литература

- [1] Свешникова Н. В., Юрин Д. В. Априорный и апостериорный расчет погрешностей восстановления трехмерных сцен алгоритмами факторизации. // Программирование — 2004, — Т. 30, № 5, — С. 48–68.
- [2] Sveshnikova N. V., Yurin D. V. The Factorization Algorithms: Results Reliability and Application for the Epipolar Geometry Recovery. // 16-th International Conference on Computer Graphics and Application GraphiCon'2006, Novosibirsk Akademgorodok, 2006.
- [3] Harris C. G., Stephens M. A combined corner and edge detector // In Proc. 4th Alvey Vision Conf., Manchester, 1988 — pages 147-151.
- [4] Tomasi C., Kanade T. Shape and Motion from Image Streams: a Factorization Method, Part 3, Detection and Tracking of Point Features // Technical Report CMU-CS-91-132, School of Computer Science, Carnegie Mellon University, 1991.
- [5] Kolmogorov V., Zabih R. Computing visual correspondence with occlusions using graph cuts. // International Conference on Computer Vision, Vancouver, 2001.