

МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ МИМИЧЕСКИХ ПРОЯВЛЕНИЙ ЭМОЦИЙ НА ЛИЦЕ ЧЕЛОВЕКА

Пойда А.А.

*Донецкий национальный технический университет, г. Донецк,
кафедра искусственного интеллекта и системного анализа
E-mail: artembratok@gmail.com*

Постановка проблемы. Методы и алгоритмы анализа и синтеза эмоционального состояния лица человека являются составной частью систем и средств искусственного интеллекта, направленных на исследование, создание и внедрение алгоритмических и программно-аппаратных систем и комплексов с элементами искусственного интеллекта на основе моделирования интеллектуальной деятельности человека. Моделирование и распознавание эмоций лица является актуальным и важным направлением исследований с целью создания систем компьютерного распознавания и синтеза зрительных образов. Невербальная мимическая передача информации человеком стала предметом интенсивных исследований [1].

Метод получения контуров основных частей лица. Данный метод дает возможность выделить по сетке высот наиболее важные части лица, а именно: нос, брови, глаза.

Определение опорных точек рта. Для отображения открытости рта необходимо точно определить его положение. Крайние точки можно найти программными методами, но существуют модели рта, которые распознать с необходимой точностью достаточно трудно. Это сделать можно вручную, что не требует много времени и не будет давать значительных ошибок. Обозначим их соответственно (X_p, Y_p) – крайняя правая и (X_l, Y_l) – крайняя левая точка. С помощью этих точек будем определять все части лица.

Построение частей профиля, которые проходят через нос. При построении профиля носа используем несколько особенностей, которые отличают его среди всех частей лица:

1. Из всех точек лица высшая точка по z находится на носу;

2. При движении вдоль профиля от рта до носа мы наталкиваемся на стремительный перепад высот, который определит начало профиля носа;

3. Нос переходит в лоб, причем если отойти от профиля, уменьшая или увеличивая абсциссу x , то наблюдается уменьшение координаты z , но, когда мы доберемся до лба, координата z или не уменьшится, или это уменьшение будет незначительным [2].

Нахождение начальной точки. Сначала возьмем точку, которая находится посередине рта $(\frac{x_n+x_d}{2}, \frac{y_n+y_d}{2})$. Отметим, что эта точка находится на профиле головы.

Нахождение начала профиля носа. Начнем движение от начальной точки по направлению увеличения ординаты y , проверяя при этом изменение координаты z . Таким образом дойдем до некоторой точки, в окрестности которой начнет резко увеличиваться координата z (то есть $z_{yy} > z_{y21}$ – некоторое пороговое значение, которое определяется на практике, в разработанном программном продукте используется значение $z_{y21} = 2.5$). Эта точка и определит начало профиля носа.

Нахождение вершины носа. Вершущку определим, продолжая двигаться в направлении увеличения ординаты y , пока $z'_y > 0$, то есть пока увеличивается координата z . Искомая точка находится по условиям (1) и (2).

$$z'_y(x, y + \lambda) < 0, \quad (1)$$

$$z'_y(x, y - \lambda) > 0. \quad (2)$$

Нахождение конца профиля носа. Далее воспользуемся свойством носа. Начнем исследовать склоны с профилем, которые определяются значениями $z'_x(x - \delta, y), z'_x(x + \delta, y)$. Условие (3):

$$z'_x(x - \delta, y) > z_{x11}, \quad (3)$$

$z'_x(x - \delta, y) < z_{x11}$ (где z_{x11} – некоторое пороговое значение, которое определяет тангенс угла наклона; $z_{x11} = 0.5$) характеризует наличие склонов. Двигаясь в направлении увеличения ординаты y , доберемся до точки, для которой (4) – (7):

$$(4)$$

$$z'_x(x - \delta, y) > \varepsilon, \quad (5)$$

$$z'_x(x + \delta, y) < \varepsilon \quad (6)$$

$$z'_x(x - \delta, y + \lambda) < \varepsilon, \quad (6)$$

$$z'_x(x + \delta, y + \lambda) > \varepsilon. \quad (7)$$

Точка (x, y) будет искомой. Обозначим ее $(x_{нн}, y_{нн})$.

Построение границы носа. На предыдущем шаге был определен профиль носа по склонам на абсциссе x . Теперь, используя их, определим границу носа. Начнем движение от точки $(x_{нн}, y_{нн})$, которая представляет собой точку перехода носа на лоб, вдоль профиля по направлению уменьшения ординаты y с шагом δ . Рассмотрим k -й шаг (8):

$$x_k = x_{нн}, y_k = y_{нн} - k\lambda \quad (8)$$

(x_k, y_k) – точка профиля.

Зафиксируем ординату y и начнем с шагом δ уменьшать абсциссу x , наблюдая за величиной $z_x(x, y)$. Движение будет продолжаться, пока $z_x(x, y)$ не станет меньше порогового значения z_{x12} ($z_{x12} = 0.6$). Так найдем некоторую точку $(x_k^{(n)}, y_k^{(n)})$ на левой границе носа. Совокупность точек $(x_k^{(n)}, y_k^{(n)})$, $(x_k^{(n)}, y_k^{(n)})$ будет составлять границу носа, а все точки, которые лежат в этой области, формируют сам нос.

Построение линии бровей. Линии бровей начинаются с переносицы. Эта точка была найдена при построении профиля носа и обозначена как точка перехода нос-лоб $(x_{пл}, y_{пл})$. Рассмотрим некоторые особенности бровей. Пусть имеем точку (x, y) на бровях. Тогда при уменьшении ординаты y на λ произойдет резкое уменьшение ординаты z . Это условие запишем так (9):

$$z_x(x, y) < z_{x22}, (z_{x22} = 1.5). \quad (9)$$

Начнем движение от точки (x, y) в направлении уменьшения абсциссы x по линии $y = y_{пл}$. Рассмотрим k -й шаг. Имеем точку (x_k, y_k) : $x_k = x_{пл} - k\delta, y_k = y_{пл}$. Рассмотрим линию $x = x_k$. Будем двигаться вдоль нее по точкам $(x_k, y_k + l\lambda), l = 1, 2, \dots$ пока не найдем такую точку $(x_k^{(n)}, y_k^{(n)})$, которая будет выполнять неравенство (10):

$$z_{yy}^*(x_k, y_k + l\lambda) < z_{y22}. \quad (10)$$

Движение по направлению уменьшения абсциссы x останавливаем, когда выполняется условие $z_x^*(x_k, y_k) > z_{y23}$ ($z_{y23} = -1.3$), то есть, когда будет наблюдаться резкое уменьшение координаты z . Таким же способом будет строиться и левая бровь.

Построение контура глаз. Рассмотрим построение правого глаза. Для распознавания глаза используем найденную ранее бровь.

Нахождение крайней правой точки глаза. Начнем движение от средней точки брови по направлению уменьшения абсциссы x с шагом δ . Рассмотрим k -й шаг. Найдем (x_k, y_k) – точку брови. Зафиксируем абсциссу x и начнем двигаться по направлению уменьшения ординаты y (11):

$$x_k = x_{пл} - k\delta, \quad (11)$$

Точки контура глаза найдем из условий (12) – (14):

$$z_{yy}^*(x_k, y_{kl1}) > z_{y24} \quad (12)$$

$$z_{yy}^*(x_k, y_{kl2}) < 0, l_1 < l_2 < l_3, \quad (13)$$

$$z_{yy}^*(x_k, y_{kl3}) > z_{y24}, \quad (14)$$

где z_{y24} – некоторое пороговое значение, которое определяется на практике. Эти условия определяют наличие вогнутости на краях глаза и выпуклости посередине. Если возникает ситуация $l_3 - l_2 < 2$, то это неравенство определит крайнюю правую точку глаза.

Обратное движение. Движение организуем аналогично первому этапу с отличием в том, что двигаться по брови будем справа налево, пока не найдем крайнюю левую точку глаза. Так же будет строиться контур левого глаза [3].

Выводы. Предложенный метод способствует автоматическому нахождению контуров основных частей лица, определяя эмоции на изображении, преобразовывая B-сплайн кривые к контурам лица человека.

Данная технология имеет практическую ценность в системах визуального контроля эмоционального состояния человека во многих сферах деятельности, где требуется большая сосредоточенность и необходимость принимать решения в режиме реального времени.

Использование алгоритмов преобразования над изображениями, алгоритмов контурирования и скелетизации изображений, модификации метода контурных моделей, которые деформируются (метод гибких шаблонов), В-сплайн аппроксимизации кривых лежит в основе новой информационной технологии для анализа мимических проявлений эмоций. Основная идея предложенной технологии состоит в алгоритме автоматического получения гибких шаблонов (на базе NURBS-кривых) контуров бровей, глаз и рта, для чего используется контурирование, скелетизация изображений и преобразование точечных кривых с помощью В-сплайн аппроксимизации на гибкие шаблоны – NURBS-кривые.

Список использованных источников

1. Ефимов, Г.Н. Технология для моделирования и распознавания эмоциональной мимики на лице человека/ Г.Н. Ефимов // Искусственный интеллект, 2009. – С. 532-542.
2. Ekman P. Investigator's guide to the Facial Action Coding System / P. Ekman, W.V. Friesesen. – Part II. – Palo Alto, 1978. Режим доступа: www.pdfgeni.com/book/Facial-Action-Coding-System-manual-pdf.html.
3. Кривонос, Ю.Г. Информационная технология анализа мимических проявлений эмоциональных состояний человека / Ю.Г. Кривонос, Ю.В. Крак, А.В. Бармак // Кибернетика и системный анализ. - 2015. - Т. 51, № 1. - С. 30-39.