

Поиск светлых пятен

1 Задача:

Рассматриваем задачу обработки изображений. Требуется на монохромном изображении выделить светлые пятна - однородные яркие участки с резким изменением градиента яркости на границе. Ключевые слова для подобных алгоритмов - *blob detection*.

В данной задаче под изображением понимаем матрицу $Z = \{z_{ij}\}, i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, n$ где $z_{ij} \in B$ - яркость пиксела. Здесь $B \in \mathbb{R}_+$ - возможные значения яркости. В компьютерной графике обычно $B = \{1, \dots, 256\}$.

2 Интерфейс:

таким образом на вход алгоритм получает изображение Z , а на выход выдает множество эллипсов $\{\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_k\}$ - светлых пятен изображения.

3 Алгоритм:

3.1 Описание:

Алгоритм должен получать на вход изображение Z и, возможно, набор параметров. На выходе требуется получить бинарную матрицу R в которой единицам соответствуют центры найденных пятен.

Рис. 1: Пример работы алгоритма.

Для нахождения светлых пятен воспользуемся одним из самых известных алгоритмов в данной области LoG-детектор [1] (Laplacian-of-Gaussian). В этом алгоритме производится свертка изображения со второй производной гауссианы и затем на получившемся изображении ищутся локальные минимумы. Они будут соответствовать светлым пятнам на изображении.

3.2 Алгоритм:

Обозначения:

- Z - входное изображение
- R - матрица, совпадающая по размеру с Z , с элементами $r_{ij} \in \{0, 1\}$, в которой единицы соответствуют центрам ярких пятен.
- $\mathbf{r} = (r_1, r_2, \dots, r_k)$ - набор возможных радиусов ярких пятен среди которых ведется поиск
- $G(x, y, \sigma)$ - гауссиана с центром в (x, y) и параметром σ .
- $\hat{G}(x, y, \sigma)$ - нормированная гауссиана: $\hat{G}(x, y, \sigma) = \sigma^2 G(x, y, \sigma)$
- $\nabla \hat{G}(x, y, \sigma)$ - вторая производная нормированной гауссианы
- $Convolution(img_1, img_2)$ - функция свертки изображений img_1 и img_2
- $\mathbf{Conv} = (conv_1, \dots, conv_k)$ - множество сверток.

Вход: Z, \mathbf{r}

Выход: R

1: $R \leftarrow 0^{m \times n}$

```

2: // Создаем набор сверток с различными масками
3: для всех  $r_k$  в  $\mathbf{r}$ 
4:    $conv_k \leftarrow Convolution(Z, \nabla \hat{G}(x, y, r_k))$ 
5: // Ищем центры ярких пятен
6: для всех  $(i, j)$  в  $[1, \dots, m] \times [1, \dots, n]$ 
7:    $k_{minconv} \leftarrow \arg \min_k conv_k(i, j)$ 
8:   если  $(i, j)$  - точка локального минимума в  $conv_{k_{minconv}}$  то
9:      $R_{ij} \leftarrow 1$ 

```

4 Тестовые данные:

Для начальной проверки алгоритма (и юнит-тестов) предлагается сгенерировать ряд тестовых изображений. На черный фон добавляются несколько гауссовых пиков и полученное изображение зашумляется (опционально).

Список литературы

- [1] D. Marr and E.C. Hildreth. Theory of edge detection. Proc. Roy. Soc. London., B-207:187–217, 1980.
- [2] Krystian Mikolajczyk and Cordelia Schmid, Scale and affine invariant interest point detectors, *International Journal of Computer Vision*, pp. 63–86, 2004