

Нейросетевое программное обеспечение устройства для проведения микробиологических анализов в полевых условиях

Наталья Томашевич (Москва)

В работе рассмотрена методика разработки программного обеспечения на основе нейросетевых алгоритмов для специализированного оборудования, которое предназначено для проведения анализов веществ на заражённость какими-либо вирусами. Цель работы программы – распознавание на цифровом изображении, полученном с микроскопа, специальных магнитных частиц, реагирующих на наличие вирусов в пробе.

ВВЕДЕНИЕ

Российскими учёными было разработано устройство, позволяющее выполнять микробиологические анализы в полевых условиях. Для удобства работы это устройство размещено в чемоданчике средних размеров. Последний спроектирован таким образом, чтобы не знакомый с медициной и микробиологией человек мог быстро проверить воду, продукты пита-

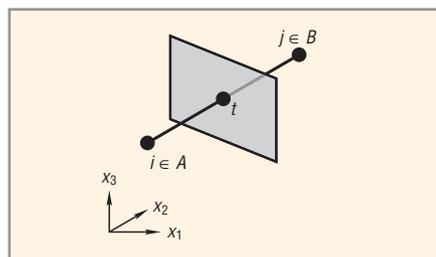


Рис. 1. Пример построения гиперплоскости (серый прямоугольник), разделяющей точки i и j в трёхмерном входном пространстве

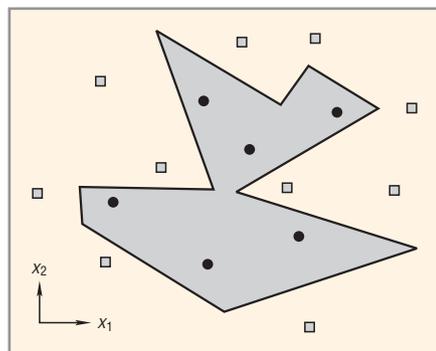


Рис. 2. Пример построения разделяющей области для двумерного входного пространства

ния, любые вещества и предметы на заражённость каким-либо вирусом, опасным для человека, и оценить степень риска.

В качестве реактива используется специальный порошок, состоящий из мельчайших магнитных частиц, в которые внедрены антитела. Этот порошок насыпается на стекло с анализируемым объектом, например водой. Магнитные частицы «примагничиваются» к вирусам, спектр которых весьма широк (все виды вирусов, которые можно обнаружить с помощью антител).

Таким образом, для определения степени заражённости объекта требуется подсчитать число магнитных частиц в анализе. Для этого чемоданчик оборудован микроскопом, изображение с которого передаётся на планшетный компьютер. Специальное устройство преобразует изображение, полученное с микроскопа, в цифровую форму. И, наконец, в работу вступает программное обеспечение, которому и посвящена эта статья.

Далее мы кратко рассмотрим алгоритм построения нейронной сети. Более подробное его описание можно найти в [1]. Затем мы остановимся на вопросе выбора параметров системы и оценим полученные результаты.

АЛГОРИТМ ПОСТРОЕНИЯ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

Для решения задач обработки изображений, сводящихся к задаче

классификации с двумя классами образов, нами был разработан следующий стандартный алгоритм построения нейронной сети.

В каждой точке (x, y) исходного изображения формируется окно размером $N \times N$. Из содержимого окна формируется вектор признаков, который подаётся на вход нейронной сети. На выходе нейронная сеть должна выдать +1, если окно содержит искомый объект (в нашем случае магнитную частицу), и -1 в противном случае.

Для построения нейронной сети сформируем обучающую выборку. Каждый пример обучающей выборки содержит входной вектор признаков и указание о том, содержится ли во входном окне искомый объект или нет.

Алгоритм построения нейронной сети основан на построении разделяющих плоскостей между входными векторами признаков двух различных классов образов. Рассмотрим эту методику на примере трёхмерного входного пространства (размерность входного вектора признаков равна трём) с двумя классами образов A и B (см. рис. 1). Пусть пример $i \in A$, а пример $j \in B$. Проведем отрезок через точки i и j . Середину отрезка обозначим точкой t . Теперь построим плоскость, проходящую через точку t перпендикулярно вектору ij . Она и будет оптимальной плоскостью, разделяющей точку $i \in A$ и точку $j \in B$.

Группируя построенные таким образом плоскости, мы получим выпуклую область. Совокупность выпуклых областей позволяет реализовать любую разделяющую поверхность. При таком методе построения нейронной сети ошибка на обучающей выборке всегда равна нулю. На рисунке 2 приведён пример построения разделяющей области для двумерного входного пространства.

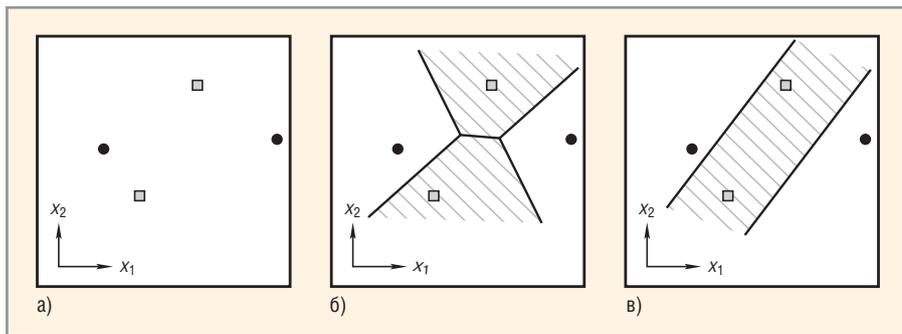


Рис. 3. Демонстрация разницы в виде плоскостей при наличии и отсутствии инвариантности к яркости изображения

(а) обучающая выборка; (б) вид разделяющей поверхности при отсутствии инвариантности к яркости изображения; (в) вид разделяющей поверхности при наличии инвариантности к яркости изображения

В работе [1] приведен алгоритм построения плоскости, разделяющей точки $i \in A$ и $j \in B$, независимо от яркости изображения. На рисунке 3 показана разница в виде плоскостей при наличии и при отсутствии инвариантности к яркости изображения.

ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ

Первый вопрос, который необходимо решить в самом начале работы, – выбрать размерность изображения для обработки. Размерность выбирается таким образом, чтобы распознаваемые объекты – в нашем случае магнитные частицы – были минимального размера, но при этом различимы человеческим глазом. Минимизация размера изображения необходима для того, чтобы уменьшить размеры распознаваемых объектов, что, в свою очередь, приведёт к уменьшению числа входов нейронной сети и, соответственно, к сокращению времени обработки изображения. Требование различимости объектов человеческим глазом является критерием остановки при минимизации размеров изображения. Мы выбрали для входного изображения размер 320×240 пикселей. При этом диаметр магнитных частиц изменяется от 2 до 15 пикселей.

Сами магнитные частицы обычно имеют круглую или близкую к ней форму (см. рис. 4). Они могут быть светлее фона, темнее фона, могут быть выпуклыми и плоскими, могут слипаться. На изображении могут присутствовать ложные объекты произвольной формы (см. рис. 5). Яркость и контрастность изображения также могут быть произвольными. Это связано с тем, что лампа, освещающая стекло с анализом, устанавливается вручную, как и настройка рез-

кости микроскопа. Поскольку с системой будут работать не специалисты по настройке изображений, это приводит к высокому уровню шума на некоторых изображениях. На рисунке 5 приведены фрагменты таких изображений, не содержащие магнитных частиц.

Теперь остановимся на вопросе формирования входного вектора признаков из сканируемого квадратного окна. Здесь перед нами стоит задача минимизации числа входов нейронной сети, что позволит существенно сократить время обработки изображения.

Максимальный диаметр магнитной частицы составляет 15 пикселей. Взяв с запасом, получим диаметр входного окна в 17 пикселей. Поскольку магнитные частицы имеют круглую форму, целесообразно применить круглое входное окно. Если магнитная частица имеет небольшой размер, необходимо рассмотреть её более детально. Для крупных частиц мы можем усреднить некоторые входы. С учётом изложенного подойдёт входное окно, показанное на рисунке 6 и содержащее всего 89 входов. Отметим, что если бы мы взяли квадратное окно аналогичного размера (17×17 пикселей), то число входов нейронной сети возросло бы до 289.

Выбрав размерность изображений и вид входной матрицы, сформируем обучающую выборку и обучим сеть. Назначение сети – выделение магнитных частиц на изображении. Для подсчёта магнитных частиц применяется стандартный эвристический алгоритм.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Поскольку используемый метод построения нейронной сети на обу-

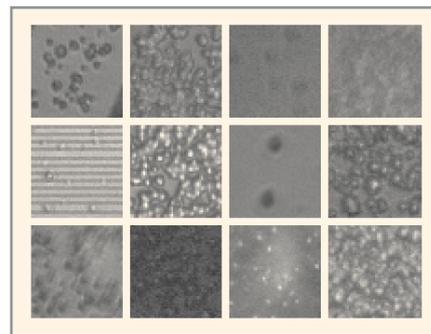


Рис. 4. Примеры магнитных частиц

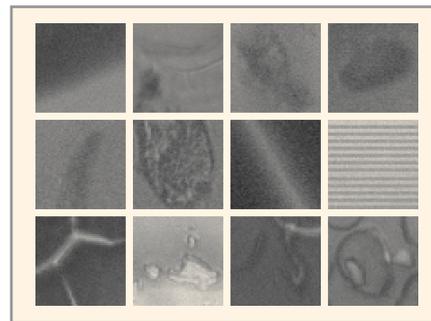


Рис. 5. Фрагменты изображений, не содержащие магнитных частиц

чающей выборке всегда даёт ошибку, равную нулю, то нам интересно оценить обобщающие свойства этого метода на другой тестовой выборке. С этой целью были набраны новые изображения. На рисунке 7 показаны примеры выделения магнитных частиц нейронной сетью на фрагментах изображений. Мы не приводим изображений целиком, т.к. по сравнению с их размерами (320×240 пикселей) размеры магнитных частиц очень малы (от 2 до 15 пикселей).

Как было указано [1], описанный выше метод обладает высокой селективностью: все магнитные частицы, различимые человеческим глазом при достаточной контрастности изображения, выделялись успешно,

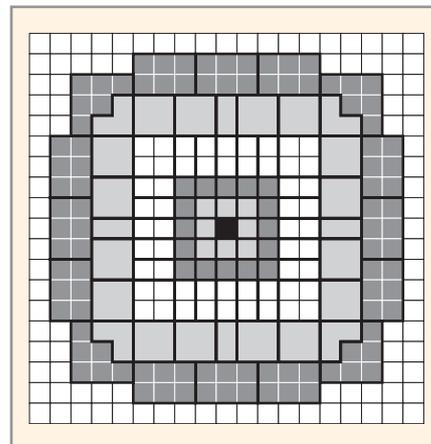


Рис. 6. Преобразование квадратного окна размером 17×17 пикселей в круглое окно

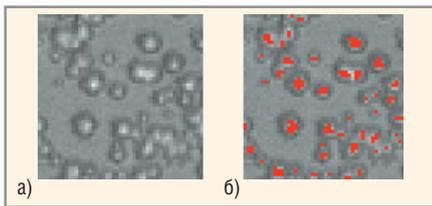


Рис. 7. Выделение магнитных частиц нейронной сетью:

(а) исходный фрагмент изображения; (б) этот же фрагмент, обработанный нейронной сетью. Красным цветом обозначены точки, выход сети в которых равен +1 (наличие магнитной частицы)

независимо от яркости, размера и других параметров. В случае высоко-го уровня шума на изображении его участки, похожие по форме на магнитные частицы, также выделялись нейронной сетью как магнитные частицы. Однако визуальная система человека также распознавала эти области как магнитные частицы (априори было известно, что данные изображения анализов не содержат вирусов, а следовательно, и магнитных частиц). Поэтому, говоря о качестве обучения

нейронной сети, можно утверждать, что она обучена до уровня человеческой визуальной системы.

Время обработки одного серого изображения 320 × 240 пикселей составляет от 1 до 3 с на компьютере с тактовой частотой процессора 2,4 ГГц.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Томашевич Н.* Методика разработки нейросетевых алгоритмов для решения задач обработки изображений (часть 1). Современная электроника. 2007. № 3, 4. ©

Новости мира News of the World Новости мира

Достижения Intel в области кремниевой фотоники

В течение 2007 г. исследовательским подразделениям компании Intel удалось добиться существенного прогресса в области освоения компонентов кремниевой фотоники. Целый ряд ключевых достижений позволяет компании делать прогноз на появление этой технологии в коммерческих продуктах уже в 2010 г. Пожалуй, наиболее на сегодняшний день эффективный пример использования оптического интерфейса в компьютере – уже созданная тестовая платформа, где подобный интерфейс используется для обмена данными с модулем памяти FB-DIMM. При этом на данной системе благополучно загружается и запускается Microsoft Windows.

Использование световых сигналов для передачи данных рассматривается сейчас как одна из немногих возможных перспективных технологий, которые позволят в будущем преодолеть ограничения, присущие передаче электрических сигналов через металлические проводники. Всё более возрастающая производительность процессоров приводит к тому, что узким местом становятся его интерфейсы с «остальной» системой, а особенно – с оперативной памятью. Кроме увеличения пропускной способности, оптические интерфейсы позволяют в случае необходимости без ущерба для скоростных характеристик «отодвинуть» соединяемые компоненты на гораздо большие расстояния, чем это позволяют сделать традиционные медные проводники.

Усилиями лаборатории Intel Photonics Technology Lab (PTL) была доказана возможность производства всех компонентов для оптических коммуникаций – лазеров, модуляторов и демодуляторов – на базе имеющихся технологий произ-

водства полупроводников. В PTL уже были продемонстрированы важнейшие компоненты кремниевой фотоники, работающие с рекордной производительностью, включая модуляторы и демодуляторы, обеспечивающие скорость передачи данных до 40 Гбит/с.

В области полупроводниковой фотоники Intel уже вышла на финишную прямую. Исследования в области интеграции оптических элементов уже перешли от стадии научных или технологических разработок к этапу создания коммерческой продукции. Исследовательская группа теперь занимается определением возможностей и спецификаций для проектирования новаторской продукции на базе этой революционной технологии. В конечном счёте специалисты Intel создают опытные образцы и тесно сотрудничают с подразделениями, занимающимися разработкой различных видов продукции, чтобы ускорить внедрение новой технологии.

3dnews.ru

Intel откладывает покупку EUV-сканера

Согласно имеющейся информации, корпорация Intel отказалась от закупки тестового (alpha tool) сканера для EUV-литографии (литография с использованием жёсткого ультрафиолетового излучения, вакуумная литография) у японской корпорации Nikon. Как сообщает источник из среды производителей полупроводникового оборудования, Nikon намеревалась предоставить Intel тестовый образец EUV-сканера до конца прошлого года, однако не смогла уложиться в срок. В конце концов, по данным источника, обе компании договорились о продолжении исследований в токийской лаборатории, поскольку «доставка оборудования заняла бы слишком много времени».

В любом случае данное событие является ещё одним подтверждением глубокого «кризиса идеи», постигшего EUV-литографию. Первоначально технология была предназначена для производства микросхем по 45-нм проектным нормам, сейчас сроки её внедрения отодвинуты как минимум до 2011 г. к моменту старта 22-нм производства. Часть отраслевых экспертов и вовсе полагают, что технологии не суждено дойти до коммерческого применения, хотя бы ввиду высокой стоимости оборудования. Так, по расчётам аналитиков, цена только одного сканера в будущем может составить от 60 до 100 млн. долл. США.

Однако в стане оппонентов вакуумной литографии дела обстоят ничуть не лучше. Конкурирующие методики, такие как иммерсионная оптическая литография с двойным экспонированием (immersion lithography with double patterning), наноимпринт-литография (nano-imprint lithography) или электроннолучевая литография множественным пучком (multi-beam e-beam lithography), являются скорее раздражителями, а не настоящей альтернативой, поскольку находятся на ещё большем расстоянии от коммерческого воплощения, чем EUV-литография.

Напомним, что главными проводниками EUV-литографии являются корпорация Intel, два крупнейших производителя флэш-памяти Samsung и Toshiba, а также целая группа производителей чипов оперативной памяти, объединённых под одним знаменем бельгийским исследовательским центром IMEC. Производством оборудования для EUV-литографии, кроме Nikon, занята ещё и голландская ASML, уже успевшая отгрузить два сканера: американской лаборатории Albany Nanotech и вышеупомянутой IMEC.

eetimes.com

Конверторы и ресиверы SHARP – правильный выбор для построения системы приёма телевизионного сигнала

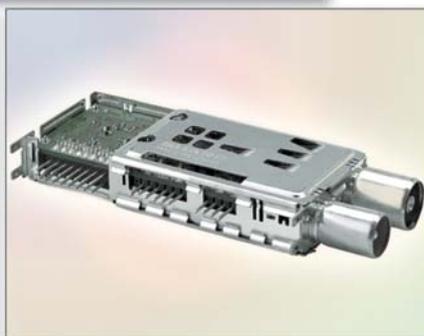


- BS1R8EL100A** универсальный LNB 8-го поколения с 1 выходом
- BS1R6EL100W** универсальный LNB "low noise" 8-го поколения с 1 выходом
- BS1R8EL200A** универсальный LNB 8-го поколения с 2 выходами
- BS1R8EL400A** универсальный LNB 8-го поколения с 4 независимыми выходами
- BS1R8EL500A** универсальный LNB 8-го поколения с 4 выходами



Новый Super Compact DVB-T приемник VA1K5ED6255

- Монтаж вертикальный
- Демодулятор 2L10353 Zarlink
- Коэффициент шума 6 дБ
- Потребляемая мощность 1,17 Вт



Новый Super Compact DVB-C приемник VA101CD6405

- Монтаж горизонтальный
- Демодулятор STV0297E
- Коэффициент шума 6 дБ
- Потребляемая мощность 1,36 Вт



Новый Super Compact DVB-S приемник BS2F7HZ7395

- Монтаж горизонтальный
- Демодулятор STV0288
- Коэффициент шума 8 дБ
- Потребляемая мощность 425 мВт

**Произведены мировым лидером в индустрии спутниковых приёмных систем.
Все конверторы работают с цифровыми и аналоговыми сигналами**

Официальный дилер на территории России и стран СНГ