



2. Lednev A. Mobile P2P taxi service / MSc Dissertation, University of Surrey. – 2010. –с. 75.
3. A. Ivaschenko, and A. Lednev, “Time-based regulation of auctions in P2P outsourcing”, Proceedings of the 2013 IEEE/WIC/ACM International Conferences on Web Intelligence (WI) and Intelligent Agent Technology (IAT), Atlanta, Georgia, USA, 2013, pp. 75 – 79.
4. A. Ivaschenko, A. Lednev, etl. Agent-Based Outsourcing Solution for Agency Service Management”, Proceedings of SAI Intelligent Systems Conference (IntelliSys), 21-22 September 2016, London, United Kingdom, ISBN (IEEE Xplore): 978-1-5090-1121-6 ISBN (USB) - 978-1-5090-1665-5, pp. 753-758
5. Иващенко А.В. Управление взаимодействием персонала предприятия в многоакторной интегрированной информационной среде // Программные продукты и системы, 2012. - №3.- с. 18-22.

И.А. Лёзин, В.А. Кудряшов

ДИАГНОСТИКА НА НАЛИЧИЕ СЕРДЕЧНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ У ЧЕЛОВЕКА НЕЧЁТКОЙ НЕЙРОННОЙ ПРОДУКЦИОННОЙ СЕТЬЮ ВАНГА-МЕНДЕЛЯ

(Самарский университет)

Своевременная диагностика сердечных заболеваний играет важную роль в связи с ростом числа таких заболеваний, но проведение всех необходимых анализов затратно как с финансовой точки зрения, так и с точки зрения затраченного на них времени. Задача диагностики на наличие сердечных заболеваний по данным анализов сводится к задаче классификации, которая хорошо решается нейронными сетями [2]. Для решения данной задачи можно использовать нечёткие продукционные нейронные сети.

Входные данные для нейронной сети представляют собой числовые вектора признаков, каждый вектор содержит тринадцать различных признаков, каждый из которых характеризуется вещественным числом, к ним относятся такие признаки как возраст и пол пациента, результаты электрокардиографии. Выходным значением является целое число от 0 до 4, где 0 означает отсутствие сердечного заболевания, а число от 1 до 4 – его наличие. Работа нейронной сети заключается в диагностике на наличие сердечного заболевания (значения от 1 до 4) или его отсутствия (значение 0). В качестве нейронной сети используется нечёткая продукционная сеть Ванга-Менделя. Такая нейронная сеть способна решать задачу классификации при неполных данных [3].

В основе работы нечётких нейронных сетей лежит теория нечётких множеств. Нечётким множеством A в некотором непустом пространстве X , что обозначается $A \in X$, называется множество пар $A = \{(x, \mu_A(x)); x \in X\}$, где $\mu_A: X \rightarrow [0, 1]$ – функция принадлежности нечёткого множества A [1].



Эта функция для каждого элемента $x \in X$ приписывает степень его принадлежности к нечёткому множеству A , при этом можно выделить три случая:

1. $\mu_A(x) = 1$ означает полную принадлежность элемента x множеству A ;
2. $\mu_A(x) = 0$ означает отсутствие принадлежности элемента x к множеству A ;
3. $0 < \mu_A(x) < 1$ означает частичную принадлежность элемента x к множеству A ;

На нечётких множествах можно определить ряд математических операций, являющихся обобщением аналогичных операций, выполняемых на чётких множествах.

Элементы теории нечётких множеств, правила импликации и нечётких рассуждений образуют систему нечёткого вывода. В ней можно выделить базу правил, содержащую множество используемых в системе нечётких правил и описания функций принадлежности, механизм вывода и агрегирования, который формируется применяемыми правилами нечёткой импликации. Кроме того, если в качестве входных и выходных сигналов системы выступают чёткие величины, то в состав системы должны входить фуззификатор и дефуззификатор.

Фуззификатор преобразует N – мерный входной вектор в нечёткое множество, характеризуемое функцией принадлежности с чёткими переменными [3]. Нечёткие системы могут иметь функции принадлежности произвольной структуры, но наиболее распространёнными являются функции гауссовского типа, а также треугольные и трапецеидальные функции. Обобщённая гауссовская функция с центром радиусом (шириной) и параметром формы кривой определяется формулой:

$$\mu_A(x) = \exp \left[- \left(\frac{x - c}{\sigma} \right)^{2b} \right] \quad (1)$$

Значение $b = 1$ соответствует стандартной функции Гаусса, также можно подобрать значения параметра, при которых формула (1) будет определять треугольную и трапецеидальную функции. На практике часто используется симметричная треугольная функция:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1 - \frac{|x - c|}{d} & \text{для } x \in [c - d, c + d] \\ 0 & \text{для остальных} \end{cases}, \quad (2)$$

Где c – точка середины основания треугольника, а d – половина основания треугольника.

Дефуззификатор трансформирует нечёткое множество в полностью детерминированное точечное решение. Нечёткое множество представляет зависимость как функцию от выходной переменной. В модели Ванга-Менделя дефуззификация относительно среднего центра и выходной сигнал данной системы, при использовании фуззификатора в виде обобщённой гауссовской функции (1) определяться по формуле:



$$y = f(x) = \frac{\sum_{i=1}^M y_i \left[\prod_{j=1}^N \exp \left[- \left(\frac{x_j - c_j^{(i)}}{\sigma_j^{(i)}} \right)^{2b_j^{(i)}} \right] \right]}{\sum_{i=1}^M \left[\prod_{j=1}^N \exp \left[- \left(\frac{x_j - c_j^{(i)}}{\sigma_j^{(i)}} \right)^{2b_j^{(i)}} \right] \right]}, \quad (3)$$

В нейронной сети, реализующей данную модель и состоящей, например, из четырёх слоев, первый слой будет выполнять фуззификацию входных переменных, то есть преобразовывать числовой вектор признаков в нечёткое множество, второй – агрегирование значений отдельных переменных в условии *i*-го правила вывода, третий (линейный) – агрегирование правил вывода (первый нейрон) и генерацию нормализующего сигнала (второй нейрон), тогда как состоящий из одного нейрона выходной слой осуществляет нормализацию, формируя выходной сигнал $y(x)$ – целое число от 0 до 4, показывающее наличие сердечного заболевания у пациента.

Для обучения данной нейронной сети используется адаптивный алгоритм, который также называется самоорганизующимся, потому что позволяет одновременно определять, как параметры сети, так и ее структуру (количество нейронов скрытого слоя). Результаты работы сети представлены в таблице 1.

Таблица 1 Результаты работы нейронной сети

Пациент	Входной вектор признаков	Выходной сигнал сети	Фактический результат
1	63.0, 1.0, 1.0, 145.0, 233.0, 1.0, 2.0, 150.0, 0.0, 2.3, 3.0, 0.0, 6.0	0	0
2	60.0, 1.0, 4.0, 130.0, 253.0, 0.0, 0.0, 144.0, 1.0, 1.4, 1.0, 1.0, 7.0	1	1
3	67.0, 1.0, 4.0, 125.0, 254.0, 1.0, 0.0, 163.0, 0.0, 0.2, 2.0, 2.0, 7.0	3	2
4	62.0, 0.0, 4.0, 160.0, 164.0, 0.0, 2.0, 145.0, 0.0, 6.2, 3.0, 3.0, 7.0	3	3

Таким образом, разработанная автоматизированная система решает задачу диагностики на наличие сердечных заболеваний при помощи нечёткой продукционной нейронной сети Ванга-Менделя.

Литература

1. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечёткие системы [Текст]/ Пер. с польского И.Д. Рудинского. – М: Горячая линия – Телеком, 2007. – 452с.: ил.
2. Хайкин, С. Нейронные сети: полный курс, 2-е издание [Текст]/ Пер. с



англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 1104 с.: ил.

3. Борисов В.В., Круглов В.В., Федулов А.С. Нечёткие модели и сети [Текст]. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 284 с.: ил.

Н.И. Лиманова, М.Н. Седов

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПАЦИЕНТОВ В БАЗАХ ДАННЫХ МЕДУЧРЕЖДЕНИЙ НА ОСНОВЕ МЕТРИКИ ЛЕВЕНШТЕЙНА

(Поволжский государственный университет
телекоммуникаций и информатики)

Введение

В процессе обработки информации о пациентах (физических лицах) в медицинских учреждениях для удобства обработки данных каждому набору реквизитов физических лиц (таких как ФИО, адрес, номера паспорта и полиса, СНИЛС и т.п.) в базах данных присваивается так называемый персональный идентификационный номер (ПИН). В случае обработки или передачи данных о физическом лице вся привязка осуществляется именно к этому ПИНу.

При осуществлении обмена информацией о пациентах между различными медицинскими учреждениями возникает проблема сопоставления реквизитов физических лиц из одной базы данных реквизитам в другой. Для однозначной привязки необходимо выполнять интеллектуальный поиск физического лица в базе-приёмнике, который должен учитывать множество факторов: и потенциальные ошибки при ручном вводе, и отсутствующие или устаревшие реквизиты и т.п. Подобный поиск целесообразно реализовать в виде специализированного программного обеспечения.

Для решения данной проблемы был разработан интеллектуальный алгоритм поиска физических лиц в базах данных на основе нечеткого сравнения, другими словами, алгоритм идентификация реквизитов физических лиц.

Алгоритм идентификации

Предлагаемый алгоритм включает следующие этапы.

1. Определение списка полностью идентичных наборов реквизитов физических лиц. Производится поиск физических лиц по прямому сравнению реквизитов.

2. Подготовка данных для анализа. В случае отсутствия реквизитов, полностью идентичных искомым, производится укрупнённая выборка, включающая около 300-500 наборов, отдалённо похожих на искомым.

3. Вариантное сравнение похожих реквизитов. Последовательный перебор массива похожих наборов и присвоение им моделей закономерностей. На этом этапе также производится выявление новых закономерностей.

4. Оцениваются и выбираются подходящие модели, наборы данных которых в наибольшей степени совпадают с искомыми реквизитами.