

Copyright © 2019 by Academic Publishing House Researcher s.r.o.



Published in the Slovak Republic
European Journal of Computer Science
Has been issued since 2015.
E-ISSN 2500-1035
2019, 5(1): 14-18

DOI: 10.13187/ejcs.2019.1.14
www.ejournal39.com



On Systems of Support of Decision-Making on Forecasting Diseases on the Basis of Intellectual Technologies

Simon Zh. Simavoryan ^a, Arsen R. Simonyan ^{a, *}, Elena I. Ulitina ^a

^a Sochi State University, Russian Federation

Abstract

Numerous studies have proved that it is possible to significantly improve the quality of disease prediction using modern mathematical methods and information technologies to solve these problems. Recently, the use of modern information and intelligent technologies has become a critical factor in the development of most branches of knowledge and areas of practical activity, therefore, the development and implementation of automated systems in medicine is one of the urgent scientific and technical problems.

In this regard, there is a need to develop and implement modern intellectual and information technologies in the tasks of disease prediction using a mathematical apparatus and computational algorithms that can improve the quality of disease prediction.

Keywords: systems of decision support (DSS), intelligent systems, soft computing, prediction of diseases, algorithm, information technology, mathematical modeling.

1. Введение

Высокая степень возникновения в некоторых случаях угрожающих жизни осложнений определяет социальную значимость многих болезней. Медицинское и экономическое значения проблемы многих болезней, в основном, заключается в длительных сроках реабилитации больных и потери трудоспособности (Епифанов, Епифанов, 2015). В первые десятилетия XXI века наблюдается ухудшение эпидемиологического фона на территориях большинства развитых экономик среди абсолютно всех слоев общества. Способствуют данному состоянию современные жизненные процессы: ограничение двигательной активности, питание и питье, экология, что дает нам возможность назвать все эти заболевания – болезнью цивилизации. Несмотря на все важности проблемы, задачи прогнозирования и ранней диагностики многочисленных болезней остаются нерешенными.

За последние десятилетия достигнуты определенные успехи при решении проблем диагностики и прогнозирования многочисленных болезней.

Повышение уровня услуг по оказанию медицинской помощи людям, имеющим склонность, а также страдающим серьезными болезнями, с применением разработанных математических моделей и методов прогнозирования в условиях неполного и нечеткого представления данных с пересекающейся структурой прогнозируемых классов состояний.

* Corresponding author
E-mail addresses: oppm@mail.ru (A.R. Simonyan)

Решению вышеуказанных проблем способствуют следующие постановки задач:

- принимая во внимание этиологии и патогенеза возникновения и течения болезней найти подходящий математический аппарат исследования;
- определить множество информативных признаков и разработать математическую модель прогнозирования появления определенных болезней;
- определить множество информативных признаков и разработать математическую модель прогнозирования рецидива определенной болезни;
- разработать информационно-аналитическую модель на основе систем принятия решений для задач прогнозирования и профилактики болезней;
- разработать пошаговый алгоритм оптимального управления процессами принятия решений по наилучшему ведению больных;
- разработать структуру системы поддержки принятия решений лечащего врача;
- проверить продуктивность предложенных моделей и средств в клинических условиях.

Для решения поставленных в работе задач необходимо использовать современные достижения в области математического и компьютерного моделировании, математической статистики, системного анализа, нечеткой логики, принятия решения, экспертного оценивания и т.д.

2. Результаты

На современном этапе насчитываются несколько десятков математических методов, которые успешно применяются в клинических исследованиях (Башир Абас и др., 2014; Шаповалов, 2013). Особое место в медицинских исследованиях занимает теория распознавания образов (Вапник, Червоненкис, 1974; Васильев, 1973), методы которой являются основой задач диагностики.

Специально для применения в клинических исследованиях, учитывая результаты работы Е. Шортлифа (Shortliffe, 1976), есть основание для разработки так называемой «теории уверенностей», основным её направлением, скорее всего, станет построение клинического алгоритма принятия решений, по которому последовательно входящая в систему клинических исследований информация приводит к уточнению изучаемых гипотез H_i .

Одной из важнейших формул, в исследованиях Е. Шортлифа, стала формула, которая дает возможность считать показатель определенности (the measure of certainty) в гипотезе H_i , т.е. $MC(H_i/X)$. Формула выглядит следующим образом

$$MC(H_i/X) = MT(H_i/X) - MNT(H_i/X), \quad (1)$$

где $MC(H_i/X)$ – показатель определенности в диагностической гипотезе H_i , при условии существования признака(ов) $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$;

$MT(H_i/X)$ – мера доверия (measure of trust) к H_i . с учетом признаков X ;

$MNT(H_i/X)$ – мера недоверия (measure of not trust) к гипотезе H_i . с учетом признаков X .

Показатель определенности (MC) всюду плотно в промежутке от -1 – полная ложь, до +1 – абсолютная истина (Shortliffe, 1976).

MT и MNT принадлежат отрезку [0,1]. Из вышеуказанного следует, что MC, является мерой взвешивания между «за» и «против».

При поступлении свежей информации X , значения мер доверия и недоверия меняются, далее корректировку этих значений задаются следующими формулами:

$$MT(H_i/X, x) = MT(H_i/X) + MT(H_i/x) (1 - MT(H_i/X)); \quad (2)$$

$$MNT(H_i/X, x) = MNT(H_i/X) + MNT(H_i/x) (1 - MNT(H_i/X)). \quad (3)$$

Запятая между X и x означает, что величина информативного признака x приходит на анализ после прихода и анализа вектор-признаков X .

Востребованность формул (2) и (3) в том, что влияние значения информативного признака x за гипотезу H_i , при наличии условия, что заданы вектор-признаки X сказывается на сдвиг MT или MNT в сторону полной определенности на расстояние, которое зависит от нового информативного признака.

В тех моментах, когда в принятии классификационных решений присутствуют только признаки, анализ которых усиливает доверие к гипотезе H_i , формула (1.) превращается в следующее выражение:

$$MCH_i(p+1) = MCH_i(p) + MCH_i(Z_s)(1 - MCH_i(p)), \quad (4)$$

где p – номер шага итерации в расчетной формуле $MCH_i(p)$; Z_s – базовая переменная, которая позволяет строить диагностику и прогнозирование.

При $Z_s = x_i$, в комбинированном использовании функции принадлежности и показателя определенности формула (4) принимает вид

$$MCH_i(p+1) = MCH_i(p) + MCH_i(x_i)(1 - MCH_i(p))MCH_i(p), \quad (5)$$

Экспертные оценки дают возможность определения понятия «нечеткие временные ряды (НВР)», неопределенность которых принадлежат к классу нечеткости. По сравнению со стохастической неопределенностью, нечеткость создает трудности или полностью исключает применение вероятностно-статистического аппарата, однако может быть полезна в задачах принятия предметно-ориентированных решений на основе размытых рассуждениях человека. Процесс формализации интеллектуальных действий, которые строят нечеткие высказывания о статусе и динамике сложных реалий, сегодня представляет собой самостоятельную область научно-исследовательских и прикладных направлений, которые получили название «нечеткое моделирование». Данная область науки включает совокупность задач, решения которых опираются на теорию нечетких множеств, нейронные сети, искусственный интеллект и т.д. (Афанасьева и др., 2014).

В задачах прогнозирования с помощью НВР, неопределенность динамики строится в среде стохастических моделей с помощью траекторий случайного процесса. Однако неопределенность динамики сложных организационно-технических систем не часто может быть достоверно построено стохастическими методами, если:

1. Неизвестны вероятностно-статистические параметры случайного процесса, генерирующего НВР;
2. Имеется неточность и отсутствует полнота в первоначальной информации о жизнедеятельности системы;
3. Искомая зависимость имеет нелинейный характер;
4. Число наблюдаемых признаков – недостаточное.

В таких задачах возникает необходимость внедрения интеллектуальных систем анализа НВР, которые интенсивно пользуются знаниями экспертов.

При изучении НВР эксперт, как правило, представляет свои размышления с помощью нечетких оценок многих объектов и признаков:

- промежутки времени (в несколько дней, близкое будущее), периодические или сезонные промежутки;
- ранг НВР;
- множество паттернов НВР;
- множество атрибутов НВР;
- набор отношений между НВР;
- набор значений вероятности.

Прикладной характер задачи анализа нечетких временных рядов определяется возможностью расширения набора задач обработки ВР, множества технологий их решения за счет оперирования не только количественной, но и качественной информацией.

3. Заключение

Информационные технологии (в частности интеллектуальные системы) очень часто применяются в современных медицинских исследованиях. Разработка систем поддержки принятия решений (СППР) медицинских работников различного профиля остается важнейшей задачей. Очень быстрыми темпами движется процесс создание программных продуктов для улучшения точности диагностики, прогнозирования, лечения, восстановления и профилактики различных заболеваний при деятельности врача по определенному клиническому случаю, а также поиска им информации в различных информационных системах, базах знаний и данных. При этом СППР является экспертом – консультантом в своей профессиональной области. СППР предназначены для того, чтобы

используя данные и модели, помогать при решении в слабоструктурированных и неструктурированных задачах, не заменяя собой врача, улучшая эффективность принимаемых им решений.

Типовая СППР содержит базу знаний, хранящую сведения о законах предметной области, логического блока, с помощью которого происходит манипулирование сведениями, хранящимися в базе знаний, интеллектуальный интерфейс, позволяющий пользователю взаимодействовать с СППР и блока объяснения, выдающего информацию или путь её получения.

4. Благодарности

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-01-00164.

Литература

[Афанасьева и др., 2014](#) – *Афанасьева Т.В., Наместников А.М., Перфильева И.Г. Романов А.А., Ярушкина Н.Г.* Прогнозирование временных рядов: нечеткие модели. Под науч. ред. Н.Г. Ярушкиной. Ульяновск: УлГТУ, 2014. 145 с.

[Башир Абас и др., 2014](#) – *Башир Абас, Шевякин В.Н., Разумова К.В., Корневская С.Н.* Использование интерактивных методов классификации для решения задач медицинского прогнозирования // *Фундаментальные исследования*. 2014. № 1. С. 33-37.

[Вапник, Червоненкис, 1974](#) – *Вапник В.Н., Червоненкис А.Я.* Теория распознавания образов. М.: Наука, 1974. 487 с.

[Васильев, 1973](#) – *Васильев В.Н.* Распознающие системы. Киев.: Наукова думка. 1983. 82 с.

[Епифанов, Епифанов, 2015](#) – *Епифанов В.А., Епифанов А.В.* Основы реабилитации. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. 416 с.

[Шаповалов, 2013](#) – *Шаповалов В.В.* Нечеткий метод построения решающих правил в системах скринирующей диагностики // *Биомедицинская радиоэлектроника*. 2013. № 1. С. 64-66.

[Shortliffe, 1976](#) – *Shortliffe E.H.* Computer-Based medical Consultations: MYCIN, New York: American Elsevier, 1976. 264 p.

References

[Afanas'eva i dr., 2014](#) – *Afanas'eva, T.V., Namestnikov, A.M., Perfil'eva, I.G. Romanov, A.A., Yarushkina, N.G.* (2014). Prognozirovaniye vremennykh ryadov: nechetkie modeli [Time series forecasting: fuzzy models.]. Pod nauch. red. N.G. Yarushkinoi. Ul'yanovsk: UlGTU. 145 p. [in Russian]

[Bashir Abas i dr., 2014](#) – *Bashir, Abas, Shevyakin, V.N., Razumova, K.V., Korenevskaya, S.N.* (2014). Ispol'zovaniye interaktivnykh metodov klassifikatsii dlya resheniya zadach meditsinskogo prognozirovaniya [The use of interactive classification methods for solving problems of medical forecasting]. *Fundamental'nye issledovaniya*. № 1. Pp. 33-37. [in Russian]

[Epifanov, Epifanov, 2015](#) – *Epifanov, V.A., Epifanov, A.V.* (2015). Osnovy reabilitatsii [The basics of rehabilitation]. M.: GEOTAR-Media. 416 p. [in Russian]

[Shapovalov, 2013](#) – *Shapovalov, V.V.* (2013). Nchetkii metod postroeniya reshayushchikh pravil v sistemakh skriniroyushchei diagnostiki [Fuzzy method for constructing decision rules in screening diagnostic systems]. *Biomeditsinskaya radioelektronika*. № 1. Pp. 64-66. [in Russian]

[Shortliffe, 1976](#) – *Shortliffe, E.H.* (1976). Computer-Based medical Consultations: MYCIN, New York: American Elsevier. 264 p.

[Vapnik, Chervonenkis, 1974](#) – *Vapnik, V.N., Chervonenkis, A.Ya.* (1974). Teoriya raspoznavaniya obrazov [Pattern recognition theory]. M.: Nauka. 487 p. [in Russian]

[Vasil'ev, 1973](#) – *Vasil'ev, V.N.* (1973). Raspoznavayushchie sistemy [Recognition systems]. Kiev: Naukova dumka. 82 p. [in Russian]

О системах поддержки принятия решений по прогнозированию болезней на основе интеллектуальных технологий

Симон Жоржевич Симаворян ^a, Арсен Рафикович Симонян ^{a, *}, Елена Ивановна Улитина ^a

^a Сочинский государственный университет, Российская Федерация

Аннотация. Многочисленные исследования доказали, что можно значительно улучшить качество прогнозирования заболеваний, используя современные математические методы и информационные технологии для решения этих проблем. В последнее время использование современных информационных и интеллектуальных технологий стало важнейшим фактором развития большинства отраслей знаний и областей практической деятельности, поэтому разработка и внедрение автоматизированных систем в медицине является одной из актуальных научно-технических проблем.

В связи с этим возникает необходимость в разработке и внедрении современных интеллектуальных и информационных технологий в задачи прогнозирования заболеваний с использованием математического аппарата и вычислительных алгоритмов, способных улучшить качество прогнозирования и диагностики заболеваний

Ключевые слова: системы поддержки принятия решений (СППР), интеллектуальные системы, мягкие вычисления, прогнозирование болезней, алгоритм, информационные технологии, математическое моделирование.

* Корреспондирующий автор
Адреса электронной почты: oppm@mail.ru (А.Р. Симонян)