

УДК 004.8.032; 621.317

МОДЕЛИРОВАНИЕ БАЗОВЫХ ФУНКЦИЙ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ СЛОЖНОЙ СОЦИОТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ

А.Л. Ляхов, С.П. Алёшин

Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка

e-mail: LAL@pntu.edu.ua

Введение

Сложные социотехнические системы (ССТС) являются проблемным объектом для моделирования системообразующих процессов из-за их характерных особенностей [1,2,3,4]. Эти процессы, как правило, являются трудно формализуемыми, слабо поддающиеся аналитическому представлению, что препятствует выявлению и формализации основных факторов, связей между ними и силы влияния отдельных факторов на конечный результат. По этому, в принятии решений часто прибегают к коллективным статистическим методам [5], когда вес отдельного голоса (эксперта или технического средства) может варьироваться в широком диапазоне.

Однако в ряде предметных областей ССТС при принятии решения вес голоса информационно-технических средства (автопилоты, системы управления оружием, управление энергопотреблением региона и др.) значительно превышает вес голоса эксперта-человека. Для таких систем проблема моделирования принятия решений техническими средствами в автоматическом режиме приобретает особое значение.

Классические АСУ с обратной связью в ССТС по отмеченным выше причинам недостаточно эффективны. В данной работе предлагается использовать интеллектуальные технологии в формате искусственных нейронных сетей (ИНС) [3,6] для решения этой проблемы.

1. Базовые функции процесса автоматического управления ССТС.

Будем исходить из того, что при управлении ССТС, как правило, имеется массив априорных и текущих данных, достаточный для принятия объективных решений на основе информационно-аналитического подхода, основанного на прецедентах.

К базовым функциям принятия решений при управлении ССТС мы относим:

- описание и представление объекта или его состояния как образа из некоторого алфавита классов на языке словаря информативных признаков;
- присвоение формальных имен, сопоставление образа объекта конкретного класса с набором соответствующих значений признаков в форме принадлежности к некоторым градациям определенных смысловых шкал;
- формирование обобщенных образов состояний объектов в пространстве априорных данных, которые используются в качестве примеров (массив числовых значений выборки пар «вход – выход»);
- оценка дифференцирующей силы признаков и расстановка их в мажоритарный ряд;
- понижение размерности (при необходимости) пространства признаков на основе ассоциативных свойств нейронных сетей с сохранением состоятельной, для принятия решений, информации;
- кластеризация признаков: определение сходств и различий признаков по их смыслу; объединение сходных по смыслу признаков в группы;
- кластеризация обобщенных образов: определение сходств и различий обобщенных образов друг с другом; объединение сходных образов в множества со сходными признаками;
- распознавание объектов: сравнение предметного образа конкретного объекта со всеми

- обобщенными образами и принятие решения о принадлежности к классу;
- выбор оптимальных управляющих факторов: формирование массива возможных управляющих воздействий, анализ их силы и направления, адаптация к предметной области, обеспечение заданных целевых состояний объекта;

2. Анализ возможностей современных эмуляторов нейронной среды для моделирования базовых функций принятия решений при управлении ССТС

Существует значительное количество программ конструирования нейронной среды для решения широкого круга практических задач:

Excel Neural Package – универсальная программа для создания нейросетей и анализа их в среде Microsoft Excel;

NeuroShell Day Trader 3.8 - программа для создания нейронных сетей для анализа рынка;

NeuroShell 2 - программа реализует разнообразные сервисные программы и популярные дополнения, что создает законченную среду для работы с многомерными массивами данных;

NeuroShell Preditor 2 – специализированная программа, предназначенная для решения задач прогнозирования;

NeuroShell GeneHunter 2 - комплекс программ для решения оптимизационных задач с помощью методологии генетических алгоритмов и др.

Наибольшими возможностями для анализа базовых процессов в ССТС обладает, на наш взгляд, пакет технического анализа данных StatSoft с нейросетевым модулем STATISTICA Neural Networks, благодаря следующим особенностям [7,8]:

- наличие эффективных алгоритмов обучения сети, таких как метод сопряженных градиентов и Левенберга - Маркара;
- возможность создавать сложные комбинации из сетей различных архитектур;
- способность осуществлять оперативный контроль над переменными параметрами в процессе обучения и тестирования с использованием встроенной системы Network Wizard, помогающей принимать решения в интерактивном режиме;
- наличие автоматического конструктора Automatic Network Designer для оперативного выбора нужной архитектуры сети, что значительно сокращает время на принятие решения;
- способность к стандартизации данных (опция Standardize Columns в контекстном меню Fill / Standardize Block), что обеспечивает инвариантность меры сходства от типа шкалы при многофакторном и разнотипном входном воздействии;
- способность к интеллектуальному анализу параметров и топологии сети по умолчанию (опция Intelligent Problem Solver в разделе Selekt analysis), что значительно ускоряет инициализацию лучшей сети из списка возможных;
- возможность работать во всей среде программы технического анализа STATISTICA, что повышает оперативность загрузки обучающих множеств при помощи программы импорта данных из любого модуля системы;
- возможность быстрой коррекции параметров обучения по информации о времени исполнения алгоритма, значениям ошибок на обучающем, контрольном и тестовом множествах, путем сравнения их между собой (диалоговое окно IPS Training In Proqress);
- способность к быстрому разбиению данных на обучающее, контрольное и тестовое множества с использованием опции Intelligent Problem Solver, из раздела Selekt analysis, сокращает время отведенное на формирование рабочего (обученного) файла синаптических весов.

3. Результаты моделирования базовых функций управления ССТС в среде STATISTICA Neural Networks.

Практическое применение модуля STATISTICA Neural Networks для реализации базовых функций процесса автоматического управления ССТС позволило построить модели управления для нескольких предметных областей (техническая диагностика бортовой радиолокационной системы; синтез формулы сбалансированного питания и др.) [8].

Успешно реализованы процедуры кластерного анализа данных, понижения размерности входного вектора, классификации, многоуровневого распознавания, многофакторного тестирования. Использование ассоциативной памяти позволило решить задачу понижения размерности входного вектора на основе анализа информативности входных данных, что упростило обучение сети и ускорило итерационный процесс.

При распознавании состояний исследуемого объекта, процедура кластерного анализа позволила автоматизировать формирование алфавита классов и соответствующего словаря признаков, что упростило построение обучающего множества. Прогнозирование эволюции состояния объекта интерпретировалось как решение задачи нелинейной регрессии. При этом находился вид зависимости состояния объекта от входных факторов как отображение пространства входных признаков на пространство выходных состояний путем итерационных процедур обучения сети на множестве прецедентов. Поиск оптимального управления состоянием объекта был сведен к выбору входных факторов, которые придавали целевой функции требуемые значения.

Надежность и точность решений была обоснована значениями, соответственно, доверительных вероятностей и доверительных интервалов. В приведенных примерах доказывалась реализуемость базовых функций, а задача минимизации ошибок не ставилась, поэтому выбирались приемлемые (не оптимальные) варианты сконструированной сети, с приемлемой для практики производительностью. Под производительностью в задачах многомерной регрессии понимается отношение стандартного отклонения ошибок сети к стандартному отклонению исходных данных, а в задачах классификации - соотношение правильных и ошибочных решений.

В качестве примеров исследуемых объектов представлены модели формулы сбалансированного питания и процедуры технической диагностики бортовой радиолокационной системы.

В первом случае, последовательно поставлены и решены три задачи моделирования системообразующих процессов в среде стандартных нейроэмуляторов Statistika Neural Network:

а) сформировано обучающие множество признаков для четырех классов состояний объекта;

б) реализована процедура диагностики его состояния по совокупности входных признаков;

в) найдена функциональная зависимость между управляющими факторами и состояниями объекта.

Последовательное применение этих процедур позволило получить искомую нейросетевую модель формулы сбалансированного питания, структура которой в формате проведенного анализа, имеет вид:

(SNN – Kohonen 26:26 – 52:1) ---» (SNN – MLP 58:58 – 29 – 4:1) ---» (SNN – RBF 28:28 – 56 – 4:1)

Во втором случае, последовательно поставлены и решены две задачи:

а) сформировано обучающие множество признаков для двух классов и для двух

уровней диагностики;

б) реализована процедура диагностики на двух уровнях.

Последовательное их применение позволило получить искомую нейросетевую модель процесса диагностики бортовой радиолокационной системы:

(SNN – Kohonen 28:28 – 56:1) → (SNN – MLP 24:24 – 56 – 1:1) → (SNN – Kohonen 28:28 – 56:1) → (SNN – MLP 58:58 – 36 – 1:1)

4. Выводы

а). Реализация базовых функций процесса автоматизации ССТС в среде стандартных нейроэмуляторов возможна и сводится к модификации синаптического пространства нейронных сетей с учителем или с самообучением.

б). Практическая значимость результатов моделирования в среде нейроэмуляторов заключается в сокращении времени принятия решения в задачах классификации и прогнозирования состояний ССТС за счет автоматизации этих процессов и в повышении объективности принятых решений за счет снижения влияния человеческого фактора.

в). Перспективным и полезным, на наш взгляд, является продолжение исследований в направлении адаптации полученных результатов для зашумленного вектора входных данных, для определения границ применимости модуля Statistika Neural Network, для управления ССТС в условиях мешающих факторов (активного противодействия).

Литература

1. Морозов А.А. Ситуационные центры – основы управления организационными центрами большой размерности / Морозов А.А. // Математические машины и системы. – 1997. – № 2. – С. 7 – 10.
2. Состояние и перспективы нейросетевого моделирования СППР в сложных социотехнических системах / А.А. Морозов В.П. Клименко, А.Л. Ляхов, С.П. Алёшин // Математичні машини і системи. – 2010. - № 1.- С. 127 – 149.
3. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс, 2-е издание. Пер. с англ. - М.: Издательский дом «Вильямс», 2006 г. - 1104с.
4. Ляхов А.Л., Алёшин С.П. Проблема моделирования сложных социотехнических систем. V дистанционная научно-практическая конференция с международным участием. Системы поддержки принятия решений. Теория и практика. СППР'2009; <http://conference.immsp.kiev>.- ИПММС НАН Украины, Киев – 2009, с.31- 34.
5. Барабаш Ю.Л. Коллективные статистические решения при распознавании. - М.: Радио и связь, 1983. – 224 с.
6. Кохонен Т. Ассоциативная память / Кохонен Т. – Москва: Мир, 1980. – 240 с.
7. Ляхов А.Л., Алёшин С.П. Искусственная нейронная сеть как измерительный инструмент адекватности модели с адаптивным классом точности. IV научно-практическая конференция с международным участием «Математическое и имитационное моделирование систем. МОДС 2009», Киев - 2009 , с. 116-119.
8. Ляхов А.Л., Алёшин С.П. Техническая диагностика бортовых радиолокационных систем в среде Statistika neural network// Радіоелектронні і комп'ютерні системи. - Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2010. - № 7(48). – С. 195-199.