

НЕЧЕТКАЯ ДИАГНОСТИКА ВИБРАЦИОННОЙ БОЛЕЗНИ У РАБОТНИКОВ АГРАРНОГО СЕКТОРА ПРИ РАБОТЕ НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКЕ

Р.А. Крупчатников, А.Г. Коцарь

Аннотация. В работе рассматриваются вопросы синтеза гибридных решающих правил для дифференциальной диагностики стадий виброболезни. Доказывается, что качество срабатывания полученных решающих правил на репрезентативных контрольных выборках показало, что их диагностическая значимость составляет 0,93, что приемлемо для практического использования.

Ключевые слова: виброболезнь, решающие правила, дифференциальная диагностика.

Вибрационная болезнь является одной из самых распространенных профессиональных болезней среди работников аграрного сектора, при работе на сельскохозяйственной технике.

Для решения задач дифференциальной диагностики этого класса задач на экспертном уровне были выделены три класса состояний: здоров (ω_0); ранняя (доклиническая, донозологическая) стадия (класс ω_p); клиническая стадия (класс ω_k) вибрационной болезни.

Для решения классификационной задачи было выбрано 24 признака x_i двоичного типа (есть признак – 1, признак отсутствует – 0).

Список признаков следующий: x_1 – профстаж работы не менее 8 лет; x_2 – парестезия рук после работы и ночью; x_3 – боли в руках после работы и ночью; x_4 – зябкость рук; x_5 – тугоподвижность пальцев рук по утрам; x_6 – судорожные стягивания пальцев рук; x_7 – прерывистость сна из-за болей и парестезий в руках; x_8 – побеление или посинение пальцев; x_9 – гиперемированный акроцианоз с мраморностью; x_{10} – акрогипотермия; x_{11} – акрогипергидроз; x_{12} – трофические изменения кистей; x_{13} – гипалгезия (гипералгезия) по типу «перчаток»; x_{14} – снижение вибрационной чувствительности; x_{15} – спастический или спастикоатонический тип капилляров; x_{16} – термоасимметрия на кистях и груди более $0,5^\circ\text{C}$; x_{17} – акрацианоз при холодной пробе; x_{18} – акроспазмы (синдром Рейно); x_{19} – замедленное восстановление кожной температуры после холодной пробы; x_{20} – снижение силы рук; x_{21} – преобладание периферических сосудистых нарушений над церебральными по данным РЭГ, ПРГ; x_{22} – костные нарушения кистей и позвоночника; x_{23} – наличие неврита (лучевого, локтевого) нерва; x_{24} – хроническая коронарная недостаточность.

В ходе разведочного анализа было установлено, что между всеми классами существуют области пересечения и не существует линейной разделяющей поверхности обеспечивающей отделение классов друг от друга. Было принято решение об использовании кусочно-линейной разделяющей поверхности.

В ходе предварительного обучения было установлено, что класс ω_0 отделяется от всех остальных классов ω_p и ω_k двумя гиперплоскостями с уравнениями вида:

$$1,3x_1 + 0,13x_2 + 0,13x_4 + 0,13x_6 + 1,3x_7 + 1,3x_{11} + 1,3x_{14} + 0,13x_{15} + 0,13x_{16} + 1,3x_{17} + 1,3x_{18} + 0,13x_{22} + 0,13x_{23} + 0,13x_{24} = 0,5 \quad (1)$$

$$x_1 + 0,7x_2 + 0,03x_3 + 0,7x_4 + 0,03x_5 + 0,7x_6 + x_7 + 0,03x_8 + 0,03x_9 + 0,03x_{10} + x_{11} + 0,03x_{12} + 0,03x_{13} + x_{14} + 0,7x_{15} + 0,7x_{16} + x_{17} + x_{18} + 0,7x_{19} + 0,7x_{20} + 0,03x_{21} + 0,7x_{22} + 0,7x_{23} + 0,7x_{24} = 6,8 \quad (2)$$

Класс ω_p от двух других классов отделяется гиперплоскостью (1) и двумя гиперплоскостями типа:

$$1,3x_1 + 0,13x_2 + 0,13x_4 + 0,13x_6 + 1,3x_7 + 1,3x_{11} + 1,3x_{14} + 0,13x_{15} + 0,13x_{16} + 1,3x_{17} + 1,3x_{18} + 0,13x_{22} + 0,13x_{23} + 0,13x_{24} = 1,9 \quad (3)$$

$$x_1 + 0,7x_2 + 0,03x_3 + 0,7x_4 + 0,03x_5 + 0,1x_6 + x_7 + 0,03x_8 + 0,03x_9 + 0,03x_{10} + x_{11} + 0,03x_{12} + 0,03x_{13} + x_{14} + 0,7x_{15} + 0,7x_{16} + x_{17} + x_{18} + 0,7x_{19} + 0,7x_{20} + 0,03x_{21} + 0,7x_{22} + 0,7x_{23} + 0,7x_{24} = 5,5 \quad (4)$$

Класс ω_k от двух других классов отделяется гиперплоскостями (2), (3) и (4).

Анализ выражений разделяющих гиперплоскостей позволяет сделать вывод о возможности построения соответствующих функций принадлежности на двух шкалах (базовых переменных) типа:

$$Y_1 = 1,3x_1 + 0,13x_2 + 0,13x_4 + 0,13x_6 + 1,3x_7 + 1,3x_{11} + 1,3x_{14} + 0,13x_{15} + 0,13x_{16} + 1,3x_{17} + 1,3x_{18} + 0,13x_{22} + 0,13x_{23} + 0,13x_{24}; \quad (5)$$

$$Y_2 = x_1 + 0,7x_2 + 0,03x_3 + 0,1x_4 + 0,03x_5 + 0,7x_6 + x_7 + 0,03x_8 + 0,03x_9 + 0,03x_{10} + x_{11} + 0,03x_{12} + 0,03x_{13} + x_{14} + 0,7x_{15} + 0,7x_{16} + x_{17} + x_{18} + 0,7x_{19} + 0,7x_{20} + 0,03x_{21} + 0,7x_{22} + 0,7x_{23} + 0,7x_{24} \quad (6)$$

На этих шкалах были построены соответствующие гистограммы распределения классов, по которым в соответствии с рекомендациями второй главы получены функции принадлежности графики, которых приведены на рисунках 1 и 2.

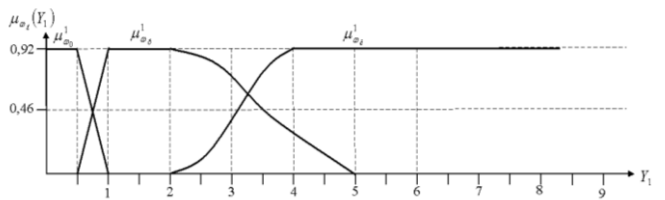


Рисунок 1 - Графики функций принадлежности к классам вибрационной болезни по шкале Y_1

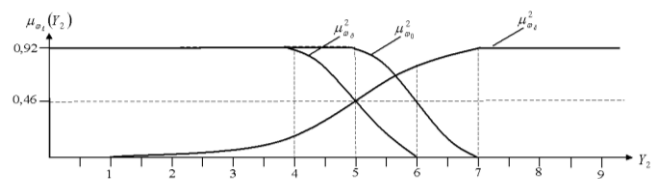


Рисунок 2 - Графики функций принадлежности к классам вибрационной болезни по шкале Y_2

Согласно рекомендациям [1] решение о принадлежности к каждому из классов ω_ℓ ($\ell = 0, \text{П}, \text{К}$) принимаются в соответствии с выражениями:

$$\mu_{\omega_0} = \min(\mu_{\omega_0}^1, \mu_{\omega_0}^2);$$

$$\mu_{\omega_p} = \min(\mu_{\omega_p}^1, \mu_{\omega_p}^2);$$

$$\mu_{\omega_k} = \min(\mu_{\omega_k}^1, \mu_{\omega_k}^2).$$

Решение о классификации принимается по максимальной величине функций принадлежности. При равных значениях функций принадлежности предпочтения отдаются в следующем порядке $\omega_k, \omega_p, \omega_0$ начиная с ω_k .

Статистическая проверка качества срабатывания полученных решающих правил на репрезентативных

контрольных выборках показала, что их диагностическая значимость составляет 0,93, что приемлемо для практического использования.

Список использованных источников

1 Корневский Н.А. Проектирование систем принятия решений на нечетких сетевых моделях в задачах медицинской диагностики и прогнозирования // Вестник новых медицинских технологий. - 2006. - Т. XIII, №2. - С. 6-10.

Информация об авторах

Крупчатников Роман Анатольевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры процессов и машин в агроинженерии ФГБОУ ВПО «Курская ГСХА», e-mail: roman0406@yandex.ru

Коцарь Александр Геннадьевич, кандидат медицинских наук, ОБУЗ «Курская городская клиническая больница скорой медицинской помощи», врач-уролог.