



А.С. Преображенский, Н.Ю. Ильясова

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИЗНАКОВ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ СОСУДИСТОЙ ПАТАЛОГИИ

(Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет))

Стремительное развитие вычислительной техники достигло очень высокого уровня, в результате чего, компьютерные системы почти перестали выполнять функции обработки информации. На сегодняшний день, одним из основных требований к программным системам является интеллектуальность, что подразумевает самостоятельность в принятии решений, способность обучаться и развиваться после внедрения. Одной из областей в медицине, в которой применяется диагностика по изображениям, является офтальмология. Существует подход диагностики различных заболеваний по состоянию сосудистой системы глазного дна на основе измерения различных параметров сосудов. Примерами таких заболеваний являются: сахарный диабет, гипертоническая болезнь, атрофия зрительного нерва, перифлебит сетчатки. На рисунке 1 приведены примеры изображений глазного дна при наличии патологий.

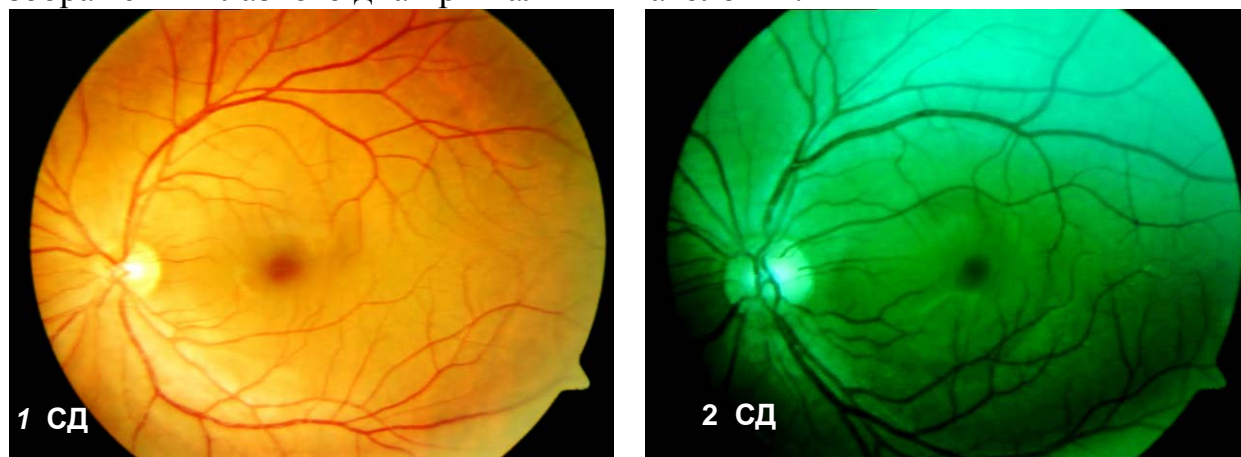


Рис. 1. Примеры диагностических изображений глазного дна

Целью работы является исследование эффективности признаков на основе дискриминантного анализа.

В работе рассматриваются геометрические признаки, предложенные в работах [1-3]. Такими признаками являются:

1. Средний диаметр ветви;
2. Прямолинейность. Характеризует отклонение трассы от прямолинейного направления;
3. Чёткообразность. Характеризует неравномерность толщины объекта;
4. Амплитуда колебаний толщины. Характеризует отклонение продольных границ объекта от прямой линии;



5. Частота колебаний толщины. Характеризует изменение направления продольных границ объекта на единицу его длины;
6. Извилистость толщины. Характеризует скорость изменения функции толщины вдоль трассы;
7. Частота колебаний трассы. Характеризует число изменений направления трассы на единицу длины трассы;
8. Амплитуда колебаний трассы. Характеризует степень отклонения хода трассы от прямолинейного;
9. Извилистость трассы. Характеризует скорость изменения функции трассы на выделенном участке.

При анализе признаков основной задачей является определение некоторого критерия, отображающий эффективность данного признака при возможности формирования нового [4]. Дискриминантный анализ является разделом многомерного статистического анализа, позволяющий изучать различия между двумя и более группами - объектов по нескольким переменным одновременно.

Основной целью дискриминации является нахождение такой линейной комбинации признаков, которая бы оптимально разделила рассматриваемые классы. Линейная функция

$$d_{km} = \beta_0 + \beta_1 x_{1m} + \dots + \beta_p x_{pkm}, \quad m = \overline{1, n}, k = \overline{1, g}$$

называется *канонической дискриминантной функцией* с неизвестными коэффициентами. Здесь d_{km} - значение дискриминантной функции для m -го объекта в k -ом классе. С геометрической точки зрения данная функция описывает гиперплоскость в p -мерном пространстве признаков. Нахождение наилучшей дискриминантной функции сводится к подбору коэффициентов дискриминантной функции из условия максимизации отношения межгрупповой матрицы рассеяния к внутригрупповой матрице рассеяния при условии ортогональности дискриминантных плоскостей [5].

Критерии разделимости J_1 и J_2 формируются с использованием матриц рассеяния:

$$J_1 = \text{tr}((W + B)^{-1}B); J_2 = \ln|W^{-1}(W$$

Экспериментальные исследования. Был проведён ряд исследований на основе цифрового анализа изображений глазного дна, предназначенного для изучения особенностей формирования сосудистых нарушений при диабетической ретинопатии (ДР) 151 пациента с сахарным диабетом (СД).

Объём выборки составил 8180 измерений, включающий 4 класса сосудов, диагностируемые офтальмологами отдельно: артериолы первого порядка, артериолы второго порядка, вены первого порядка, вены второго порядка. Врачи рассматривают вены и артерии отдельно, так как в этих классах наблюдаются различные тенденции изменения сосудов при различных стадиях патологии.



Для формирования новых признаков был произведён полный перебор всех возможных комбинаций старых.

Результаты, полученные в серии проведенных экспериментов, показали, что при формировании новых признаков всегда происходило улучшение общего критерия разделимости (таблица 1).

Таблица 1 – Результаты дискриминантного анализа признакового пространства

		I_1	I_2	Повышение критерия разделимости
Артериолы 1 порядка	до	0,8896	1,2689	39%
	после	1,2386	1,8568	
Артериолы 2 порядка	до	0,9622	1,4236	42%
	после	1,3682	1,8956	
Венулы 1 порядка	до	1,1256	1,5362	24%
	после	1,4023	1,8892	
Венулы 2 порядка	до	1,1058	1,6387	18%
	после	1,3066	2,0325	

В ряде случаев при исследовании изображений сосудов улучшение составляло более 20%. Также была получена дополнительная информация по используемым признакам, такая как их информативность для проведения классификации, выделены связи между некоторыми признаками. Экспериментальные исследования показали возможность использования примененного подхода для анализа признаков по критерию разделимости и формирования новых признаков, которые повышают данный критерий.

Литература

1. Ильясова Н.Ю., Куприянов А.В., Храмов А.Г. Информационные технологии анализа изображений в задачах медицинской диагностики. – М.: Радио и связь, 2012. – 424 с.
2. Ильясова, Н.Ю. Информационные технологии анализа изображений в задачах медицинской диагностики / Н.Ю. Ильясова, А.В. Куприянов, А.Г. Храмов. – М.: Радио и связь, 2012. – 424 с.
3. Ильясова, Н.Ю. Оценивание геометрических признаков пространственной структуры кровеносных сосудов // Компьютерная оптика. – 2014. – Т. 38, № 3. – С. 529- 538
4. Ilyasova, N. Computer Systems for Geometrical Analysis of Blood Vessels Diagnostic Images // Optical Memory and Neural Networks (Information Optics). – 2014. – Vol.23, Issue 4. – P. 278-286.
5. Фукунага, К. Введение в статистическую теорию распознавания образов / К. Фукунага. – М.: Наука, 1979. – 270 с.