

training pair is presented by a vector of input parameters $p_T(1)$ and a sufficiently long output random signal $y_T(t)$ (3). From $y_T(t)$ several statistical parameters are calculated: mean, standard deviation, estimation of probability density, minimal and maximal values. During training, parameters $p_T(1)$ together with a set of random vectors $x(t) \in R$ (5) are given to ANN which produce a sufficiently long random vector $y_{ann}(t)$. For it the same statistical parameters are calculated (9). The weighted comparison of (4) and (9) gives the error of ANN. The ANN weight coefficients can be modified iteratively using one of standard stochastic training algorithm [2].

To test this methodology the random signal given by eq. 1 was successfully generated by a 3 layer perceptron with 4x4x1 neurons.

where $y(t) = p_1 \cdot n^2(t) + p_2$, (1)
where p_1, p_2 – constant parameters, $n(t)$ – Gaussian stochastic signal with $m=0, \sigma=1$.

Two uniformly distributed random signals were taken as $\{x_i\}$.

The proposed approach is applicable only for δ -correlated stochastic signals. Special transformations (convolution, sum) or ANN with feedback should be used.

References. 1. Yatskou, M.M.; *et al.* Non-isotropic excitation energy transport in organized molecular systems: Monte Carlo simulation-based analysis of time-resolved fluorescence. *J. Phys. Chem. A*, 2001, 105, 9498–9508. 2. Wasserman, P. D. *Neural Computing Theory and Practice*; Van Nostrand Reinhold: New York, 1989. 3. Nazarov, P. V., *et al.* Neural network simulation of energy transfer processes in a membrane protein system. *Advances in Soft Computing: Neural Networks and Soft Computing*, Physica-Verlag, 2003, p. 873-878. 4. Lakowicz, J. R. *Principles of fluorescence spectroscopy*; Kluwer Academic/Plenum Publishers: New York, 1999.

ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛЕЙ НЕЧЕТКОГО ВЫВОДА В МЕДИЦИНСКОЙ ДИАГНОСТИКЕ

Самодумкин С.А., Проценко Ю.А., БГУИР, г.Минск

Рассмотрим некоторые аспекты представления знаний с помощью теории нечетких множеств на примере диагностики развития заболевания.

В качестве заболевания рассмотрим пример из [3] – хронический пиелонефрит, когда состояние почек не нарушено, в стадии обострения. Основные параметрами, по которым можно судить о развитии данного заболевания, слу-

жат следующие параметры: анемия, болевой синдром и скорость клубочковой фильтрации.

В качестве результата будем сопоставлять развитие заболевания с одной из четырех клинических форм, что позволяет на более качественном уровне выбрать схему лечения хронической почечной недостаточности, производить прогноз развития заболевания.

Известно, что лингвистической называют переменную, если ее значениями являются слова, фразы естественного языка [4]. При этом лингвистическая переменная может быть описана пятеркой вида (X, T, U, G, M) , где X — название переменной; T — терм-множество переменной X , т.е. множество всех названий лингвистических значений переменной X со значениями из универсального множества U с базовой переменной u ; G — синтаксическое правило, порождающее названия X значениям переменной X ; M — семантическое правило, которое ставит в соответствие каждой нечеткой переменной X смысл $M(X)$. Конкретное название X , порожденное синтаксическим правилом G , называется термом.

Будем считать, что на основе экспертных знаний установлено, что наиболее информативными признаками для диагностики данного заболевания являются параметры: анемия, болевой синдром и анемия. Следующим шагом является определение области изменения каждого параметра. Пусть область изменения параметра анемия определяется интервалом $(0...200)$ г/л, болевой синдром представляет собой качественный параметр на интервале $(0...100)$, скорость клубочковой фильтрации определяется интервалом $(25...55)$. На основании приведенных экспертных данных определим следующие терм-множества:

T (анемия) = <отсутствует, легкая, нарастание, выраженная>;

T (болевой синдром) = <отсутствует, слабовыраж., сохраняющ., стойкий>;

T (скорость клубочк. филт.) = <[40...55],[30...40],[25...35],[25...30]>.

Для каждого термина из терм-множеств, определенных для лингвистических переменных, строится соответствующее нечеткое множество со своим носите-

лем, определяемым на основе изучения экспертных оценок. Результаты данного этапа моделирования представлены в табл. 1. Для каждого из параметров заданы терм-множества, а с помощью идентификатора *preciseNumb* задан носитель нечеткого множества.

Таблица 1. Представление экспертных знаний предметной области

Наименование лингвистической переменной	Термы	Носитель нечеткого множества
Анемия	Отсутствует	120 — 200
	Легкая	90 — 120
	Нарастание	80 — 90
	Выраженная	0 — 80
Болевой синдром	Отсутствует	0 — 20
	Слабовыраженный	20 — 50
	Сохраняющийся	50 — 75
	Стойкий	75 — 100
Скорость клубочковой фильтрации	40 — 55	40 — 55
	30 — 40	30 — 40
	25 — 35	25 — 35
	25 — 30	25 — 30

На следующем этапе строится набор правил, описывающих процесс диагностики. Диагностика заболевания может проводиться в соответствии с обобщенным правилом *modus ponens* [1].

Покажем представление одного из правил

ЕСЛИ Анемия = <легкая> ТО Диагностика = <схема 2>.

Пусть теперь значение «Анемия = сравнительно легкая», что соответствует численному значению функции принадлежности нечеткого множества «легкая» 0,9, тогда полученный результат можно интерпретировать, как рекомендацию проводить лечение в соответствии со схемой 2 с численным значением функции принадлежности нечеткого множества «схема 2» 0,8, что естественным образом можно интерпретировать словом «рекомендовано». Представление данного правила и правила логического вывода на основе импликации Лукасевича в графовой памяти [2] представлено на рис. 1.

Как правило, диагностика заболевания проводится не по одному, а по нескольким признакам. В таком случае, правило ЕСЛИ X есть A, ТО Y есть B будет содержать сложные нечеткие высказывания вида «X₁ есть A₁ и X₂ есть A₂», что естественным образом представляется в виде декартова произведения [1].

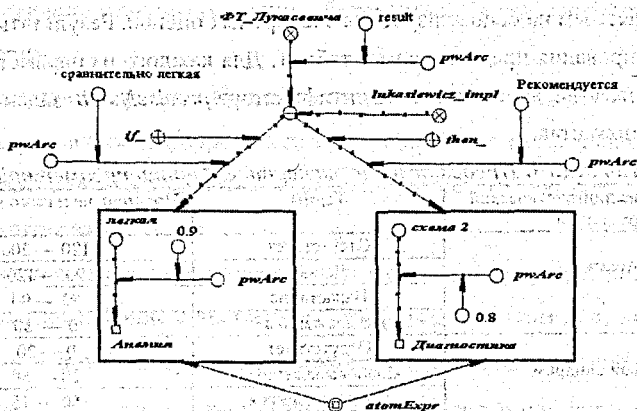


Рис.1. Представление правила и логический вывод с использованием импликации Лукасевича

Исследования проводились при поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований в соответствии с грантом для молодых ученых Т02М-076 "Исследование принципов интеграции моделей рассуждений и знаний медицинских проблемных областей в системах искусственного интеллекта".

Литература. 1. Дюбуа Д., Прад А. Теория возможностей: Приложения к представлению знаний в информатике/Пер. с фр. В.Б.Тарасова; под ред. С.А.Орловского.- М.: Радио и связь, 1990. 2. Представление и обработка знаний в графоинформационных ассоциативных машинах /В.В.Голенков, О.Е.Елисеева, В.П.Ивашенко и др.; Под ред. В.В.Голенкова. – Мн.: БГУИР, 2001. 3. Степанова М.Д., Самодумкин С.А. Прикладные интеллектуальные системы в области медицины: Учебно-методическое пособие. – Мн.: БГУИР, 2000. 4. Справочник по искусственному интеллекту в 3-х т., 1990 // Под ред. Э.В. Попова и Д.А. Поспелова. М.: Радио и связь.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ В ЗАДАЧЕ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ

Соломюк К.С., БГТУ, Брест

Введение

Парковка автомобиля в гараж является нетривиальной задачей. Это нелинейная проблема, для которой не существует традиционных методов проектирования систем управления.

Пример системы управления в виде нейронной сети был представлен Nguyen и Widrow в работе [1]; а также Kong и Kosko в работе [2] представили стратегию нечёткого управления для данной проблемы.