

Метод Максимального Правдоподобия Решения Задачи Одновременного Сопровождения и Оконтурирования

Ю. В. Слынько

Московский Физико-Технический Институт (Государственный Университет)

UrasSI@yandex.ru

Сопровождение выделенных объектов в видеопоследовательности – актуальная задача для систем наблюдения, охранных систем, интеллектуальных систем управления автомобилем и робототехники.

В данной работе рассматривается решение такой задачи для случаев, когда нет надежной априорной информации о фоне, а также о размере и форме объекта. В таких условиях одновременно с задачей сопровождения необходимо решить задачу оконтурирования объекта.

Кадр f_t момента времени t состоит из конечного количества частей – пикселей (для ускорения алгоритма можно использовать части, состоящие из нескольких пикселей; далее будет использоваться термин «часть»). Первоначальный выбор объекта осуществляется оператором и заключается в выборе части i_0 , которая заведомо принадлежит объекту.

Запишем функцию правдоподобия для данной задачи, т.е. принадлежности всех частей кадра к объекту или фону:

$$J(I) = \prod_{i \in I} p(i \in object) \prod_{i \notin I} p(i \notin object), \quad (1)$$

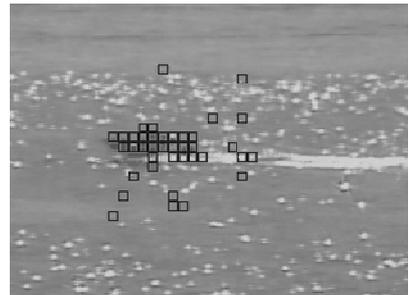
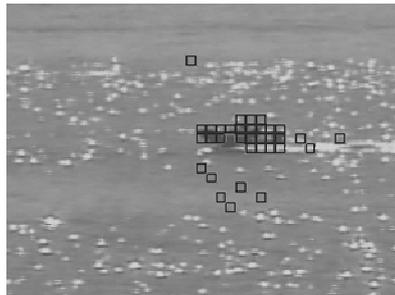
где i – номер части в кадре, I – множество частей, принадлежащих объекту, $p(i \in object)$ – вероятность того, что часть i принадлежит объекту. Для нахождения сдвига необходимо найти максимум функции правдоподобия

Вычислим функцию невязки (как функцию сдвига $(\delta x, \delta y)$) для каждой части и всего объекта:

$$\begin{aligned} \tilde{C}_i(\delta x, \delta y) &= \sum_{l, k \in P_i} (f_t(l, k) - f_{t-1}(l - \delta x, k - \delta y))^2, \\ \tilde{F}(\delta x, \delta y) &= \sum_{i \in I} \tilde{C}_i(\delta x, \delta y), \end{aligned} \quad (2)$$

где P_i – пиксели, принадлежащие части i .

Вероятности $p(i \in object)$ являются вероятностями того, что минимум C_i и F совпадают. Тогда



$$p(i \in object) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} p_i(\delta x, \delta y) p_F(\delta x, \delta y) d\delta x d\delta y \quad (3)$$

где $p_i(\delta x, \delta y)$ и $p_F(\delta x, \delta y)$ – вероятности того, что значение сдвига части или объекта равны $(\delta x, \delta y)$.

Эти вероятности могут быть оценены из оценок функций невязок. Для этого заменим распределение оценок сдвига каждой части нормальным распределением:

$$p_i(\delta x, \delta y) = \frac{1}{2\pi \sqrt{\det(\Gamma_i)}} e^{-\frac{1}{2}(\delta x - \bar{x}_i)^T \Gamma_i^{-1} (\delta x - \bar{x}_i)} \quad (4)$$

и аналогично для F .

Параметры этого распределения выбираются исходя из оценки функции невязки (подробности см. в [1]).

Для поиска максимума функции правдоподобия следующая схема: контур объекта вычисляется хорошо известным методом К-средних, а затем рекуррентно уточняется, используя функцию правдоподобия.

Для уточнения контура вычисляется функция невязки $\tilde{F}(\delta x, \delta y)$ для объекта по контуру I . Затем для каждой части вычисляются вероятности $p(i \in object)$ и $p(i \notin object)$. Если $p(i \in object) > p(i \notin object)$, то часть принадлежит объекту, иначе – фону (это следует из критерия максимизации функции правдоподобия). Таким образом, строится новый контур объекта. Итерация повторяется необходимое число раз.

На рис. 1 приведены результаты работы алгоритма. Исследование на модельных кадрах показало, что предложенный алгоритм дает среднюю точность оценки положения объекта не хуже 0.08 пикселя.

[1] Yu. V. Slyn'ko, V. N. Lagutkin, and A. P. Luk'yanov. *Development and Investigation of Real-Time Robust Algorithms for Estimating the Parameters of Geometric Transformations of Video-Sequence Frames. Journal of Communications Technology and Electronics, 2007, Vol. 52, No. 3, pp. 332–338.*

Рис. 1. Результаты работы алгоритма. Черными квадратами обозначены части, определенные как принадлежащие объекту. Показан первоначальный контур объекта. Отдельные ложные части в дальнейшем отфильтровываются.