

Поиск параметрических кривых на изображениях

А.Е. Левашов¹, Д.В. Юрин²

^{1,2} Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова, ВМиК
E-mail: alexeylevashov89@gmail.com¹, yurin@cs.msu.su²

При действиях в техногенном окружении или при взаимодействии мобильных роботов зачастую целесообразно применять упрощенный подход для определения взаимного положения и состояния, основанный на поиске известных ориентиров. В роли таких ориентиров могут выступать штанги, люки, ребра корпуса – т.е. объекты, видимые в виде прямых, окружностей, эллипсов и других простых геометрических фигур. Таким образом, задача сводится к быстрому и достоверному поиску на изображении кривых, описываемых аналитическим выражением с небольшим количеством параметров и оценке этих параметров.

В подходах на основе преобразования Хафа и разнообразных рандомизированных методах, анализируется множество точек, получаемое после поиска границ (*Xu, Oja, 2008*). В настоящей работе считается, что границы находятся в виде линий, представляющих собой связные цепочки пикселей шириной в 1 пиксель, возможно - с субпиксельной точностью. Многочисленные эксперименты, проведенные авторами, показывают, что при аккуратной реализации алгоритмов Канни, Дизензо-Кумани (*Pratt, 2007*) с вычислением производных путем свертки с производными функции Гаусса и процедурой подавления немаксимальных точек (*Devernay, 1995*), получаются линии с малым числом разрывов и за исключением незначительного числа точек – шириной в 1 пиксель. При размере Гауссова ядра порядка 5 пикселей время детектирования незначительно отличается от алгоритма Собеля при несопоставимо высоком качестве, при больших размерах ядра - нетрудно добиться константного и не слишком большого времени (*Triggs, Sdika, 2006*).

Для гарантии единичной ширины граничных линий применяется алгоритм (*Zhang, Suen, 1984*). Точки, где соединяются более 2 линий (т.е. точки, в 3x3 окрестности которых находится более 3 точек) удаляются вместе со всей своей окрестностью. Граничные точки собираются в виде списка кривых, а кривые – в виде списка точек.

Вся дальнейшая обработка выполняется с векторизованным изображением и состоит из двух этапов: сначала анализ отдельных линий, затем проверка возможности

их объединения (одинаковая модель и близкие параметры). Анализ линий выполняется сначала для целой линии, если подгонка ее ни к одной модели невозможна, то она разбивается на фрагменты, и каждый анализируется отдельно и т.д. рекурсивно, пока длина фрагмента выше пороговой.

Рассматривается ряд моделей – прямая, окружность, эллипс (*McLaughlin, 1996*), полином 3 степени (модель изогнутой балки). В каждой точке границы доступна информация - координаты и направление нормали (градиента яркости). Т.о., кривая определяется минимум N точками: прямая - 1 точкой, окружность – 2, эллипс – 3 и т.д. Проверка соответствия фрагмента модели осуществляется по нескольким случайным сбросам из $N+1$ точек, где дополнительная точка контрольная. Если контрольная точка лежит в пределах параметрической кривой, делается некоторое количество дополнительных случайных сбросов, если и они принадлежат кривой, то по всем точкам кривой параметры модели находятся методом наименьших квадратов с регуляризацией на основе SVD. Достоверность гипотезы определяется на основе критерия χ^2 .

Работа выполнена при поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009 – 2013 годы и гранта РФФИ 09-07-92000-ННС_а..

Литература

Xu L., Oja E. (2008) Randomized Hough Transform // in Encyc. of Artif. Intell., Ed.By: J.Ramón, R.Dopico; J.Dorado; A.Pazos, IGI Global publishing comp., 2008, P.1354—1361.

Pratt W.K. (2007) Digital Image Processing: PIKS Scientific inside (4th ed.) // Wiley-Interscience, John Wiley & Sons, Inc., Los Altos, California, 2007, 782 p.

Devernay F. (1995) A Non-Maxima Suppression Method for Edge Detection with Sub-Pixel Accuracy // INRIA techreport RR-2724, 20 pages, 1995 .

Triggs B., Sdika M. (2006) Boundary Conditions for Young - van Vliet Recursive Filtering // IEEE Transactions on Signal Processing, V.54, No.5, May 2006.

Zhang T.Y., Suen C.Y. (1984) A fast parallel algorithm for thinning digital patterns // Communications of the ACM, V. 27, No. 3, P. 236--239, 1984.

McLaughlin R.A. (1996) Randomized Hough Transform: better ellipse detection // IEEE TENCON - Digital Signal Processing Applications, V. 1, P. 409-414, Nov. 1996.