

## МОДЕЛЬ ЭТАЛОННОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ ОБЪЕКТА И КРИТЕРИЙ ДИСКРИМИНАЦИИ ДЛЯ ЗАДАЧИ СЕГМЕНТАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

К.С. Смеляков

(представил д.т.н., проф. Е.П. Путятин)

Предложена аппроксимационная модель эталонного изображения объекта, а также дифференциальный и интегральный критерии дискриминации для решения задачи сегментации изображений объектов.

*Постановка задачи.* Пусть имеется область поля зрения, соответствующая некоторой пространственной реальной сцене, содержащей определенные объекты. Ее отображение на плоскость с системой координат  $\{O; x, y\}$  представлено прямоугольной дискретной областью  $D$ , содержащей точки с координатами  $(n, m)$ ;  $n = 0, \dots, N$ ;  $m = 0, \dots, M$ . Изображение находящегося в поле зрения – это векторная функция

$$C(n, m) = C(r(n, m), g(n, m), b(n, m)), \quad (1)$$

характеризующая распределение составляющих цветов в точках области поля зрения, определенная в каждой точке области  $D$  и принимающая значения в дискретной области цветности  $W \subset E^3$  распределения цветов

$$W: \quad 0 \leq r(n, m) \leq r_{\max}, \quad 0 \leq g(n, m) \leq g_{\max}, \quad 0 \leq b(n, m) \leq b_{\max},$$

где  $E^3 = (r, g, b)$  - параметрическое пространство, компоненты которого соответствуют яркости красного, зеленого и синего цвета, соответственно. При этом две точки области  $D$  с координатами  $(n_1, m_1)$  и  $(n_2, m_2)$  называются [1] соседними в смысле 8-ми связности или просто соседними, если  $\max\{|n_1 - n_2|, |m_1 - m_2|\} = 1$ .

Пусть имеется  $V$  классов  $\Sigma = \{\sigma_i = \{v_i\}\}_{i=1, V}$  объектов, каждый из которых определяется некоторым представителем  $v_i$ . Некоторые из них могут находиться в области поля зрения. При этом изображения объектов одного класса могут различаться, но никакая пара изображений не пересекается.

Для решения задачи сегментации требуется построить модель эта-

лонного изображения объекта для каждого класса  $\sigma_i$ , а также критерий дискриминации, применение которых должно обеспечить эффективное (по трудоемкости и затратам памяти) выделение изображений объектов классов  $\Sigma$  с учетом возможной вариации величины светового потока, яркости источника освещения и ориентации объекта относительно этого источника.

**Решение задачи.** В условиях равномерного освещения все точки изображения объекта  $v_i$  имеют одинаковое значение функции (1). Подобное изображение называется однородным. В этом случае различным уровням яркости источника света  $B^{(l)}$ , в пределах  $l = 0, \dots, l^*$ , соответствуют цветовые характеристики

$$\{C((r(B^{(l)}), g(B^{(l)}), b(B^{(l)})); v_i)\}_{l=0, \dots, l^*} . \quad (2)$$

Здесь  $B^{(l^*)}$  таково, что при  $B^{(l)} \geq B^{(l^*)}$  цветовая характеристика изображения объекта в области  $W$  останется неизменной в сравнении с цветовой характеристикой изображения этого объекта при уровне яркости  $B^{(l^*)}$ . Каждому объекту  $v'_i$  класса  $\sigma_i$  может соответствовать несколько отличная от (2) цветовая характеристика, вектор отклонения которой от (2) обозначим

$$\{R(C((r(B^{(l)}), g(B^{(l)}), b(B^{(l)})); v'_i))\}_{l=0, \dots, l^*} . \quad (3)$$

Тогда объект  $v_\xi$  относится к классу  $\sigma_i$ , если его функция цветности лежит в интервале, определяемом функцией цветности (2) и предельным отклонением (3). С использованием функциональных аппроксимаций введенных функций на интервале яркости  $t \in [0, l^*]$  это условие примет вид

$$C_i(r, g, b; t) \pm R_i(r, g, b; t) . \quad (4)$$

При неравномерном освещении (или геометрически неоднородной поверхности объекта) функция (1) в точках одного изображения может иметь различные значения. Тогда изображение объекта  $V_i$  можно рассматривать как объединение однородных изображений – фрагментов  $\delta_{\gamma\psi}(v_i)$ ,  $\gamma = 1, \dots, \Gamma_\psi(v_i)$ ,  $\psi \in \{1, 2, \dots, \Psi_i\}$ , которые отражают один из  $\Psi_i$  типов неоднородности освещенности (или ориентации объекта относительно источника освещения при однородном световом потоке).

Тогда интервал типа (4), определяющий *дифференциальный критерий* принадлежности соседних точек области  $D$  изображению фрагмента

$\delta_{\gamma\psi}(\mathbf{v}_i)$ , с учетом яркости источника освещения, неоднородности освещенности (или ориентации объекта) примет вид

$$C_i(\mathbf{r}, \mathbf{g}, \mathbf{b}; \mathbf{t}, \gamma, \psi) \pm R_i(\mathbf{r}, \mathbf{g}, \mathbf{b}; \mathbf{t}, \gamma, \psi). \quad (5)$$

Допустим, что при заданном уровне параметров  $\mathbf{t}$  и  $\psi$  выделено  $\Gamma_\psi$  групп  $\Delta' = \{\delta'_{\gamma\psi}\}$ , состоящих из соседних точек, которые могут представлять фрагменты изображения класса  $\sigma_i$ . Для всех возможных распределений этих групп по фрагментам выберем такое, для которого в максимальном числе случаев  $\kappa_{\gamma\psi}(\mathbf{i})$  выполняется соотношение (5). Эту величину назовем *интегральным критерием дискриминации* (изображения объекта). Тогда совокупность групп  $\Delta'$  соотносится с тем объектом, изображение которого доставляет максимум интегральному критерию дискриминации.

Таким образом, модель эталонного изображения объекта представляется системой аппроксимационных функций цветности изображений анализируемых классов объектов в различных условиях освещенности, а дискриминация осуществляется на основе дифференциального критерия, определяющего допустимый разброс характеристик для фрагментов изображений – функциональных интервалов (5) и интегрального критерия  $\kappa_{\gamma\psi}(\mathbf{i})$ , характеризующего достоверность принадлежности совокупности фрагментов эталонному изображению класса  $\sigma_i \in \Sigma$ .

Заметим, что выделение групп точек  $\Delta'$  представляет отдельную задачу. В общем, она сводится к выделению максимальных областей соседних точек с одинаковыми цветовыми характеристиками (5), кластеры которых, по интегральному критерию, адекватны некоторому эталонному изображению. Для одного класса систем слежения решение этой задачи дано в [2].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Путятин Е.П., Аверин С.И. Обработка изображений в робототехнике. – М.: Машиностроение, 1990. – 320 с.
2. Смеляков К.С. Задача оптимизации динамического распознавания и идентификации изображений // Сб. научн. тр. по материалам 4-го Международного молодежного форума «Радиоэлектроника и молодежь в XXI веке». – Харьков: ХГТУРЭ. – 2000. – Ч. 2. – С. 281 - 282.

Поступила в редколлегию 3.7.2000