

Маньков И.Р.

*Научный руководитель: к.т.н., доцент, декан ФИТ С.А. Щаников
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени
Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
E-mail: mankov.98@mail.ru*

Оптимизация аппаратной реализации нейросетевых алгоритмов распознавания заболеваний молочных желез по маммографическим снимкам

Современные технологии в медицине развиваются так же стремительно, как и в любой другой области человеческой деятельности. Диагностирование заболеваний также не стоит на месте. Одними из средств помогающих врачам проводить диагностику являются маммограф и создаваемые им маммограммы.

Маммография является наиболее эффективным методом диагностики злокачественных образований молочной железы. Достоверность маммографии в сочетании с физикальными методами обследования достигает 96%. В данной работе будет рассмотрен один из способов диагностирования заболеваний молочной железы с помощью векторов текстурных признаков и искусственной нейронной сети (ИНС).

Для формирования векторов признаков будут использоваться статистические моменты пространственного распределения второго порядка, которые также называются текстурными признаками Харалика. В данной работе выбраны двадцать пять текстурных признаков. Для вычисления численных значений признаков требуется сначала найти матрицу совместных вхождений уровней серого или GLCM. Для её получения изображение переводится в градиент серого и проходя по всей матрице заносим количество вместе стоящих пар уровней серого.

Так как каждый признак вычисляется для матрицы GLCM, повернутой на 0°, 45°, 90° и 135°, соответственно и количество признаков для одного снимка будет в четыре раза больше и будет равно ста. Для матрицы 0° уровни сравниваются по горизонтали, для 45° уровни сравниваются по побочной диагонали, для 90° уровни сравниваются по вертикали, а для 135° уровни сравниваются по главной диагонали.

В итоге получается четыре матрицы GLCM размерностью 256 на 256 элементов. Как правило, полученную матрицу GLCM приводят к нормализованной матрице, каждый элемент которой вычисляется согласно формуле 1.

$$P_n(i, j) = \frac{P(i, j)}{S}, (1)$$

где $P(i, j)$ – элемент матрицы P , содержащий количество случаев соседнего расположения пикселей с уровнями серого i и j ;

S – сумма всех элементов матрицы P .

Дальше по полученным данным рассчитываются сами признаки. После нахождения всех признаков проводится нормализация. Нормализацию решено делать от максимального в обучающей выборке. То есть будем находить наибольшее значение среди признака в выборке и делить на этот коэффициент все соответствующие признаки. При необходимости также проводят выбор признаков (feature selecting).

Feature selecting – это отбор признаков для машинного обучения. Были выбраны следующие методы отбора признаков:

1. Метод отбора признаков связанный с их коллинеарностью, т.е. сильной корреляцией двух признаков между собой. Для ИНС этот параметр очень критичен так, как приводит к снижению производительности обобщения её данных из-за высокой дисперсии и меньшей интерпретируемости модели. В данном методе находятся коллинеарные предикторы на основе

значения коэффициента корреляции и для каждой пары определяется один признак, который удаляется.

2. Метод для нахождения признаков с низкой важности основан на предыдущем, но в нём находятся значения с наименьшей важностью и не влияющие на вклад в заданном проценте от общего.

3. Исключение константных признаков.

После всех преобразований формируется обучающая выборка для ИНС. На входные нейроны поступают полученные признаки, а на выходе мы получаем ответы от трёх нейронов. На основании этих данных и делается вывод о типе заболевания изображенного на маммографическом снимке (1 нейрон — киста, 2 нейрон — рак, 3 нейрон — фиброаденома). На программном уровне ИНС реализуется с применением языка программирования Python.

Для технической реализации обученной нейронной сети с обеспечением заданной точности и надежности функционирования, но с меньшими аппаратными затратами и временем получения результата по сравнению с универсальным вычислителем, на первом этапе планируется использование микрокомпьютера МВ 77.07. Это одноплатный компьютер на процессоре K1879XB1Я. Система построена на основе двух процессорных ядер — ARM11 (ARM1176JZF-S) и дополнительного DSP-процессора оригинальной архитектуры NeuroMatrix, который входит в блок декодирования аудиосигналов. Рабочая частота ARM-процессора — 324 МГц (и DSP — тоже). Применение такой элементной базы позволит организовать векторно-матричное умножение параллельно всего за несколько тактов.

На втором этапе планируется техническая реализация ИНС с применением нового вида аппаратных средств на базе мемристивных устройств [11]. Результаты тестирования производительности таких устройств [11] позволяют сделать вывод о их перспективности в области решения задач искусственного интеллекта. Авторами доклада разрабатывается вариант аппаратной реализации ИНС на базе отечественных мемристоров, производимых в ННГУ им. Н.И. Лобачевского [12].

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №19-07-01215 и Стипендии Президента РФ СП-5411.2021.5.

Литература

1. Садыков С.С., Буланова Ю.А., Захарова Е.А. Автоматизированная обработка и анализ маммографических снимков, – Изд-во ВлГУ, 2014. – 208 с.
2. Гайдель А.В., Первушкин С.С. Исследование текстурных признаков для диагностики заболеваний костной ткани по рентгеновским изображениям // Компьютерная оптика – 2013. – Т.37, №1. –С. 113-119.
3. Vapnik V. The Nature of Statistical Learning Theory, – Springer, 2000. – 314p.
4. AI с Python – Нейронные сети [Электронный ресурс] // URL: <https://coderlessons.com/tutorials/python-technologies/izuchit-iskusstvennyi-intellekt-s-python/ai-s-python-neironnye-seti> (дата обращения:20.05.2020).
5. Рашид Т. Создаем нейронную сеть, – Даиалектика, 2019. – 269 с.
6. Киста Большая медицинская энциклопедия: [Электронный ресурс] // URL: <https://бмэ.орг/index.php/КИСТА> (дата обращения: 20.05.2020).
7. Рак Большая медицинская энциклопедия: [Электронный ресурс] // URL: <https://бмэ.орг/index.php/РАК> (дата обращения: 20.05.2020).
8. Фиброаденома Большая медицинская энциклопедия: [Электронный ресурс] // URL: <https://бмэ.орг/index.php/ФИБРОАДЕНОМА> (дата обращения: 20.05.2020).
9. Н.А.Лагунов, А.С. Якшин Обобщенная схема реализации сверточной нейронной сети на аппаратной платформе NeuroMatrix // Математическое моделирование в управлении, науке и технике - 2013 - Стр. 85-89

10. Черников В., Виксне П., Шелухин А., Шевченко П., Панфилов А., Косоруков Д., Черников А. Семейство процессоров обработки сигналов с векторно-матричной архитектурой от NeuroMatrix // Компоненты и технологии -2006. -№ 8 - Стр. 77-78.

11. Mikhaylov, Alexey, et al. "Neurohybrid memristive CMOS-integrated systems for biosensors and neuroprosthetics." *Frontiers in neuroscience* 14 (2020): 358.

12. Filatov D. et al. Noise-induced resistive switching in a memristor based on ZrO₂(Y)/Ta₂O₅ stack. *Journal of Statistical Mechanics Theory and Experiment*. 2019. 124026. 10.1088/1742-5468/ab5704.