

Применение интеллектуальных методов для оценки индивидуальных норм пациентов

А.А. Вакалюк
avakalyuk@yandex.ru

А.А. Басманова
stalnoiship@yandex.ru

Уральский государственный университет путей сообщения (Екатеринбург)

Аннотация

Проанализировано применение интеллектуальных методов для оценки индивидуальных норм пациентов. В ходе исследования была создана структура гибридной нейронной сети на основе историй болезни пациентов, позволяющая учесть ряд индивидуальных параметров, разработана нечеткая система вывода, позволяющего проводить анализ с элементами классификации и кластеризации данных (для индивидуального подхода к каждому человеку или группе людей) и проведено испытание полученных результатов тестовым набором образцов.

Ключевые слова: референтные нормы, гибридная нейронная сеть, нечеткая система вывода.

Введение

Общий анализ крови (ОАК) является одним из базовых диагностических исследований, результаты которого помогают врачу сделать первичные выводы о здоровье пациента. Данные выводы формируются на основе анализа соответствия списка показателей ОАК референтным нормам автоматическими анализаторами, либо эвристически врачом, руководствуясь личным опытом. Стоит отметить, что определение индивидуальных норм является нелинейной задачей, требующей учета ряда индивидуальных показателей, таких как пол, возраст, положение, история болезни и т.д. В связи с этим появилась необходимость в создании системы, учитывающей индивидуальные нормы пациентов на основе нечеткой логики.

Актуальность исследований обусловлена необходимостью повышения качества диагностических исследований на основе индивидуальных оценок норм пациентов при помощи интеллектуальных методов.

Целью исследования является применение гибридной нечеткой нейронной системы ANFIS Editor в рамках программного продукта MATLAB для определения соответствия результатов ОАК пациента норме с учетом его индивидуальных особенностей.

Выбор данного подхода позволит разрабатывать и представлять модели систем в форме правил нечетких продукций, которые обладают наглядностью и простотой содержательной интерпретации [1].

Кроме того, данный подход позволит уйти от абсолютных величин, характеризующих границы референтных интервалов, и перейти на уровень работы с терминами лингвистических переменных (абстрактный уровень, на котором мыслит человек).

Copyright © by the paper's authors. Copying permitted for private and academic purposes.

In: G.A. Timofeeva, A.V. Martynenko (eds.): Proceedings of 3rd Russian Conference "Mathematical Modeling and Information Technologies" (ММИТ 2016), Yekaterinburg, Russia, 16-Nov-2016, published at <http://ceur-ws.org>

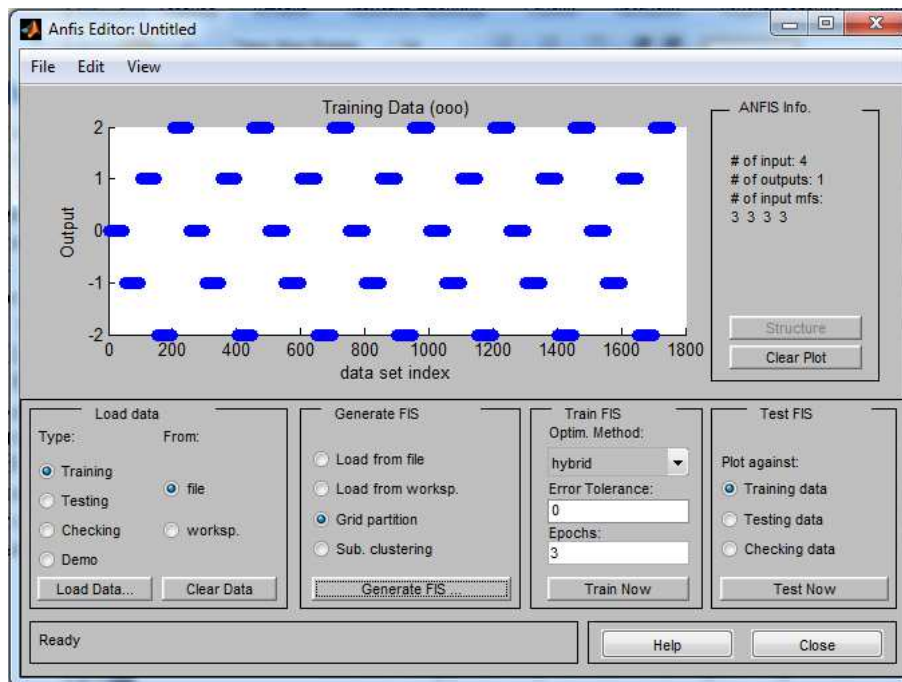


Рис. 1: Окно ANFIS-редактора после загрузки обучающей выборки

1 Создание структуры гибридной нейронной сети

Первоначальным этапом исследования является создание структуры гибридной нейронной сети и настройка ее параметров. В рамках данного этапа была сгенерирована специальная выборка, состоящая из четырех входных параметров: значение показателя ОАК, пол (0 – женский, 1 - мужской), возраст, положение (0 – беременность, 1 – нет беременности), и одного выходного – результат (0 – норма, -1 – патология ниже нормы, 1 – патология выше нормы, -2 – критическое значение ниже нормы и 2 – критическое значение выше нормы).

В качестве примера, для предоставления результатов исследования, были рассмотрены значения гемоглобина. Данный выбор обусловлен наличием различных референтных норм для каждого из входных показателей.

Человеческий организм является сложной биосистемой, не поддающейся статистике. В связи с этим, одним из главных аспектов для генерации обучающей выборки является формирование данных на основе истории болезни пациентов. При этом стоит отметить, что не все из здоровых пациентов обладают нормальными референтными интервалами.

В целом, была составлена и загружена обучающая выборка из 1750 образцов в ANFIS-редактор, представленный на рисунке 1.

Таким образом, на данном этапе была разработана структура гибридной нейронной системы на основе историй болезни пациентов, позволяющая учесть ряд индивидуальных параметров, таких как значение показателя ОАК гемоглобина, пол, возраст, положение.

2 Создание нечеткой системы вывода

Следующим этапом работы системы является создание нечеткой системы вывода – процесса получения нечетких заключений о требуемом управлении объектом на основе нечетких условий или предпосылок, представляющих собой информацию о текущем состоянии объекта [2].

На данном этапе для каждого входного параметра задается количество функций принадлежности и их тип, позволяющий классифицировать данные для индивидуального подхода к каждому человеку или группе людей.

Для первого входного параметра (значение гемоглобина) задаем 5 функций принадлежности, которые по аналогии с результатом представляют собой норму, патологию выше и ниже нормы и критическое значение выше и ниже нормы.

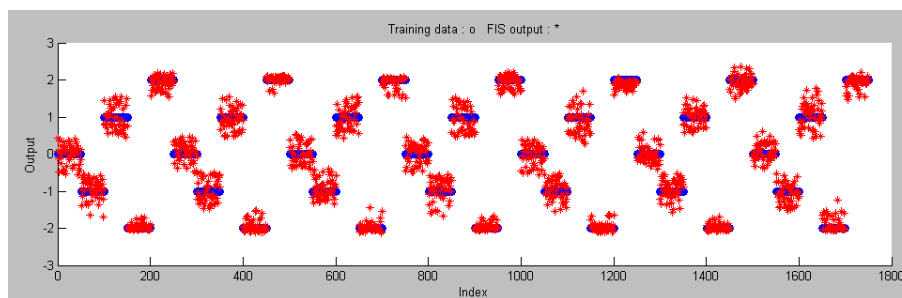


Рис. 2: Результат обучения сети

Второй параметр – это пол. Соответственно для него задано 2 функции принадлежности.

Третий параметр – возраст. В медицине общепринятые нормы различаются по трем основным возрастным группам: 0-2, 3-12, 13-99.

Четвертый параметр – беременность. Здесь может быть только два варианта: есть беременность, нет беременности.

Для выходного параметра задаем линейный тип функции принадлежности. Результатом обучения нечеткой системы вывода, представленной на рисунке 2, является формирование следующей информации об обучающей системе:

- средняя ошибка 0,246;
- количество узлов 151;
- количество линейных параметров 300;
- количество нелинейных параметров 48;
- общее количество параметров 348;
- количество образцов в обучающей выборке 1750;
- количество нечетких правил 60.

Таким образом, создание нечеткой системы вывода позволит проводить анализ с элементами классификации и кластеризации данных (для индивидуального подхода к каждому человеку или группе людей).

3 Испытание гибридной нейронной системы

Заключительным этапом работы системы является испытание обученной гибридной нейронной системы тестовым набором образцов. Проверочная выборка, так же как и обучающая, непосредственно задействована в процессе настройки параметров. Она необходима для выяснения ситуации: нет ли так называемого переобучения сети, для которой ошибка для обучающей последовательности стремится к нулю, а для проверочной – возрастает [3].

Количество функций принадлежности и их тип входных и выходных параметров, были приняты аналогично предыдущему этапу. Количество образцов, загруженных в ANFIS-редактор, равно 100.

Результат тестирования обученной гибридной нейронной системы, представленный на рисунке 3, показал среднюю ошибку 0,26.

Из полученных результатов видно, что система выдает приближенные значения. Если общепринятыми референтными нормами значений гемоглобина в крови для женщин возраста 13-99 лет являются:

Норма: 110 – 154;

Патология: 82,5 – 192,5;

Критическое значение: 55 – 231,

то при значении гемоглобина 154 система выдаст значение 0,434, которое находится посередине между 0 – нормой и 1 – патологией. Чем ближе значение к середине промежутка, например, нормы, тем результат системы будет ближе к 0.

Для мужчин того же возраста 13-99 лет референтные нормы выглядят иначе:

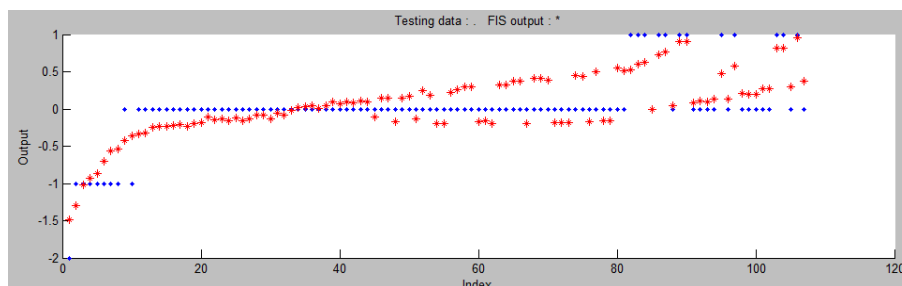


Рис. 3: Результат тестирования обученной системы

Норма: 122 – 172;

Патология: 91,5 – 215;

Критическое значение: 61 – 258.

При том же значении гемоглобина 154 система для мужчин выдаст значение 0,11. Это говорит о том, что система способна реагировать на входные параметры, а именно учитывает особенности человека, исходя из обучающих данных.

Таким образом, тестирование системы показало, что система нечеткого вывода обучена правильно, а небольшая разница в ошибке между обученными и проверочными данными свидетельствует о том, что система способна к обучению и дообучению.

Выводы

1. Разработана структура гибридной нейронной системы на основе историй болезни пациентов, позволяющая учесть ряд индивидуальных параметров, таких как значение показателя ОАК гемоглобина, пол, возраст, положение;
2. Создана нечеткая система вывода, позволяющая проводить анализ с элементами классификации и кластеризации данных (для индивидуального подхода к каждому человеку или группе людей);
3. Проведено испытание обученной гибридной нейронной системы тестовым набором образцов, результаты которого показали, что система нечеткого вывода обучена правильно, а небольшая разница в ошибке между обученными и проверочными данными свидетельствует о том, что система способна к обучению и дообучению.

Список литературы

- [1] A.V. Leonenkov. *Nechetkoe modelirovanie v srede MATLAB i fuzzyTECH* [Fuzzy modeling in the MATLAB and fuzzytech environment]. SPb., BVV-Piter, 2005. (in Russian) = А.В. Леоненков. *Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH*. СПб., БХВ-Петербург, 2005.
- [2] V.G. Rubanov, A.G. Filatov, I.A. Rybin. *Intellektual'nye sistemy avtomaticheskogo upravlenija. Nechetkoe upravlenie v tehniceskix sistemah: Uceb. posobie. 2-e izdanie* [Intelligent automatic control systems. Fuzzy control in technical systems: Tutorial. The 2-th edition]. Belgorod, Publishing of BSTU after V.G. Shukhov, 2010. (in Russian) = В.Г. Рубанов, А.Г. Филатов, И.А. Рыбин. *Интеллектуальные системы автоматического управления. Нечеткое управление в технических системах: Учеб. пособие. 2-е издание*. Белгород, Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2010.
- [3] V.V. Kruglov, V.V. Borisov. *Gibridnye nejronnye seti* [Hybrid neural networks]. Smolensk, Rusich, 2001. (in Russian) = В.В. Круглов, В.В. Борисов. *Гибридные нейронные сети*. Смоленск, Русич, 2001.

Application of intelligent methods for individual patients' norms assessment

Andrey A. Vakalyuk

Ural State University of Railway Transport (Yekaterinburg, Russia)

Anastasiya A. Basmanova

Ural State University of Railway Transport (Yekaterinburg, Russia)

Abstract. An intelligent methods application was analyzed for individual patients' norms assessment. In the course of research a hybrid neural network structure was created on the basis of medical patients' histories, which considerations sequence of individual parameters. A fuzzy inference system was developed, it enables to carry out an analysis with elements of data classification and clusterization (for an individual approach to each person or group of people). A trial of derived results was conducted by test pattern.

Keywords: reference norms, hybrid neural network, fuzzy inference system.