

The paper simulated the process of selecting content management system (CMS) to develop on the basis of its remote data analysis publishing (RDAP). The choice is based on the basis of two-cycle management process of identifying the most important criterion groups and their elemental composition with the ability to truncate the elements that are of lower priority. Im. 0. Bibliogr.: 17 titles.

Keywords: content management system, remote data analytic publishing, printing company, expert information processing method, the theory of statistics.

УДК 681.5

В. Я. КОПП, д-р тех. наук, проф., СевНТУ, Севастополь;

С. А. КАЧУР, канд. тех. наук, доц., СНУЯЭиП, Севастополь

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫМИ СИСТЕМАМИ В НЕШТАТНЫХ СИТУАЦИЯХ НА БАЗЕ МОДЕЛЕЙ СЕТЕЙ ПЕТРИ

Предложен метод построения системы интеллектуального управления на основе понятий следующих областей знаний: 1) физиологии человека; 2) теории автоматического управления; 3) искусственного интеллекта; 4) теории сетей Петри; 5) теории системного анализа. Проведен количественный сравнительный анализ существующих искусственных нейронных сетей и предложенной модульной нейроразобной сети на базе сетей Петри. Ил.:4. Библиогр.:9 назв.

Ключевые слова: системы интеллектуального управления, сложные системы, аварийная ситуация, нейронные сети, сети Петри.

Введение. В настоящее время для сложных систем принципиально безразлично, является ли процесс управления полностью автоматическим или же в отдельных (или во всех) контурах управления участвует оператор. На современном этапе без участия человека не удастся осуществить управление всеми технологическими процессами сложной системы, например, реакторной установки. Однако ведутся интенсивные работы по использованию нейроразобных систем для организации контроля, управления и защиты для таких систем. Модели и методы искусственного интеллекта (ИИ), а также современной теории автоматического управления являются базовыми в этих разработках. Основное назначение этих разработок – снижение нагрузки оператора в аварийных ситуациях.

Анализ проблемы

Рассматриваются подходы к созданию современных систем интеллектуального управления (СИУ). В рамках этого направления большое внимание уделяется методам и моделям искусственного интеллекта (ИИ). Например, таким исследованиям, как распознавание образов, восприятие зрительной, слуховой и других видов информации, методам ее обработки с целью выделения существенных признаков воспринимаемых объектов и осуществления их классификации. Если множество признаков, разделяющих объекты на классы заранее не известно, то возникает задача обучения распознаванию образов или самообучения распознаванию образов. Поэтому данное направление ИИ близко к машинному обучению и неразрывно связано с нейросетями [1-3].

Под СИУ будем понимать «искусственный мозг», который строится и функционирует по аналогии с мозгом человека [4]. Аналогия СИУ с человеческим мозгом условна, так как процесс мышления является духовной деятельностью и в целом присущ только человеческому мозгу. Несмотря на это, представления о

принципах организации человеческого сознания дают ключ к построению СИУ, способной выполнять обработку информации и принимать решение при определенных ограничениях. Такие организационные принципы были выдвинуты американским физиологом В.Маунткаслом [5]. В настоящее время ученые пытаются найти способы проверки этой концепции.

Одним из основных требований к системам принятия решения (СИУ), системам «поддержки» оператора является своевременность и правильность принятия решения в аварийных ситуациях. Это определяет проблему построения такой СИУ, которая обеспечивала бы свойства безопасности, самоорганизации и живучести сложной системы. Скорость принятия решения при прочих равных условиях связана с размерностью задачи, в частности для нейросетевых моделей ИИ с размерностью нейронной сети. Поэтому стоит задача разработки моделей поведения системы в аварийных ситуациях и выхода из таких ситуаций. Возможности математического аппарата сетей Петри при определенной интерпретации элементов сети позволят наилучшим образом в сравнении с существующими нейроподобными моделями решить данную задачу[6].

Цель исследования и постановка задачи

Цель исследования состоит в построении СИУ на основе таких моделей организации сознания и проведения таких экспериментов, при которых сознание рассматривается целостно, а не расчленяется на отдельные структурные или функциональные составляющие.

Для достижения поставленной цели предлагается решить следующие задачи:

- 1) выделить блоки нейронных сетей по глобальному характеру функционирования в рамках СИУ;
- 2) определить модель иерархии управления (алгоритмов управления) как основу для реализации интеллектуального управления;
- 3) описать все блоки СИУ и их взаимосвязи на базе СП.

С точки зрения теории автоматического управления в некотором приближении организацию сознания можно представить в следующем виде. С одной стороны, человеческий мозг является оптимальной адаптивной системой автоматического управления (АОСАУ). В качестве объекта управления выступает сеть нейронных модулей переменной структуры со случайными параметрами (объемами нейронных модулей) при случайных внешних воздействиях, т.е. стохастическая система, элементами (стохастическими подсистемами) которой являются нейронные модули. С другой стороны, человеческий мозг является устройством управления человеческим организмом в целом, который также можно рассматривать как АОСАУ.

С точки зрения теории искусственного интеллекта нейронные сети, элементами которых являются нейронные модули (модулярные колонки), занимают промежуточное положение между А-сетями (ансамблевыми нейронными сетями) и М-сетями (активными семантическими сетями).

С точки зрения теории сетей Петри (СП), нейронная сеть описывается стохастической СП со сдерживающими событийными гипердугами [6]. Переходы СП составными.

С точки зрения системного анализа описание организации сознания должно иметь иерархическую структуру, т.е. нижний уровень соответствует модулярной колонке, промежуточный уровень – зонам коры головного мозга и различным его отделам, верхний уровень – мозгу человека в целом.

Таким образом, метод построения модели СИУ основывается на понятиях и методах пяти областей знаний: 1) физиология человека; 2) теория автоматических систем; 3) искусственный интеллект; 4) теория СП; 5) теория системного анализа.

Наибольшее значение при создании модели отводится методам теории автоматического управления и теории сетей Петри. При этом учитывается конкретная область применения СИУ.

Метод построения модели СИУ на базе сетей Петри

Рассмотрим СИУ как АОСАУ, объектом управления которой является нейронная сеть, описанная СП. Обучение сводится к заданию входного воздействия и формированию на основе анализа реакции системы управляющего воздействия, которое формируется в виде вектора сигналов «поощрения» («наказания») при соответствии (несоответствии) полученной реакции системы требуемой. Блок формирования управляющего для СИУ воздействия назовем медиаторной памятью. Для организации самообучения используется декларативная память, хранящая систему требований, ограничений и множество запрещенных ситуаций, которые могут изменяться (расширяться) в процессе функционирования системы.

Основная проблема при разработке модели заключается в выборе структуры описания объекта. Алгоритмы функционирования модели являются вторичными и зависят от формы представления информации об объекте. Главным признаком сложной системы выступает иерархичность. Для разрабатываемой модели иерархичность соблюдается в описании уровней абстракций модели, описываемых СП. С повышением сложности модели возрастает моделирующая способность сети при снижении ее разрешающей способности. Однако, не смотря на то, что в основу модели положено расширение СП [6], в малом интервале времени τ на конкретном уровне функционирования все активные переходы СП работают параллельно и независимо друг от друга (независимость в малом при наличии зависимости в большом). Главная задача при создании модели состоит в определении уровней абстракций и связей между ними.

Предлагается ввести пять уровней абстракции модели СИУ: 0) СИУ как АОСАУ, объектом управления которого является нейронная сеть; 1) взаимосвязи режимов работы СИУ; 2) режим работы СИУ; 3) блок модульной нейронной сети; 4) модуль нейронов[7] как неделимый элемент системы.

Каждый уровень представляет собой СП, включающую составные переходы. СП четвертого уровня описывает в некотором приближении функционирование взаимосвязанных модулярных колонок и сопоставляется переходам СП третьего уровня. Каждый блок СИУ на небольшом интервале времени можно рассматривать как объект отдельной адаптивной оптимальной системы, управляющим устройством (УУ) которой при обучении является медиаторная память, а при самообучении также и декларативная. Медиаторная и декларативная память представляют собой УУ как для каждого блока системы, так и для системы в целом.

Возможная схема функционирования СИУ как АОСАУ приведена на рис. 1. На схеме приняты следующие обозначения: БЗК – блок зрительной коры; БАП – блок архивной памяти; БПТР – блок принятия текущего решения; БК – блок координации; БМДП – блок медиаторной и декларативной памяти. Объект управления (ОУ) включает БЗК, БАП, БПТР, БК. В качестве УУ выступает БМДП. Внешнее случайное воздействие задано вектором параметров, поступающим от измерительных систем.

В зависимости от специфики функционирования каждому блоку сопоставляется некоторое подмножество алгоритмов. Множество всех алгоритмов СИУ можно сравнить с системой команд микропроцессора. Причем, алгоритмы могут быть трех типов и образовывать следующую иерархию (в соответствии с иерархией модели): 1) алгоритмы работы с декларативной памятью; 2) алгоритмы обработки

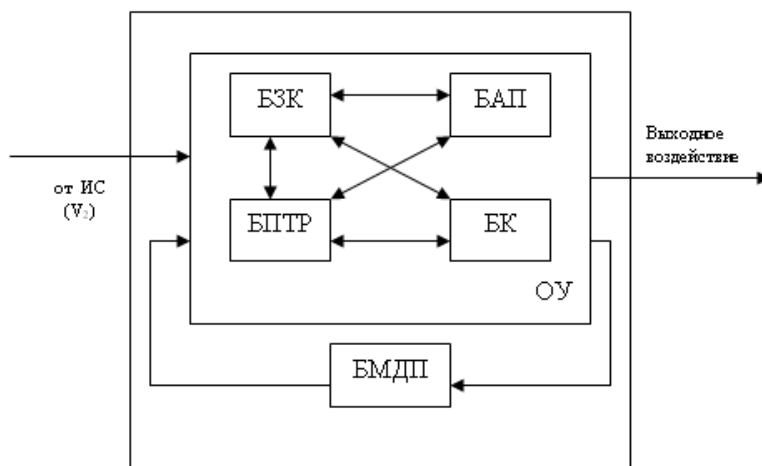


Рис. 1 - Функциональная схема СИУ как АОСАУ

результатов выполнения третьего типа алгоритмов; 3) адаптивные алгоритмы оптимизации параметров и структуры [8,9]; 4) алгоритмы функционирования нейронного модуля, в основе описания которого лежит система дифференциальных уравнений.

Результаты работы алгоритмов третьего типа заключаются в изменении структуры и параметров СП и являются исходными данными для алгоритмов второго типа. Результаты выполнения алгоритмов второго типа хранятся в декларативной памяти как несетевые элементы кратковременной, долговременной и архивной памяти. К алгоритмам первого типа можно отнести алгоритмы модификации структуры архивной памяти, принятия решения, идентификации образов, ситуаций и т.п., которые осуществляются на основе информации, хранящейся в декларативной памяти.

СП первого уровня отражает связи всех режимов работы (прямые, обратные). Ее переходам сопоставлены режимы работы СИУ. В случае, если какие-то режимы одновременно выполняться не могут, то входные дуги переходов, соответствующих этим режимам, охватываются сдерживающими событийными гипердугами.

На втором уровне (описание режима) переходам СП сопоставляются блоки СИУ. СП описывает процесс передачи информации от одного блока к другому. При срабатывании переходов СП второго уровня выполняются адаптивные алгоритмы, сопоставленные данным переходам. Так как УУ является общим для всех блоков, и выходы одного блока являются входами других, то происходит адаптивная оптимизация структуры и параметров всех блоков рассматриваемого режима (или режимов) работы.

Сравнительная характеристика существующих искусственных нейронных сетей и модульной нейроподобной сети на базе СП

Сложность алгоритма, временные затраты и требуемые объемы машинной памяти при моделировании поведения объекта являются функциями от размерности его модели. Сложность модели СИУ определяется размерностью искусственных нейронных сетей (ИНС). В качестве показателя размерности ИНС выступает количество k атомарных элементов сети. Для современных ИНС атомарным элементом является нейроподобный элемент (НЭ), а для предложенных в диссертации модульной нейроподобной сети (МНС) на базе СП – нейронный модуль, которому сопоставлен переход СП. Для сравнения сложности алгоритма имитационного моделирования и размерности ИНС на базе НЭ и МНС на базе СП

будем использовать логарифмические характеристики размерности сети – $lg(k_H)$ и $lg(k_C)$ Соотношение логарифмических показателей размерности и сложности имитационных алгоритмов на основе моделей сравниваемых ИНС и МНС приведено в таблице и на рис. 2–4 с учетом того, что минимальный объем нейронного модуля соответствует одной модулярной колонке (100 нейронов), объем мозга человека составляет 10^{11} нейронов, а максимальный размер ИНС на основе НЭ – 10^8 нейронов. Для предложенной в [7] модели элемента МНС число переходов СП, описывающих один нейронный модуль соответствует четырем, т.е. сложность его имитационного алгоритма соответствует 2^4 . Число состояний элемента МНС соответствует 2 (элемент «активен» или элемент «неактивен»).

Сложность алгоритма имитационного моделирования МНС на базе СП, используя логарифмические характеристики размерности сети, или вычисляется по формуле $s_C = 2^4 \cdot 2^{lg k_C}$, для ИНС на базе НЭ соответственно $s_H = 2^{lg k_H}$ соответственно. При классификации ИНС по размерности модели (рис. 4) на малые (МИНС – $1 \div 10^3$ нейронов), средние (СИНС – $10^3 \div 10^5$ нейронов), большие (БИНС – $10^5 \div 10^8$ нейронов), сверхбольшие (СБИНС – $10^5 \div 10^8$ нейронов), ультрабольшие (УБИНС – более 10^8 нейронов) можно сделать следующие выводы:

1) для МИНС и СИНС применение МНС на базе СП либо невозможно, либо нецелесообразно;

2) для БИНС применение МНС на базе СП дает снижение размерность сети в среднем на 4 порядка по сравнению с ИНС на основе НЭ при более высокой алгоритмической сложности;

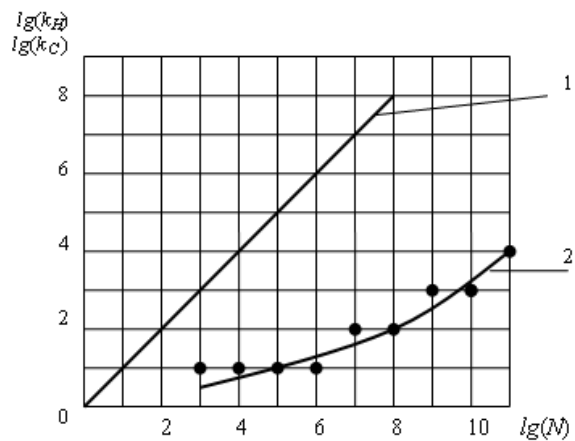


Рис. 2 - Зависимость размерности ИНС на основе НЭ (1) и МНС на базе СП (2) от размерности нейронной сети

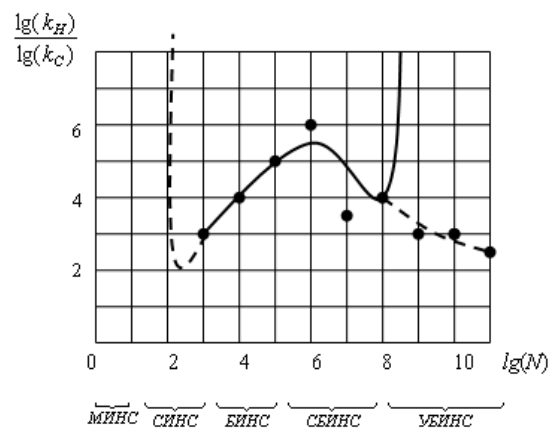


Рис. 3 - Соотношение размерности ИНС на основе НЭ и МНС на базе СП для разной степени сложности модели нейронной сети

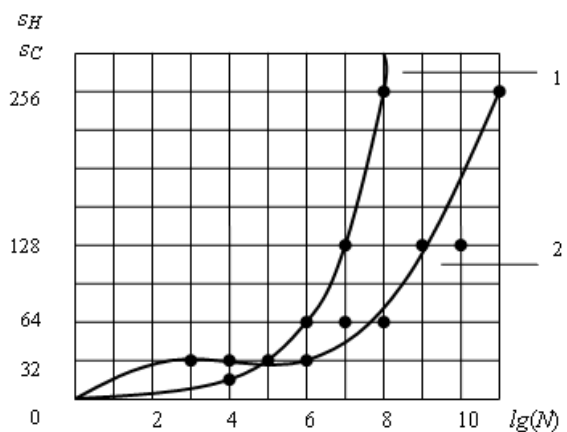


Рис. 4 - Зависимость сложности имитационных алгоритмов для ИНС на основе НЭ (1) и МНС на базе СП (2) от размерности нейронной сети

3) для СБИНС использование МНС на базе СП по сравнению с ИНС на основе НЭ приводит к снижению размерности модели на 4-6 порядков и сложности алгоритма до 4 раз;

4) для УБИНС в настоящее время использование в качестве атомарного элемента НЭ нецелесообразно, что определяет перспективность применения МНС на базе СП.

Таблица - Показатели размерности и сложности ИНС на основе НЭ и МНС на базе СП в логарифмическом масштабе

Число нейронов N	Размерность ИНС с НЭ k_H	Размерность МНС с СП		$lg(k_H)$	$lg(k_C)$	$\frac{lg(k_H)}{lg(k_C)}$	Сложность алгоритма имитационного моделирования	
		k_C	Объем модуля				ИНС с НЭ s_H	МНС с СП s_C
10^2	10^2	-	-	2	-	∞	4	-
10^3	10^3	10	1	3	1	3	8	32
10^4	10^4	10	10	4	1	4	16	32
10^5	10^5	10	10^2	5	1	5	32	32
10^6	10^6	10	10^3	6	1	6	64	32
10^7	10^7	10^2	10^3	7	2	3,5	128	64
10^8	10^8	10^2	10^4	8	2	4	256	64
10^9	-	10^3	10^4	-	3	∞	512	128
10^{10}	-	10^3	10^5	-	3	∞	1024	128
10^{11}	-	10^4	10^5	-	4	∞	2048	256

Выводы. Анализ методов построения современных систем ИИ позволил сделать вывод, что для систем принятия решения в условиях неопределенности необходима разработка моделей, позволяющих значительно снизить размерность задач. Использование СП позволяет одновременно с моделированием случайных процессов моделировать неопределенность, при этом в качестве правил поведения использовать различные алгоритмы, в том числе адаптивного управления, управления структурой и параметрами, как СИУ, так и объекта управления. Таким образом реализуется самообучение СИУ в процессе управления объектом при увеличении мощности моделирования.

Произведено сравнение предложенной модульной нейронной сети (МНС) на базе СП и современных ИНС на НЭ. МНС имеет моделирующую способность в 4÷6 раз выше при объеме сети $10^5 \div 10^8$ нейронов, чем ИНС. МНС позволяет моделировать сети размерностью $10^9 \div 10^{12}$ нейронов с быстродействием сравнимым с ИНС на НЭ размерностью 10^5 .

Для полной реализации указанных преимуществ СИУ, модель которых построена с использованием предложенного метода, необходима аппаратная реализация, элементная база, основанная на свойствах сверхпроводников.

Список литературы: 1. Бакаев Л. А. Экспертные системы и логическое программирование / Л. А. Бакаев, А. А. Грищенко. – К.: Наук. думка, 1992. – 220с. 2. Васильев С. Н. Расширение потенциала управления с помощью новых средств представления и обработки знаний./ С. Н. Васильев // Проблемы управления и информатики. – 2002. – №4. – С.21-36. 3. Дорогов А. Ю. Структурный синтез модульных слабосвязанных нейронных сетей. I. Методика структурного синтеза модульных нейронных сетей / А. Ю. Дорогов // Кибернетика и системный анализ. – 2001. – №2. – С.34-42. 4. Амосов Н. М. Нейрокомпьютеры и интеллектуальные роботы

/ Н. М. Амосов, Т. Н. Байдык, А. Д. Гольцев. – К.: Наук. думка, 1991. – 272с. **5.** Блум Ф. Мозг, разум и поведение./ Ф. Блум, А. Лейзерсон, Л. Хофстедтер. – М.:Мир,1988. – 248с. **6.** Качур С. А. Модель стохастических систем и их соединений на основе сетей Петри/ С. А. Качур // Проблемы управления и информатики. – 2002. – №1. – С.93-98. **7.** Качур С. А. Модель нейронного модуля как элемента стохастических систем на основе сетей Петри/ С. А. Качур // Радиоэлектроника. Информатика. Управление. – 2005. – №1. – С.125-129. **8.** Качур С. А. Параметрическая оптимизация стохастических сетей и их соединений на основе сетей Петри/ С. А. Качур // Радиоэлектроника и информатика. – 2005. – №3. – С.83-87. **9.** Качур С. А. Адаптивное управление структурой сложных стохастических систем на основе сетей Петри/ С. А. Качур // Радиоэлектроника и информатика. – 2005. – №4. – С.38-41.

Надійшла до редколегії 20.02.2013

УДК 681.5

Автоматизация процессов управления сложными системами в нештатных ситуациях на базе моделей сетей Петри / Копп В. Я., Качур С. А.// // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2013. - № 11 (985). – С. 79-85. – Бібліогр.: 9 назв.

Запропоновано метод побудови системи інтелектуального керування на основі понять наступних областей знань: 1) фізіології людини; 2) теорії автоматичного керування; 3) штучного інтелекту; 4) теорії мереж Петри; 5) теорії системного аналізу. Проведено кількісний порівняльний аналіз існуючих штучних нейронних мереж і запропонованої модульної нейроподібної мережі на базі мереж Петри.

Ключові слова: системи інтелектуального керування, складні системи, аварійна ситуація, нейронні мережі, мережі Петри.

The method of construction of the intellectual control system on the basis of concepts of the following regions of knowledges is offered: 1) physiology of man; 2) theories of automatic control; 3) artificial intelligence; 4) theories of the Petre nets; 5) theories of systems analysis. The quantitative comparative analysis of existent artificial neuron nets and offered module similar to neuron net on the base of the Petre nets is conducted.

Keywords: intellectual control systems, difficult systems, emergency situation, neuron nets, the Petre nets.

УДК 004.9:528:006.06

А. В. БЕЛЬЧЕВА, аспірант, ХНУРЭ, Харків;

Н. О. МАНАКОВА, канд. техн. наук, доц., ХНУРЭ, Харків

МОДЕЛЬ МИНИМИЗАЦИИ ВРЕМЕННЫХ ЗАТРАТ РЕАЛИЗАЦИИ ГИС-ПРОЕКТА С УЧЕТОМ ПОЛНОТЫ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

В статье предложена модель минимизации временных затрат реализации ГИС-проекта, проведен анализ чувствительности модели к состоянию информационного обеспечения.

Ключевые слова: ГИС, пространственные данные, тестовые данные, модель, проектирование, информационное обеспечение.

Вступление. Геоинформационная система (ГИС) широко используются в управленческих процессах как основа для принятия решений, включающая: информационное, программное, техническое, лингвистическое и правовое обеспечение. Структура информационного обеспечения (ИО) ГИС существенно отличается от других информационных систем. Трудоемкость проектирования ИО для ГИС сложно переоценить, так как этот процесс включает разработку цифровых карт, что является одной из самых ресурсоемких задач. Даже при условии

© А. В. БЕЛЬЧЕВА, Н. О. МАНАКОВА, 2013