

САМООБУЧАЮЩИЙСЯ НЕЙРОСЕТЕВОЙ БЛОК ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИМИ КОМПЛЕКСАМИ

Ю.В. Дубенко¹⁾, Е.Е. Дышкант²⁾

1) к.т.н., доцент кафедры Информатики и вычислительной техники
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет».

2) старший преподаватель кафедры Внутриводского
электрооборудования и автоматики Армавирского механико-
технологического института (филиала) ФГБОУ ВО «Кубанский
государственный технологический университет».

Аннотация: в статье приводится структура блока принятия
решений, реализованного на основе метода анализа прецедентов, при этом
для извлечения прецедентов использовалась ИНС.

Ключевые слова: искусственная нейронная сеть, анализ
прецедентов, блок принятия решений.

SELF-LEARNING NEURAL NETWORK BLOCK OF DECISION MAKING OF MANAGEMENT SYSTEMS OF TECHNICAL COMPLEXES

Yu.V. Dubenko¹⁾, E.E. Dyshkant²⁾

1) Ph.D., associate professor of the Department of Informatics and
Computer Engineering of the Kuban State Technological University.

2) Senior Lecturer of the Department of Internal Electrical Equipment
and Automation of the Armavir Mechanical-Technological Institute (Branch)
FSBI of HE "Kuban State Technological University".

Annotation: the article presents the structure of the decision block
implemented on the basis of the method of analyzing precedents, while using the
ANN to extract the precedents.

Keywords: artificial neural network, precedent analysis, decision block.

Важным критерием оценки степени автономности системы
управления является ее способность к самообучению. Одним из
направлений реализации функции самообучения является сохранение
прецедентов [1] - данных об уже имевших место проблемных ситуациях и
путях их разрешения, а также способность системы использовать этот

«накопленный опыт» для решения текущих задач. Важной проблемой анализа прецедентов является выбор оптимального подхода к реализации «вывода на основе прецедентов» - извлечение прецедента, наиболее схожего с текущей проблемной ситуацией, а также его повторное применение. На текущий момент наиболее популярными являются следующие методы «извлечения» прецедентов: метод ближайшего соседа; метод извлечения прецедентов на основе деревьев решений; метод извлечения прецедентов на основе знаний; метод извлечения прецедентов с учетом их применимости; методы, основанные на искусственных нейронных сетях (ИНС) [1].

С учетом достоинств ИНС, таких как эффективность работы в условиях неполноты информации, а также с нечеткими, либо зашумленными данными, высокая точность результата, применение методов «извлечения» прецедентов, основанных на ИНС, представляется наиболее целесообразным. В этой связи произведем разработку блока принятия решений системы управления сложной технической системой на основе метода анализа прецедентов.

Блок принятия решений осуществляет диагностику сложной технической системы на предмет поиска причин «проблемной ситуации», по результатам которой осуществляет формирование рекомендаций для ЛПР и выработку управляющих воздействий для компонентов системы с целью разрешения указанной «проблемной ситуации». Определимся, что в дальнейшем словосочетание «проблемная ситуация» будет означать ситуацию D в момент времени t , в который производилось прогнозирование регулируемой величины Q_j с горизонтом прогноза $-g$, периодом $-P$, по результатам которого имела место ошибка $\varepsilon > 0$. Также поясним, что в дальнейшем будет пониматься под рекомендацией и управляющим воздействием. Рекомендация – это действие, для выполнения которого необходимо вмешательство ЛПР. Управляющее воздействие – это действие, которое система может осуществить автономно, т.е. без привлечения ЛПР.

Отметим, что при разработке блока принятия решений мы исходили из того, что состояние сложной технической системы можно охарактеризовать множеством факторов Q_j , $j = 1, 2, \dots, J$, где J – количество соответствующих факторов.

Блок принятия решений состоит из двух основных структурных компонентов: блока анализа прецедентов и экспертной системы. Экспертная система применяется параллельно с блоком анализа прецедентов, конечный результат формируется путем анализа решений, предложенных обоими этими блоками. В случае отсутствия адекватного

прецедента, принятие решений осуществляется только по результатам, полученным от экспертной системы.

На рисунке 1 представлена структурная схема блока с основными его компонентами. На рисунке 1 пунктиром с точкой выделены непосредственные компоненты блока принятия решений, обозначенные как:

– А – блок анализа прецедентов. Задача – формирование рекомендаций и управляющих воздействий на основе анализа прецедентов, в т.ч. имевших место в других подобных сложных технических системах. Основан на использовании искусственной нейронной сети;

– В – блок экспертной системы;

– С – блок формирования предварительного прецедента $P_{bc} = \{factors_D, recs_{bc}, rels_{recs_{bc}}, us_{bc}, rels_{us_{bc}}, rez_{bc} = \emptyset, class_D\}$, где $factors_D$ - показатели работы системы, описывающие текущую «проблемную ситуацию» D; $recs_{bc}, rels_{recs_{bc}}$ – множество рекомендаций, сформированное блоком С, а также оценки их эффективности, $rels_{us_{bc}}$ – управляющие воздействия и оценки их эффективности, us_{bc} – множества управляющих воздействий, сформированных блоками А и В; rez_{bc} - результаты моделирования применения рекомендаций $recs_{bc}$ и управляющих воздействий us_{bc} для решения текущей «проблемной ситуации» D, до активизации блока Е представляют собой пустое множество - $rez_{bc} = \emptyset$; $class_D$ – класс «проблемной ситуации» D;

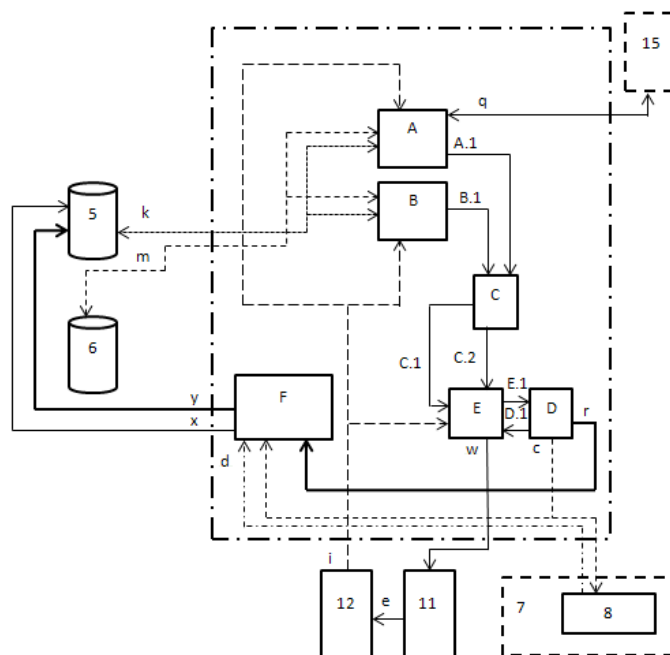


Рисунок 1 - Структурная схема блока принятия решений

– E – блок моделирования результата применения рекомендаций и управляющих воздействий сформированного прецедента P_C для решения текущей «проблемной ситуации» D. По результатам моделирования формируется множество результатов $rezs = \{rez_1, rez_2, \dots, rez_M\}$.

– C.1 – управляющие воздействия us_{bc} , сформированные блоком C;

– C.2 – рекомендации $recs_{bc}$, сформированные блоком C;

– E.1 – результаты моделирования $rezs$, управляющие воздействия us_{bc} , рекомендации $recs_{bc}$.

– D – блок анализа результатов моделирования. Производит по результатам моделирования $rezs$ обновление «оценок эффективности» $rels_{recs_{bc}}, rels_{us_{bc}}$ для рекомендаций $rec_i \in recs_{bc}$ и управляющих воздействий $u_j \in us_{bc}$.

– D.1 – сообщение, предписывающее блоку E провести повторное моделирование применения рекомендаций $recs_{bc}$ и управляющих воздействий us_{bc} для решения «проблемной ситуации», с целью разрешения противоречивой ситуации, возникшей с «оценкой эффективности» рекомендации rec_{disp} или управляющего воздействия u_{disp} .

– F – блок анализа результатов выполнения управляющих воздействий и формирования нового прецедента P_D (поток данных y). Производит формирование нового прецедента $P_D = \{factors_D, recs_D, rels_{recs_D}, us_D, rels_{us_D}, rez_D, class_D\}$ (поток данных y), где $factors_D$ – параметры, характеризующие текущую проблемную ситуацию; $recs_D, rels_{recs_D}, us_D, rels_{us_D}$ – примененные рекомендации и управляющие воздействия и оценки их эффективности, «обновленные» в соответствии с значениями технических показателей, характеризующих результат их применения - $rez_D, class_D$ - класс проблемной ситуации.

– A.1 – рекомендации $recs_{bA}$ и управляющие воздействия us_{bA} , выработанные блоком A, значения показателей $factors_D$, характеризующие текущую «проблемную ситуацию» D;

– B.1 – рекомендации $recs_{bB}$ и управляющие воздействия us_{bB} , выработанные блоком B, значения показателей $factors_D$, характеризующие текущую «проблемную ситуацию» D.

Внешние элементы системы управления обозначены на рисунке 1 следующим образом:

– 5 – база знаний, включающая библиотеку прецедентов;

– 6 – база данных, содержит количественные и качественные показатели работы сложной технической системы;

– 7 – сложная техническая система;

- 8 – датчики, измерительные устройства, активные компоненты, входящие в состав сложной технической системы;
- 12 – блок анализа. Задача: оценка результатов прогнозирования на предмет наличия «проблемной ситуации», характеризующейся величиной превышения спрогнозированного значения величины Q_j , характеризующей работу сложной технической системы, над значением задающего сигнала, за которое может быть принято значение норматива величины Q_j ;
- 15 – другая система управления сложной технической системой;
- i – результаты прогнозирования величины показателя Q_j ; класс «проблемной ситуации» D - $class_D$; описание проблемной ситуации D ;
- k – запрос/сохранение/получение знаний $knds = \{knd_1, knd_2, \dots, knd_n\}$ и прецедентов $P_{his} = \{P_1, P_2, \dots, P_m\}$ из БЗ, где P_{his} – прецеденты, хранящиеся в БЗ данной системы управления сложной технической системой;
- m -запрос/получение значений из БД показателей $factor_i(t) \in factors(t)$, где $i = 1, 2, \dots, K$ – номер типа показателя, описывающих состояние системы на момент возникновения «проблемной ситуации» в момент времени t ;
- x – «оценки эффективности» применения управляющих воздействий us_D и рекомендаций $recs_D$ для решения «проблемной ситуации» D , откорректированные в соответствии с результатами их применения - rez_D (поток данных d).
- y – сформированный «новый» прецедент $P_D = \{factors(t), recs_D, rels_{recs_D}, us_D, rels_{us_D}, rez_D, class_D\}$, соответствующий «проблемной ситуации» D , где $factors(t)$ – множество значений технических показателей и внешних факторов в момент времени t , характеризующих возникшую проблемную ситуацию, $class_D \in classes$ – класс проблемной ситуации D , где $classes$ – множество возможных классов «проблемных ситуаций».
- w – запуск параллельной работы блоков 11 и 12 в «режиме моделирования»;
- c – управляющие воздействия $us_D = \{u_1, u_2, \dots, u_L\}$, выработанные блоком принятия решений для решения проблемной ситуации D ;
- d – запрос/получение результатов выполнения управляющих воздействий us_D и рекомендаций $recs_D$, сформированных для решения «проблемной ситуации» D , характеризующихся значениями показателей $factors(t + 1)$, формирующих вектор $rez_D = \{factor_1(t + 1), factor_2(t + 1), \dots, m\}$;
- e – результат прогнозирования величины Q_j , полученный с помощью комбинированного метода.

– q – запрос/получение прецедентов $P_{other} = \{P_1, P_2, \dots, P_m\}$ из БЗ других систем управления сложными техническими системами;

– r – рекомендации $recs_D = \{rec_1, rec_2, \dots, rec_N\}$ по нормализации значения показателя Q_j для решения «проблемной ситуации» D .

Возможными вариантами использования данного блока является его применение в системах контроля потерь электроэнергии, представленных в работах [2,3]. Отметим также, что в работе [2] также приводится описание структуры блока прогнозирования, который может быть использован для совместной работы с разработанным блоком принятия решений.

Реализация разработанного блока принятия решений в составе систем управления позволит повысить эффективность процедуры принятия решений в процессе управления сложными техническими системами различного рода.

Список использованных источников:

1. Варшавский П.Р., Еремеев А.П. Моделирование рассуждений на основе прецедентов в интеллектуальных системах поддержки принятия решений // Искусственный интеллект и принятие решений. - №2, 2009. - с. 45-57.

2. Дубенко Ю.В. Дышкант Е.Е. Интеллектуальная система контроля и прогнозирования потерь электроэнергии / Научно теоретический журнал Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2016. - №3. - С. 131 – 135.

3. Дубенко Ю.В. Дышкант Е.Е. Автоматизированная система определения и прогнозирования потерь электроэнергии / Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. - 2015. - №4 (36). - С. 37-45.