

**И.Б. Ларионов**

*Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского,  
г. Омск*

## **АЛГОРИТМ ВЫЯВЛЕНИЯ КОНТУРОВ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ С ПРИМЕНЕНИЕМ САМООРГАНИЗУЮЩИХСЯ КАРТ КОХОНЕНА К ПЕРВОЙ ПРОИЗВОДНОЙ ИНТЕРПОЛИРУЮЩИХ СПЛАЙНОВ**

Задача точного выделения контуров на изображениях имеет достаточно широкое распространение в алгоритмах биометрических и прочих методов идентификации, аутентификации и авторизации.

На сегодняшний день известно большое количество различных методов, таких как методы Робертса, Превитта и Собеля [2; 3]. Но в определенных случаях эти методы недостаточно качественно справляются с поставленной задачей.

В данной работе представляется алгоритм для выявления контуров, в котором используются самоорганизующиеся карты Кохонена для кластеризации первой производной изображения.

Как показано в работах [1; 2], алгоритм с использованием карт Кохонена в достаточной мере хорошо справляется с заполнением пропусков на изображениях.

Целью данной работы является разработка алгоритма, который бы выявлял контуры на изображениях путем оценки ошибки восстановления точки первой производной.

В ходе работы для карт Кохонена были использованы следующие обучающие формулы:

$$h(c, i, t) = \alpha(t) \cdot \exp\left(-\frac{d(c, i)^2}{2\delta(t)}\right), \quad (1)$$

где  $\alpha(t)$  имеет вид:

$$\alpha(t) = \begin{cases} 1 & , \text{ если } t < 10 \\ \frac{1}{(t-9)^{0.2}} & , \text{ если } t \geq 10 \end{cases}, \quad (2)$$

$d(c, i)$  имеет вид:

$$d(c, i) = \min \sqrt{(m_c\{x\} - m_i\{x\} + d_x)^2 + (m_c\{y\} - m_i\{y\} + d_y)^2},$$

$$d_x \in \{-Q_x, 0, Q_x\}, d_y \in \{-Q_y, 0, Q_y\},$$
(3)

$\delta(t)$  имеет вид:

$$\delta(t) = 5 \frac{\sqrt{Q}}{\sqrt{t}}.$$
(4)

Функция (2) на первых 9 итерациях имеет значение 1. Это сделано для того, чтобы максимально равномерно инициализировать карту в начале обучения.

Функция (3) в приведенном виде будет возвращать расстояние между нейронами так, как будто карта натянута на тороидальную поверхность.

Функция (4) приведена к такому виду в ходе экспериментов по обучению карт.

Первая производная представляется в виде набора значений  $R'$ ,  $G'$  и  $B'$ , полученные путем дифференцирования бикубических сплайнов для каждого пикселя, которые, в свою очередь получены путем решения следующих трех систем линейных алгебраических уравнений[2]:

$$p_r(x, y) = \sum_{i=0}^3 \sum_{j=0}^3 a_{ij}^r x^i y^j,$$

$$p_g(x, y) = \sum_{i=0}^3 \sum_{j=0}^3 a_{ij}^g x^i y^j,$$

$$p_b(x, y) = \sum_{i=0}^3 \sum_{j=0}^3 a_{ij}^b x^i y^j,$$

где  $p_r$ ,  $p_g$  и  $p_b$  – значения красной, зеленой и синей компоненты пикселя, а  $a_{ij}$  – искомые коэффициенты СЛАУ для соответствующих цветовых компонент.

После обучения необходимо пройти все изображение последовательно, при этом для каждой точки считается, что она является поврежденной. После обнаружения нейрона-победителя, требуется найти ошибку, с которой был восстановлена точка, и составить карту ошибок.

Для выявления контуров требуется провести анализ полученной карты ошибок. Для этого следует задать некоторое пороговое значение ошибки, которое бы отвечало за наличие резкого перепада значений компонент.

Кроме того, следует учитывать, что модель RGB является компонентной и для более качественного выявления контуров необходимо использовать цветовую модель, учитывающую яркостное описание пикселя, например, YUV или YCbCr.

### **Литература**

1. *Ларионов И.Б.* Карты Кохонена как способ восстановления мультимедийной информации // Журнал радиоэлектроники. 2010. № 10. URL: <http://jre.cplire.ru/jre/oct10/3/text.html>.
2. *Ларионов И.Б.* Алгоритм автоматизированного восстановления поврежденных графических файлов // Вестник Омского университета. 2011. № 2. С. 176–177.
3. *Ларионов И.Б.* Многомерные линейные многообразия как способ восстановления графической информации // Математические структуры и моделирование. 2010. Вып. 21. С. 24–31.