

Интерактивная сегментация изображений на основе клеточного автомата.

Конушин Вадим Сергеевич, Вежневцев Владимир Петрович

студент, к.ф.-м.н.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

E-mail: vadim@graphics.cs.msu.su, vvp@graphics.cs.msu.su

В настоящее время, алгоритмы интерактивной сегментации изображений встроены почти в каждый графический редактор. Они помогают избирательно применять различные фильтры к отдельным объектам на изображении, заменять фон на изображении. Интерактивная сегментация также используется в анализе медицинских данных (например, при сегментации рентгеновских снимков). В дополнение к этому, сегментация изображений является составной частью многих задач компьютерного зрения, таких как форма по силуэту, форма по стерео, отслеживание объектов и т.д.

Сегментация изображений получила сильный толчок в развитии в 2001 году, с разработкой алгоритма GraphCut[1], основанного на нахождении минимального разреза графа. После этого большинство разработок в данной области являлись развитием этого алгоритма. В [2] было предложено использовать цветовую статистику для уменьшения пользовательского ввода, в [3] использовалась пересегментация исходного изображения для ускорения алгоритма. Одним из главных недостатков всех этих алгоритмов является то, что их время реакции на дополнительный пользовательский ввод слишком велико. Именно поэтому, в рамках данной работы было решено использовать клеточный автомат для сегментации изображений: дополнительный пользовательский ввод в нём приводит только к локальным изменениям, которые вычисляются почти моментально.

В рамках предложенного алгоритма, получившего название GrowCut, каждый пиксель изображения представляется клеткой автомата. Состояние каждой клетки описывается вектором (l, θ, C) , где l – метка ('объект', 'фон', 'неизвестно'), $\theta \in [0,1]$ – сила клетки, C – вектор признаков клетки (RGB цвет соответствующего пикселя). Клетки, соответствующие пикселям, помеченным пользователем как принадлежащие объекту или фону, получают соответствующие метки и силу $\theta = 1$, все остальные клетки имеют силу $\theta = 0$, и метку 'неизвестно'. Вводится монотонно убывающая функция $g(x)$, изменяющаяся в диапазоне $[0,1]$, которая описывает близость цветов двух пикселей (x обычно является нормой разницы цветов пикселей). Базовый вариант развития клеточного автомата можно описать следующим образом: на каждой итерации каждую клетку p 'атакуют' все её соседи q (клетки, соответствующие соседним пикселям): если $\theta_q * g(\|C_p - C_q\|) > \theta_p$, то происходит 'захват' данной клетки – её метка меняется на метку 'захватчика', а её сила становится равной $\theta_q * g(\|C_p - C_q\|)$.

Уже данный базовый алгоритм способен решать сложные задачи сегментации, обладая при этом минимальным временем реакции на дополнительный ввод. В рамках данной работы были разработаны иерархический вариант алгоритма (на порядок увеличивающий его скорость), а также алгоритм, налагающий на границы итоговых сегментов дополнительные ограничения на гладкость. Эти алгоритмы были реализованы в виде плагина к графическому редактору Adobe Photoshop.

Литература

- [1]. Boykov Y. and Jolly M.-P., "Interactive graph cuts for optimal boundary and region segmentation of objects in n -d images. ", In Proc. of the International Conference on Computer Vision, vol. 1, 105-112, 2001.
- [2]. Rother C., Kolmogorov V. and Blake A. "GrabCut – interactive foreground extraction using iterated graph cuts." Proc. ACM Siggraph, 2004
- [3]. Li Y., Sun J., Tang C.-K., and Shum H.-Y., "Lazy Snapping", Siggraph, 2004