

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ РАСПОЗНАВАНИЯ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ РЕНТГЕНОГРАММ

Е. В. Лисица, Е. Е. Рак

Кафедра системного анализа и компьютерного моделирования, факультет радиофизики и компьютерных технологий, Белорусский государственный университет

Минск, Республика Беларусь

E-mail: rak.alena93@gmail.com, ylisitsa@gmail.com

Данная работа предоставляет краткий обзор существующих методов распознавания образов, а также сравнительные результаты использования некоторых из них на изображениях рентгенограмм с помощью программного пакета *ImageJ*

ВВЕДЕНИЕ

Методы цифровой обработки данных занимают важную часть в медицине. Одной из востребованных областей их применения является исследование рентгенограмм с целью диагностики различных отклонений. В данной работе будут рассмотрены методы распознавания образов в изображениях рентгенограмм, в частности такие как поиск (сравнение) образов. Также будет проведен сравнительный анализ данных методов на ряде рентгенограмм лучезапястных суставов с помощью существующих программных пакетов.

I. ОБЗОР МЕТОДОВ РАСПОЗНАВАНИЯ

В основе распознавания образов лежит сравнение исходного образца (шаблона) с входным изображением. Исходный образец «скользит» по изображению и при этом происходит постоянное сравнение этого образца с исследуемым фрагментом изображения. В качестве коэффициента используемого для сравнения могут использоваться различные методы: метод квадрата разницы, метод корреляции, метод коэффициента корреляции, а также их нормализованные значения. Для используемых методов расчета введем следующие обозначения: I - входное изображение, T - шаблон R - результирующее изображение

Метод евклидова расстояния: для расчета данной метрики используется квадрат евклидова расстояния, рассчитанный по формуле:

$$R_{sq}(x, y) = \sum_{x', y'} [T(x', y') - I(x + x', y + y')]^2 \quad (1)$$

В случае, когда образец совпадает с исследуемым фрагментом, значение метрики стремится к нулю, а в случае их несоответствия друг к другу - к бесконечности.

Корреляция: в этом методе рассчитывается коэффициент корреляции между образцом и фрагментом изображения по формуле:

$$R_{corr}(x, y) = \sum_{x', y'} [T(x', y') * I(x + x', y + y')]^2 \quad (2)$$

При схожести образца с фрагментом его значение стремится к единице.

Корреляция с расчетом среднего: в данном методе расчет коэффициента корреляции происходит между образцом и преобразованным фрагментом изображения. Формулы для расчета взяты из источника [5]. При использовании данной метрики идеальное совпадение будет равно 1, а идеальное несовпадение будет равно -1. Значение, равное 0, значит, что между шаблоном и входным изображением отсутствует корреляция.

Нормализация методов: каждому из перечисленных методов соответствует нормализованная версия. Нормализованные методы являются крайне полезными, поскольку помогают снизить негативные эффекты, возникающие из-за разницы в освещении шаблона и входного изображения. При нормализации исходные метрики делятся на коэффициент Z :

$$Z(x, y) = \sqrt{\sum_{x', y'} T(x', y')^2 * \sum_{x', y'} I(x + x', y + y')^2}$$

В дальнейшем будем обозначать метрику нормализованного евклидова расстояния как R_{sqn} , нормализованной перекрестной корреляции - R_{corr_n} , R_{coeff_n} .

II. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В первой части исследования были экспериментально изучены с целью выбрать лучший для дальнейшей работы в области распознавания образов в рентгенографии некоторые из наиболее популярных методов, а именно такие, как: евклидово расстояние, нормализованное евклидово расстояние, перекрестная корреляция, нормализованная перекрестная корреляция, коэффициент корреляции, нормализованный коэффициент корреляции. Исследование проводилось с помощью программного дополнения к *imageJ* - *template matching plugin*, использующий библиотеку *openCV*.

В качестве исследуемых изображений рассматривалось 20 рентгеновских снимков лучезапяст-

ных суставов, представляющих собой полутоновые изображение в градациях серого цвета, где на каждый пиксель выделяется 8 битов. Большинство снимков значительно отличались между собой по яркости, контрастности, присутствию инородных объектов на изображении (яркие металлические предметы и черные пятна - замазанные данные пациентов), а также углу наклона относительно всего изображения. В качестве шаблона был использован фрагмент изображения лучезапястных суставов.



Рис. 1 – Исследуемые изображения А) Искомый шаблон Б) Пример изображения рентгенограммы.

В ходе исследования методов распознавания шаблонов также исследовалось влияние поворота исходного изображения до прямого угла между лучевой костью и нижним краем изображения на результат работы методов. Кроме того, в некоторых случаях, когда методы давали отрицательный результат, дополнительно использовалась регулировка яркости изображения, что также оказывало влияние на результат распознавания шаблонов.

III. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Каждый из методов был применен на исходных изображениях без каких-либо изменений, затем был применен поворот изображения и регулировка яркости. В качестве шаблона было использовано изображение А на рисунке 1. Процент корректно найденных совпадений приведен в таблице 1. Несмотря на то, что методы, ос-

нованные на метриках R_{corr} и R_{coeff} показали одинаково хорошие результаты, их поведение без предварительной обработки было различным. Для метода, основанном на метрике R_{corr} , все изображения, на которых не было найдено корректное совпадение, обладали большим наклоном, в отличие от метода R_{coeff} , для которого половину некорректных совпадений составляли изображения с низкой контрастностью.

Таким образом, после исследования методов распознавания шаблонов пришли к следующим выводам:

1. Методы, основанные на метриках R_{corr} и R_{coeff} одинаково хороши для решения практических задач в области распознавания образов в рентгенографии при условии предварительной обработки, включающей в себя изменение угла наклона и регулировку яркости.
2. Метод, основанный на метрике R_{corr} мало чувствителен к предварительной обработке изображений и не является пригодным для применения в области распознавания образов в рентгенографии
3. В условиях ограниченных вычислительных ресурсов предпочтение стоит отдать методу, основанному на метрике R_{sq} , предварительно проведя обработку изображений.
4. В случае, если на изображении много посторонних предметов, цвет которых контрастирует с цветом объекта, следует избегать использования метода, основанного на метрике R_{coeff} .

1. Gary Bradski, Adrian Kaehler, «Learning OpenCV: Computer Vision with the OpenCV Library», O'Reilly Media, 2008
2. Prewitt, JMS and Mendelsohn, ML (1966), «The analysis of cell images», Annals of the New York Academy of Sciences 128: 1035-1053
3. Schuermann, Juergen (1996). Pattern Classification: A Unified View of Statistical and Neural Approaches. New York: Wiley
4. Fukunaga, Keinosuke (1990). Introduction to Statistical Pattern Recognition (2nd ed.). Boston: Academic Press
5. Kulikowski, Casimir A.; Weiss, Sholom M. (1991). Computer Systems That Learn: Classification and Prediction Methods from Statistics, Neural Nets, Machine Learning, and Expert Systems. Machine Learning. San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers.

Таблица 1 – Результаты исследования

Изображения	Метрика для сравнения					
	R_{sq}	R_{corr}	R_{coeff}	R_{sqn}	R_{corr}	R_{coeff}
Исходные	65%	0%	25%	55%	80%	80%
Преобразование поворота и изменение контрастности	85%	5%	35%	75%	100%	100%