

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ РАСПОЗНАВАНИЕ ПЫЛЬЦЕВЫХ ЗЕРЕН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ХЭММИНГА

Н.Е. Ханжина, Е.Б. Замятина¹

Пермский государственный национальный исследовательский университет
им. А.М. Горького

¹ Национальный исследовательский университет «Высшая школа
экономики»,
Пермский Филиал

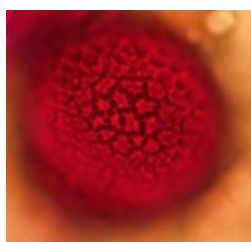
E-mail: nehanzhina@gmail.com, e_zamyatina@mail.ru

Задача распознавания пыльцевых зерен относится к области палинологии. Споро-пыльцевой анализ широко применяется для решения палеоботанических задач, при изучении состава перги и пыльцы в мёде (мелиттопалинология), при выяснении причин возникновения некоторых видов аллергий. Известно, что споро-пыльцевой анализ включает сбор пыльцевых зерен, их обработку (методы обработки выбирают в соответствии с задачей исследований) и, наконец, распознавание, т.е. отнесение распознанных пыльцевых зерен к тому или иному классу.

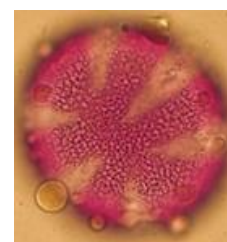
В настоящее время этот этап пыльцевого анализа в ПГНИУ (Пермский государственный национальный исследовательский университет) выполняется вручную и является трудоемким. Таким образом, актуальной становится задача автоматизации процесса распознавания пыльцы. Предполагается, что исходными данными для программной системы распознавания пыльцевых зерен являются фотографические изображения пыльцевых зерен (рис.1.), а результатом работы – заключение о том, к какому классу они принадлежат.



Гвоздика-
травянка



Крестоцветные



Мята

Рис. 1. Растровые фотографические изображения пыльцевых зерен, обработанные микроскопом

Результаты работы программной системы распознавания могут быть использованы следующим образом: по количеству и составу пыльцевых зерен в ловушке (один из способов сбора пыльцы) определяют начало периода пыления тех или иных растений, которые являются аллергенами.

Обычно возникает необходимость предупредить о начале пыления растений, способных вызвать аллергическую реакцию, людей, страдающих астмой или другими видами аллергических заболеваний. В свою очередь, анализ перги и пыльцевых зерен в меде позволяет сделать заключение о качестве исследуемого меда.

Растровые фотографические изображения пыльцевых зерен должны быть предварительно обработаны. Этап предварительной обработки изображения проводится с использованием функций библиотеки программ OpenCV[1], он включает в себя: (а) устранение шумовых помех на изображении, в том числе с использованием метода особых точек; (б) бинаризацию изображения; (в) сегментацию выделенных пыльцевых зерен с целью отнесения образа к тому или иному классу.

Для дальнейшего распознавания применялась нейронная сеть Хэмминга. Авторы уже пытались применить классические методы распознавания пыльцевых зерен (метод потенциальных функций и лингвистический метод)[2], однако они не дали желаемых результатов (54% верно распознанных изображений). Построение нейронной сети, распознающей изображение по эталонному образцу, является одним из неклассических способов распознавания. В качестве обучающего множества, или эталонных образцов, необходимо взять фотографии пыльцевых зерен каждого семейства при различных приближениях микроскопа, так как одно и то же пыльцевое зерно с разных ракурсов может выглядеть по-разному. Сеть Хэмминга характеризуется, по сравнению, например, с сетью Хопфилда, меньшими затратами на память и объемом вычислений, что становится очевидным из ее структуры[3].

Идея работы сети состоит в нахождении расстояния Хэмминга от тестируемого образа до всех образцов. Расстоянием Хэмминга называется число отличающихся битов в двух бинарных векторах. Сеть должна выбрать образец с минимальным расстоянием Хэмминга до неизвестного входного сигнала, в результате чего будет активизирован только один выход сети, соответствующий этому образцу. На этапе предварительной обработки изображений применялся еще метод особых точек.

Для оценки эффективности работы методов используются меры ошибок первого и второго рода. Ошибка первого рода - это "ложный пропуск" (false negative), когда интересующее нас событие ошибочно не обнаруживается. Ошибка второго рода - "ложное обнаружение" (false positive), когда при отсутствии события ошибочно выносится решение о его присутствии. Рассмотрим результаты тестирования (табл. 1):

Таблица 1. Результаты тестирования методов распознавания

| | Дудник | Клевер | Гречиха | Иван-чай | Гвоздика | Средние значения |
|---|--------|--------|---------|----------|----------|------------------|
| Количество зерен | 122 | 135 | 53 | 74 | 73 | 452 |
| Нормированный уровень ошибок первого рода | 20% | 36% | 26% | 23% | 32% | 28% |
| Нормированный уровень ошибок второго рода | 28% | 5% | 0% | 0% | 0% | 7% |
| Доля верно распознаваемых пропусков | 72% | 95% | 100% | 100% | 100% | 93% |
| Доля верно распознаваемых обнаружений | 80% | 64% | 74% | 77% | 68% | 72% |

Можно сделать вывод, что сочетание двух выше описанных методов дает достаточно хороший результат: средняя доля правильно распознаваемых изображений составляет 72%. Среди ошибок первого рода подавляющее большинство случаев приходится на зерна, снятые с внешнего слоя оболочки. Метод особых точек хорошо подходит для исключения на фотографических изображениях объектов, которые не являются пыльцевыми зернами (случайные разводы), что недоступно для нейронной сети Хэмминга. Не распознаются пыльцевые зерна с «размытыми» границами, форма их плохо определяется. Также проблемными для распознавания являются слипшиеся пыльцевые зерна, но их в выборке крайне мало, порядка двух пар слипшихся зерен из 250 зерен.

В дальнейшем планируется использовать методы бустинга (библиотека OpenCV, процедура построения композиции алгоритмов, в котором каждый алгоритм стремится компенсировать недостатки композиции предыдущих)[1]. Также планируется учитывать текстурные характеристики распознаваемых образов, продолжить исследования по применению нейронных сетей и провести исследования по оптимизации процесса распознавания по времени.

Библиографический список:

1. Bradsky G., Kaehler A. "Learning OpenCV. Computer Vision with the OpenCV Library", 2008 г., [Электронный ресурс]. Доступно на сайте: www.cse.iitk.ac.in/users/vision/.../OReilly%20Learning%20OpenCV.pdf, Проверено 15.09.2014
2. Черных А.Н., Замятина Е.Б. Проблемы применения классических методов распознавания образов для фотографических изображений пыльцевых зерен. Доклады Всероссийской научной конференции «Анализ изображений, сетей и текстов» (АИСТ'2013), Екатеринбург, Россия, 4-6 апреля 2013 г., М: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2013, ISBN 978-5-9556-0148-9, стр. 160-168
3. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации / Пер. с польского И.Д.Рудинского. – М.: Финансы и статистика, 2002. – с. 176-186

Сведения об авторах

Ханжина Наталья Евгеньевна – студентка 4 курса бакалавриата, дата рождения: 02.03.1993г.

Замятина Елена Борисовна – к.ф.-м.н., доцент, дата рождения: 08.08.1950г.

Вид доклада: **устный** (/ стендовый)