

УДК 004.8

## АНАЛИЗ ДАННЫХ РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКИХ СНИМКОВ ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА

Е. М. БОРЧИК, М. В. АЛЕКСЕЙКОВ  
Белорусско-Российский университет  
Могилев, Беларусь

Пусть в результате анализа рентгенологических снимков поясничного отдела позвоночника, показанного на рис. 1, получено множество многомерных данных, которое методами кластерного анализа [1] разделено на группы со сходными признаками наличия либо отсутствия заболеваний позвоночника. В табл. 1 представлено обозначение центров трех кластеров: с наличием патологии, отсутствием патологии, пограничные случаи. Необходимо распознать указанные диагнозы на основании данных из табл. 1 и определить, изменения каких факторов ( $Z_1, Z_2, Z_3, Z_4$ ) оказывают в большей степени влияние на переход пациентов и их диагнозов из одного кластера в другие кластеры.

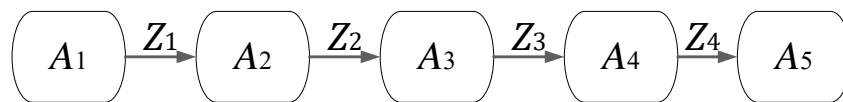


Рис. 1. Измерения четырех расстояний между позвонками в поясничном отделе позвоночника

Табл. 1. Центры кластеров

Кластер	$Z_1$	$Z_2$	$Z_3$	$Z_4$
1	$z_{11}$	$z_{12}$	$z_{13}$	$z_{14}$
2	$z_{21}$	$z_{22}$	$z_{23}$	$z_{24}$
3	$z_{31}$	$z_{32}$	$z_{33}$	$z_{34}$

Поставим в соответствие центрам кластеров, представленным в строках табл. 1, значения метрик Нейрон возрастания  $Neur\_M$ , евклидову метрику  $Evcl\_M$ , метрику  $Metric(Neur\_M, Evcl\_M)$ , представляющую собой произведение значений  $Neur\_M$  и  $Evcl\_M$  (табл. 2).

$$Neur\_M(z_{i1}, z_{i2}, z_{i3}, z_{i4}) = z_{i1}w_1 + z_{i2}w_2 + z_{i3}w_3 + z_{i4}w_4, \quad i = 1, \dots, 3,$$

$$w_1, w_2, w_3, w_4 = \text{const}, \quad -w_1 = w_2 + w_3 + w_4, \quad w_2 \leq w_3 \leq w_4, \quad (1)$$

$$Evcl\_M(z_{i1}, z_{i2}, z_{i3}, z_{i4}) = \sqrt{(z_{i1}^2 + z_{i2}^2 + z_{i3}^2 + z_{i4}^2)}, \quad (2)$$

$$\begin{aligned} Metric(z_{i1}, z_{i2}, z_{i3}, z_{i4}) &= Evcl\_M(z_{i1}, z_{i2}, z_{i3}, z_{i4}) \times \\ &\times Neur\_M(z_{i1}, z_{i2}, z_{i3}, z_{i4}). \end{aligned} \quad (3)$$

Табл. 2. Пример заполненной таблицы с центрами кластеров и значениями метрик (1)–(3) при  $w_1 = -0,6$ ,  $w_2 = 0,1$ ,  $w_3 = 0,2$ ,  $w_4 = 0,3$

$Z_1$	$Z_2$	$Z_3$	$Z_4$	Neur_M	Evcl_M	Cluster	Патология	Metric
0,73	0,93	0,62	0,64	-0,03	1,48	1	+	-0,04
0,60	0,64	0,75	0,72	0,07	1,36	3	±	0,10
0,80	0,84	0,94	0,92	0,07	1,75	2	-	0,12

Согласно наблюдениям, при  $Metric(z_{i1}, z_{i2}, z_{i3}, z_{i4}) < 0$  имеет место патология (остеохондроз поясничного отдела позвоночника), максимальному значению  $Metric(z_{i1}, z_{i2}, z_{i3}, z_{i4})$  (3) соответствует отсутствие патологии, среднему значению (3) из трех значений данной метрики для строк кластеров 1–3 соответствуют пограничные случаи относительно наличия диагноза.

Произведен анализ чувствительности [2] изменения метрик Нейрон Neur\_M (1) и Евкл\_M (2) к изменению значений компонент  $z_{ij}$ ,  $i = 1, \dots, 3$ ,  $j = 1, \dots, 4$  на двух уровнях для случаев, указанных на рис. 2.

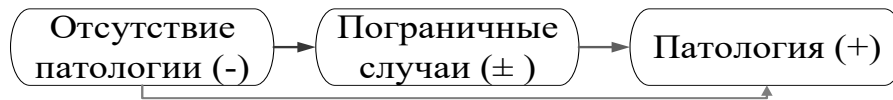


Рис. 2. Переход пациентов между кластерами

Определены в процентах отношения изменений метрики Нейрон Neur\_M (1) при изменении соответствующих компонент  $z_i$ , отношения изменений евклидовой метрики Евкл\_M (2) при изменении соответствующих компонент  $z_i$  и определены значения евклидовой метрики от пар отношений, описанных выше и представленных на графиках на рис. 3.

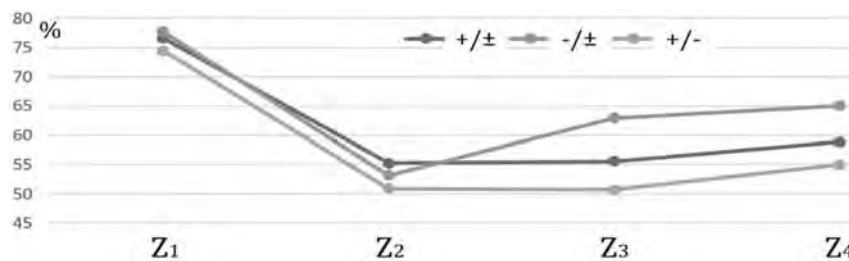


Рис. 3. Итоги анализа чувствительности метрик Neur\_M и Евкл\_M к изменению значений факторов  $z_{ij}$  при переходах между кластерами, указанными на рис. 2

Табл. 3. Чувствительности Neur\_M и Евкл\_M к изменению компонент  $z_i$  при переходе от кластера с наличием патологий к пограничным случаям

"+/-"	$N$	$E$	$E(N,E)$
$z_1$	60	48	77
$z_2$	10	54	55
$z_3$	20	52	56
$z_4$	30	51	59

Табл. 4. Чувствительности Neur\_M и Evcl\_M к изменению компонент  $z_i$  при переходе от кластера с отсутствием патологий к пограничным случаям

"-/+-"	$N$	$E$	$E(N, E)$
$z_1$	60	49	78
$z_2$	10	52	53
$z_3$	20	60	63
$z_4$	30	58	65

Табл. 5. Чувствительности Neur\_M и Evcl\_M к изменению компонент  $z_i$  при переходе от кластера с наличием патологий к кластеру с их отсутствием

"+/-"	$N$	$E$	$E(N, E)$
$z_1$	60	44	74
$z_2$	10	50	51
$z_3$	20	47	51
$z_4$	30	46	55

Анализ данных графиков на рис. 3 и табл. 3–5 позволяет ранжировать отклики (1), (2) по степени чувствительности к изменениям компонент  $z_i$ .

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Борчик, Е. М.** О совместном использовании методов кластерного анализа многомерных данных / Е. М. Борчик, А. И. Якимов, В. В. Башаримов // Доклады БГУИР. – 2011. – № 5 (59). – С. 95–102.
2. **Максимей, И. В.** Имитационное моделирование на ЭВМ / И. В. Максимей. – М. : Радио и связь, 1988. – 232 с.