

**Название:** Аппроксимация границ радужки глаза.

**Задача:** По изображению человеческого глаза определить окружности  $\langle a, b, r \rangle$ , определяемые центром  $(a, b)$  и радиусом  $r$ , аппроксимирующие внутреннюю и внешнюю границу радужки [4].

**Данные:** Растровые монохромные изображения, типичный размер 640\*480 пикселей (однако, возможны и другие размеры) [1–3].

**Базовый алгоритм:** Ефимов Юрий. Поиск внешней и внутренней границ радужки на изображении глаза методом парных градиентов, 2015.

**Решение:** Предлагается ввести преобразование пространства, в котором искомые окружности имеют вид прямых. Каждое изображение 1(a) приводится [5, 6] к виду 1(b), где значение каждого пиксела  $p(x, y) \in \{0, 1\}$ . Для преобразованного изображения выделим набор точек  $\{x_i, y_i\}$ , в которых  $p(x_i, y_i) = 0$ . По изображению построим выборку  $D = \{z_i\} = \{x_i^2, x_i, y_i^2, y_i, 1\}$ . Внутренняя и внешняя границы радужки в данном пространстве имеют вид прямых

$$(x - a)^2 + (x - b)^2 - r^2 = \mathbf{w}^T \mathbf{z} = 0,$$

с примерно одинаковым наклоном. В предположении, что оставшиеся точки имеют случайное нормальное распределение, задача поиска аппроксимирующих окружностей сводится к решению задачи мультимоделирования в координатах  $\mathbf{z}$ :

$$\mathbf{w}_1, \mathbf{w}_2 = \arg \min_{\mathbf{w}_1, \mathbf{w}_2} \pi_{1,i}(\mathbf{z}_i^T \mathbf{w}_1)^2 + \pi_{2,i}(\mathbf{z}_i^T \mathbf{w}_2)^2 + \pi_{3,i}(\mathbf{z}_i - \mathbf{Ez})^2 / \text{Varz},$$

$$\text{при условии } w_{1j} = w_{2j} \quad j \in \{2, 4\}.$$

Здесь  $\pi_{k,i}$  определяют принадлежность точек одной из моделей.

## Список литературы

- [1] Monro D. University of Bath Iris Image Database // <http://www.bath.ac.uk/elec-eng/research/sipg/irisweb/>

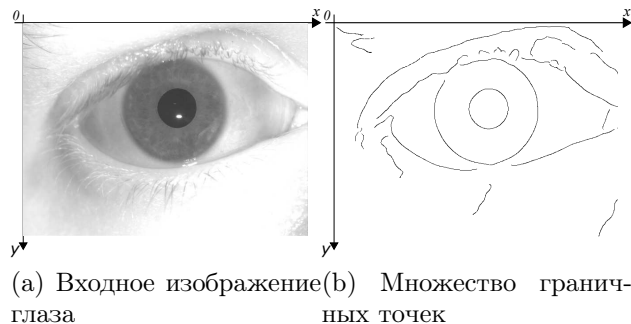


Рис. 1: Выделение граничных точек

- [2] Chinese academy of sciences institute of automation (CASIA) CASIA Iris image database // <http://www.cb-sr.ia.ac.cn/IrisDatabase.htm>, 2005.
- [3] MMU Iris Image Database: Multimedia University // <http://pesonna.mmu.edu.my/ccteo/>
- [4] К.А.Ганькин, А.Н.Гнеушев, И.А.Матвеев Сегментация изображения радужки глаза, основанная на приближенных методах с последующими уточнениями // Известия РАН. Теория и системы управления, 2014, № 2, с. 78–92.
- [5] Ефимов Юрий. Поиск внешней и внутренней границ радужки на изображении глаза методом парных градиентов, 2015.
- [6] Duda, R. O. Use of the Hough transformation to detect lines and curves in pictures / R. O. Duda, P. E. Hart // Communications of the ACM. 1972. Vol. 15, no. 1. Pp. 11–15.