

УДК 004.8 + 004.032.26

ТЕКСТУРНАЯ СЕГМЕНТАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПРИ ПОМОЩИ
НЕЙРОННОЙ СЕТИ С КОЛОНЧАТОЙ ОРГАНИЗАЦИЕЙ

Гольцев А.Д.

*Международный научно-учебный центр информационных технологий и систем
НАН и МОН Украины*

Введение

Данная работа является продолжением работ по обработке зрительной информации, инициированных Н.М. Амосовым в отделе «Биологической и медицинской кибернетики» Института кибернетики, которым он руководил в течение многих лет. Сейчас эти работы продолжаются в «Отделе нейросетевых технологий обработки информации» Международного научно-учебного центра информационных технологий и систем. Основным направлением исследований Н.М. Амосова было познание высших интеллектуальных функций человеческого мозга и их моделирование, направленное на создание искусственного разума [1], [2]. Однако, при этом, Н.М. Амосов уделял значительное внимание разработке алгоритмов обработки зрительной информации. В отделе был выполнен целый ряд исследований, посвященных обработке зрительных изображений. Причем, Н.М. Амосов не только руководил этими работами, но и принимал в них непосредственное участие [3], [4].

Задача текстурной сегментации зрительных изображений имеет разную сложность в зависимости от наличия информации об изображении. Например, задача значительно облегчается, если указаны характерные точки для тех текстур, области которых должны быть очерчены на изображении. Используя эти точки, можно определить характерные текстурные признаки и соответствующим образом настроить параметры алгоритма сегментации. Этот подход относится к категории обучения с учителем, он в значительном количестве публикаций представлен в литературе [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11], [12], [13].

Другой подход к проблеме текстурной сегментации подразумевает использование универсальных текстурных признаков, причем, задача решается без обучения на заранее заданный набор текстурных классов. Этот подход относится к категории текстурной сегментации без учителя ([14], [15], [16]). Для большинства алгоритмов, в рамках этого подхода, необходимо задание количества выделяемых сегментов. Однако, также, предложены алгоритмы текстурной сегментации без учителя, не требующие никакой информации о сегментируемых изображениях (например, [5], [17]).

Цель работы

Цель данной работы состоит в разработке алгоритма на основе нейронной сети, способного выделять все однородные текстурные сегменты на изображении, о котором отсутствует какая-либо предварительная информация.

Описание алгоритма сегментации

Алгоритм сегментации является итерационной процедурой: в каждой итерации выделяется один односвязный и однородный текстурный сегмент. Для выделения текстурных признаков используются текстурные окна: изображение сканируется множеством пересекающихся текстурных окон. Из каждого текстурного окна выделяется M текстурных признаков, вместе составляющих паттерн признаков.

Среди всех паттернов текстурных признаков, выделенных из анализируемой области изображения, вычисляется такой паттерн, который имеет максимальное количество похожих на него паттернов. Постулируется, что найденный паттерн признаков наилучшим образом характеризует наибольший, однородный текстурный сегмент, содержащийся в анализируемой области изображения. Этот паттерн служит для формирования структуры связей нейронной сети, а соответствующее текстурное окно используется в качестве сердцевины искомого текстурного сегмента.

Основой модели является нейронная сеть с архитектурой в виде нейронных колонок. Каждая нейронная колонка служит для представления всех значений одного текстурного признака. Колончатая нейронная сеть делится на кластеры, по M нейронных колонок в каждом. Каждый кластер соответствует одному текстурному окну: паттерн текстурных признаков, выделенный из этого окна, представляются в кластере в нейронном формате.

В нейронной сети все связи (с единичными весами) создаются только между колончатыми нейронами соседних кластеров. Структура связей сети формируется заново для каждой итерации на основе найденного паттерна признаков, имеющего максимальное количество похожих паттернов.

Структура связей сети используется для выделения текстурного сегмента. Во всех кластерах активируются нейроны, представляющие паттерны признаков, выделенных из соответствующих текстурных окон. Эта начальная нейронная активность распространяется (только один раз) через структуру связей сети и создает вторичную активность тех же нейронов. Вторичная активность колончатых нейронов каждого кластера суммируется специальным представительным нейроном.

Сердцевина сегмента последовательно расширяется, шаг за шагом во всех направлениях, и это растущая область постепенно занимает весь искомый,

односвязный, однородный текстурный сегмент. Уровни активности представительных нейронов служат мерой сходства между сердцевиной искомого текстурного сегмента и пикселями анализируемой области. Каждый шаг расширения сопровождается тестированием новых пикселей. Процедура тестирования состоит в сравнении активностей представительных нейронов сравниваемых кластеров. Расширение прекращается, когда степень различия кластеров превышает заданный порог, т.е., когда оказывается, что активность представительских нейронов новых пикселей слишком низка. Тогда область, полученная в результате расширения, фиксируется в качестве выделенного текстурного сегмента, после чего соответствующая ей область изображения исключается из последующего анализа.

Поиск следующего текстурного сегмента осуществляется по тому же алгоритму, который вновь начинается с того, что среди паттернов текстурных признаков, выделенных из уменьшенной области изображения, вычисляется такой паттерн признаков, который имеет максимальное количество похожих на него паттернов.

Результаты работы

В результате работы создана компьютерная программа, реализующая описанный алгоритм текстурной сегментации. Работоспособность программа проверена на естественных черно-белых изображениях ландшафтного типа. Результаты сегментации таких изображений, полученные в экспериментах, демонстрируют эффективность модели для текстурной сегментации естественных изображений.

Выводы

Серия успешных экспериментов дает основания для вывода, что модель текстурной сегментации с экспериментально настроенными параметрами (фиксированными после настройки) выполняет правильную (с человеческой точки зрения) текстурную сегментацию широкого диапазона изображений.

Литература

1. Амосов Н.М. Моделирование мышления и психики / Н.М. Амосов. – Киев: Наукова думка, 1965. – 304 с.
Amosov N. M. Modelling of thinking and the mind / N. M. Amosov. – New York: Spartan Books, 1967.
2. Амосов Н.М. Алгоритмы разума / Н.М. Амосов. – Киев: Наукова думка, 1979. – 223 с. Amosov N. M. Algorithms of the Mind / N. M. Amosov. – Kiev: Naukova Dumka, 1979. – 223 p. (in Russian)

3. Амосов Н.М. Функциональная организация информационных процессов мозга и их связь со структурами нейронных сетей / Н.М. Амосов, А.Д. Гольцев, Э.М. Куссуль // Кибернетика – 1988. – № 5. – С. 113–119.
Amosov N. M. Functional organization of the brain informational processes and their relationship with the structures of neural networks / N.M. Amosov, A.D. Goltsev, E.M. Kussul // Cybernetics – 1988. – N 5. – P. 113–119. (in Russian)
4. Нейрокомпьютеры и интеллектуальные роботы / [Н.М. Амосов, Т.Н. Байдык, А.Д. Гольцев и др.]. – Киев: Наукова думка, 1991. – 269 с.
Neurocomputers and intelligent robots / [N.M. Amosov, T.N. Baidyk, A.D. Goltsev et al.]. – Kiev: Naukova dumka, 1991. – 269 с. (in Russian)
5. Todorovic S. Texel-based texture segmentation / S. Todorovic, N. Ahuja // 12th IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV): September 27 – October 4 2009 y.: Proc. – Kyoto, 2009. – P. 841–848.
6. Kussul E. M. On image texture recognition by associative-projective neurocomputer / E. M. Kussul, D. A. Rachkovskij, T. N. Baidyk // ANNIE'91 Conference, Intelligent Engineering Systems through Artificial Neural Networks: November 10 – November 13 1991 y.: Proc. – St. Louis, 1991. – P. 453–458.
7. Kussul E. M. Adaptive neural network classifier with multfloat input coding / E. M. Kussul, T. N. Baidyk, V. V. Lukovich, D. A. Rachkovskij // 6th International Conference “Neuro-Nimes 93”: October 25 – October 29 1993 y.: Proc. – Nimes, 1993. – P. 209–216.
8. Kussul E. M. Neural Networks and Micro Mechanics / E. M. Kussul, T. N. Baidyk, D. C. Wunsch. – New York: Springer, 2010. – 210 p.
9. Goltsev A. An assembly neural network for texture segmentation / A. Goltsev // Neural Networks. – 1996. – Vol. 9(4). – P. 643–653.
10. Goltsev A. Inhibitory connections in the assembly neural network for texture segmentation / A. Goltsev, D. C. Wunsch // Neural Networks. – 1998. – Vol. 11(5). – P. 951–962.
11. Гольцев А.Д. Нейронные сети с ансамблевой организацией / А.Д. Гольцев. – К.: Наукова думка, 2005. – 200 с.
Goltsev A.D. Neural networks with assembly organization / A.D. Goltsev. – Kiev: Naukova Dumka, 2005. – 200 p. (in Russian)
12. Gimel'farb G. Supervised texture segmentation by maximising conditional likelihood / G. Gimel'farb // Lecture Notes in Computer Science. – 2001. – Vol. 2134. – P. 169–184.
13. Melendez J. Multi-level pixel-based texture classification through efficient prototype selection via normalized cut / J. Melendez, D. Puig, M. A. Garcia // Pattern Recognition. – 2010. – Vol. 43(12). – P. 4113–4123.

14. Freixenet J. Yet another survey on image segmentation / J. Freixenet, X. Munoz, D. Raba, J. Marti, X. Cu // 7th European Conference on Computer Vision (ECCV): May 27 – June 2 2002 y.: Proc. – Copenhagen, 2002. – P. 408–422.
15. Rousson M. Active unsupervised texture segmentation on a diffusion based feature space / M. Rousson, T. Brox, R. Deriche // IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR'03): June 16 – June 22 2003 y.: Proc. – Madison, 2003. – Vol. 2. P. 699–704.
16. Clausi D. A. Design-based texture feature fusion using Gabor filters and co-occurrence probabilities / D. A. Clausi, H. Deng // IEEE Transactions on Image Processing. – 2005. – Vol. 14(7). – P. 925–936.
17. Fauzi M. F. A. A fully unsupervised texture segmentation algorithm / M. F. A. Fauzi, P. H. Lewis // British Machine Vision Conference: September 8 – September 11 2003 y.: Proc. – Norwich, 2003. – P. 519–528.