

9. Hoang, T. V. Invariant pattern recognition using the RFM descriptor / T. V. Hoang, S. Tabbone // Pattern Recognition. – Vol. 45. – Issue 2. – 2012. – P. 271–284.
10. Kapustiy, B.O. A new approach to determination of correct recognition probability of set objects / B. O. Kapustiy, B. P. Rusyn, V. A. Tayanov // Upravlyayushchie Sistemy i Mashiny. – Vol. 2. – 2005. – P. 8–12.
11. Veres, O. Choosing the method of finding similar images in the reverse search system / O. Veres, B. Rusyn, A. Sachenko, I. Rishnyak // Proceedings of the 2nd International Conference on Computational Linguistics and Intelligent Systems, COLINS 2018. – Volume I: Main Conference, Lviv, Ukraine, June 25–27, 2018. CEUR Workshop Proceedings, 2136. – P. 99–107.
12. Furgala, Yu. M. Peculiarities of Melin transform application to symbol recognition / Yu. M. Furgala, B. P. Rusyn // Proceedings of the 14th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET), Lviv-Slavske, Ukraine, February 20–24, 2018. – P. 251–254.
13. Chen, L. Semantic image segmentation with deep convolutional nets and fully connected CRFs / L. Chen, G. Papandreou, I. Kokkinos, K. Murphy, L. Yuille // Proceedings of the International Conference on Learning Representations (ICLR), 2015.
14. Dai, J. Instance-aware semantic segmentation via multi-task network cascades / J. Dai, K. He, J. Sun // Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2016. – P. 3150–3158.
15. Dash, I. Adaptive contrast enhancement and de-enhancement / I. Dash, B.N. // Chatterji, Pattern Recognition. – Vol. 24. – Issue 4. – 1992. – P. 289–302.
16. Kochan, R. Precision data acquisition (DAQ) module with remote reprogramming / R. Kochan, O. Kochan, M. Chyrka, N. Vasykiv // Proceedings of the Third IEEE Workshop on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS'2005, 2005. – P. 1–5.
17. Kochan, R. Approaches of voltage divider development for metrology verification of ADC / R. Kochan, O. Kochan, M. Chyrka, J. Su, P. Bykovyy // Proceedings of the IEEE 7th International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems, IDAACS'2013, 2013. – P. 112–118.

Материал поступил в редакцию 21.02.2019

GRZESZCZYK KONRAD, KOCHAN V. V., SACHENKO A. A., RUSYN B. P., LENDYUK T. V. Testing of Transport Defects of Power Generating Solar Panels

A technique has been proposed for identifying defects in power generating solar panels arising from their transportation from the manufacturer to the end user. High precision control of power efficiency of power generating solar panels is provided in any application conditions. The implemented ability to control the quality of power generating solar panels of various types in any application conditions.

УДК 338.2: 681.3

Головко В. А., Матюшков А. Л., Матюшкова Г. Л., Рубанов В. С., Махнист Л. П.

СЕТЕЦЕНТРИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ИХ АДАПТАЦИЯ

Введение. Сетевое управление – область информационного менеджмента, его используют в ряде высокоразвитых стран в системах электронного государственного управления (ГУ) [1–3]. Оно связывается с ускорением принятия качественных решений и делегирования прав на нижестоящие уровни. Это объясняется лучшим знанием обстановки на делегированном объёме функций на местах, а также необходимостью использовать сложившиеся отношения с организациями региона. В основном принятие решения сводится к идентификации ситуации и выбору альтернатив автоматически устройством (программой) или на предпочтениях ЛПР (лицо, принимающее решение). Проблема разработки средств автоматизации и различных программных продуктов с полной автоматизацией процесса привели к необходимости решения задачи по созданию инструментов для облегчения использования информационных технологий (ИТ) в полностью автоматизируемом процессе [4]. Оно обычно применяется, когда действующие компоненты размещены по большой территории и их нужно объединить в одну систему для постоянного обмена информацией в реальном времени. Они могут получать актуальные данные, чтобы иметь реальную картину. Для реализации такой концепции нужны хорошо защищённые каналы связи и средства отображения данных. Использование мультиагентных систем в адаптации [5, 6, 7] даёт возможность гибко приспосабливать поведение сетевых систем к текущей обстановке из-за возможности её отдельным агентам самостоятельно действовать при наличии частичной информации о полезности их действий для всей системы.

Главные достоинства сетевых организаций:

- возможность выбирать и использовать наилучшие ресурсы, знания и способности с малыми временными и материальными

затратами;

- более полное удовлетворение потребностей заказчика;
- гибкая адаптация к изменениям окружающей среды.

Сетевые технологии подразумевают наличие единого информационного пространства, а также ориентированность на сеть, позволяющую реализовать режим ситуационной осведомлённости всех рангов управления целостной контекстной информацией, исключая её устаревшие варианты. Такое информационное превосходство должно иметь и интеллектуальную поддержку выработки решений с адаптацией как структуры системы, так и её программного обеспечения. Адаптация физической структуры и программных компонентов опирается на теорию радарных диаграмм, мультиагентных и нейронных сетей.

Главными компонентами адаптации являются: 1 – уровень (структура, алгоритмы, параметры), 2 – механизм адаптации, 3 – способ адаптации (дискретная или непрерывная), 4 – контроль защищённости (диктуется сетевым окружением: уровень прикладного программного обеспечения для взаимодействия с пользователями, операционная система по обслуживанию СУБД, доступ к базам данных, борьба с перехватом и чтением информации).

Наиболее сложной является структурная адаптация, т. к. она в значительной мере зависит от требований пользователя системы и возможностей изменения соединений между программными и техническими средствами системы. Предложим некоторые инструменты для процесса адаптации.

Для этой цели удобно использовать радарные диаграммы и нейронные сети. Остановимся подробнее на радарных диаграммах, методика использования которых изложена в [4], и элементах

Матюшков Александр Леонидович, к. т. н., доцент кафедры информационных радиотехнологий Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники.

Беларусь, БГУиР, 220013, г. Минск, ул. Бровки, 6.

Матюшкова Галина Леонидовна, научный сотрудник лаборатории вычислительных сетей Объединенного института проблем информатики Национальной академии наук Беларуси.

Беларусь, 220012, г. Минск, ул. Сурганова, 6.

Рубанов Владимир Степанович, к. т. н., доцент кафедры высшей математики Брестского государственного технического университета.

Махнист Леонид Петрович, к. т. н., доцент, заведующий кафедрой высшей математики Брестского государственного технического университета

Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

Физика, математика, информатика

нейронных сетей.

Использование радарных диаграмм и нейронных сетей в адаптации. Они применяются при выборе оборудования, оценке качества изделий и оценке рынков сбыта и в других случаях. Особенность метода радарных диаграмм заключается в подходящем выборе образца для сравниваемых объектов, чтобы на его основе провести нормирование по фиксированной заказчиком группе показателей, и их веса (p), могут меняться с текущим выделением из них прогрессивных и регрессивных.

Гибкость подхода заключается в том, что в зависимости от использования объекта каждый показатель может переходить из регрессивного в прогрессивный и обратно, а также и их вес может изменяться.

При использовании радарных диаграмм, построенных в круге единичного радиуса, по нормированным радиусам откладываются значения признаков объекта и эти точки соединяются отрезками в порядке следования радиусов соответствующим признакам и получают многоугольник, площадь которого характеризует объект.

Все объекты можно отобразить разными цветами на одном чертеже (либо линиями разных типов (толщина, пунктир и т. п., как на рис. 1), допуская при необходимости принимать решения по визуальному отображению. Сами виды признаков, характеризующие объекты, как правило, определяются легко (паспорта объектов, ЛПР). Нормированная матрица служит для построения диаграммы и поиска её площади C_i :

$$C_i = 0,5 * (\sin(a_1) * r_{i1} * r_{i2} + \sin(a_2) * r_{i2} * r_{i3} + \dots + \sin(a_{n-1}) * r_{i(n-1)} * r_{in} + \sin(a_n) * r_{in} * r_{i1}). \quad (1)$$

Каждому объекту i соответствует своя строка признаков, которые перечисляются в порядке убывания их весов. Угол между радиусами вычисляется по формуле $a_j = 2\pi * p_j$ ($\pi = 3,14$; p_j – вес признака).

Первый тип диаграммы ($a_j = 2\pi/n$) используется в основном для ранжирования объектов (место на мировом рынке, классификации по значимости и т. п.), а второй (при разных a_j) – для оценки их качества и управления его улучшением. Этот тип диаграммы лучше отражает их влияние на изменение качества предмета (площади C_i).

Нормирование показателей диаграмм несёт очень важную функцию, которая позволяет все показатели представить в безразмерной форме, что даёт возможность охарактеризовать каждый объект одним числом, отказавшись от несравнимости разномёрных физических характеристик (метров, секунд и т. п.). Площадь C_i будет базой для сравнения объектов.

Её значение используется при рейтинговой оценке руководителей, качества изделий, прогресса в совершенствовании объектов и т. п.

Подготовка данных состоит из следующих этапов: ЛПР и / или его экспертами определяются основные признаки, характеризующие объект, даются весовые оценки каждого признака (сумма их весов = 1), находятся нормированные показатели и вычисляются площади C_i .

Эту часть работы можно выполнить, опираясь, например, на технические данные в руководстве по описанию объектов, а значение p_j определяет ЛПР с экспертами (они могут зависеть от требований к эксплуатации объекта, возможности его использования для других целей).

Площадь диаграммы рассчитывается по формуле (1) и используется для оценки качества и действий по его улучшению (учитывается изменение площади при уменьшении цен на сырьё и комплектующие детали и т. д.).

Покажем поиск рейтинга управления однотипными государственными структурами. При сравнении труда руководителей признаки выбираются исходя из требований вышестоящих органов, образцов успешно работающих организаций, международных стандартов или экспертами. Получение управленческого решения представляет собой итерационную процедуру анализа складывающейся обстановки, прогнозирования развития ситуации и оценки вариантов решений.

Продемонстрируем механизм комплексной оценки [4] для выработки решения в области управления продовольственной безопасностью на уровне межгосударственного сотрудничества стран ЕАЭС.

Комплексная оценка на основе радарных диаграмм позволяет решать несколько задач:

- назвать рейтинг объекта с аналогичными функциями в изучаемом множестве;
- отследить влияние изменений параметров объекта на его качество и влияние на изменение рейтинга;
- целенаправленно в соответствии со своими возможностями улучшать его характеристики с минимальными затратами.

Например, радарная диаграмма Д (рис.1) оценки продовольственной безопасности каждой из стран ЕАЭС в 2017 году.

В лучший вариант по производству продукции на душу населения за год вошли [8]: 1 – зерно и зернобобовые культуры 1144 кг (Казахстан), 2 – мясо скота и птицы в убойном весе 177 кг (Беларусь), 3 – молоко 777 кг (Беларусь), 4 – картофель 674 кг (Беларусь), 5 – овощи 267 кг (Армения).

Она построена по данным из их отчётов за 2017 год [8] по следующей таблице 1 (нормированные показатели стран столбцы (1–5)).

Таблица 1 – Нормированные показатели (1-5) по странам ЕАЭС

Страны	1	2	3	4	5
Армения	0,09	0,35	0,33	0,25	1
Беларусь	0,82	1	1	1	0,79
Казахстан	1	0,57	0,39	0,30	0,79
Кыргызстан	0,26	0,37	0,34	0,35	0,69
Россия	0,81	0,57	0,28	0,30	0,42

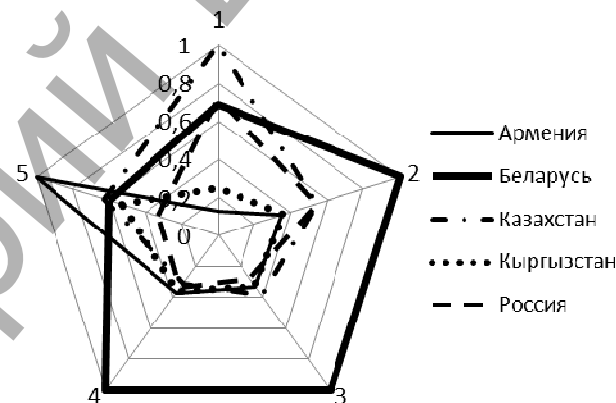


Рисунок 1 – Радарная диаграмма Д оценки продовольственной безопасности

Расчёты по формуле (1) при $a = 2\pi/5$ дают следующие результаты с точностью до сотых: D_1 (Армения) – 0,17; D_2 (Беларусь) – 1,25; D_3 (Казахстан) – 0,56; D_4 (Кыргызстан) – 0,23; D_5 (Россия) – 0,35. Большое преимущество Беларуси, особенно по позициям 2, 3 и 4. Экспорт этой продукции возможен при обеспечении собственного населения и приемлемой рыночной цене с учётом производства и доставки из Беларуси.

Чтобы проиллюстрировать особенности применения нейросетевых методов, покажем их использование для поиска рейтинга любой из 5 – стран по их описаниям в виде ряда положительных действительных чисел (0,41; 1,78; 0,81; 0,31; 0,47). С помощью многослойной нейронной сети (рис. 2) определим рейтинг Казахстана (исходный параметр **0,81** выделен жирным шрифтом). Он в какой-то мере будет отражать уровень руководства в стране сельским хозяйством.

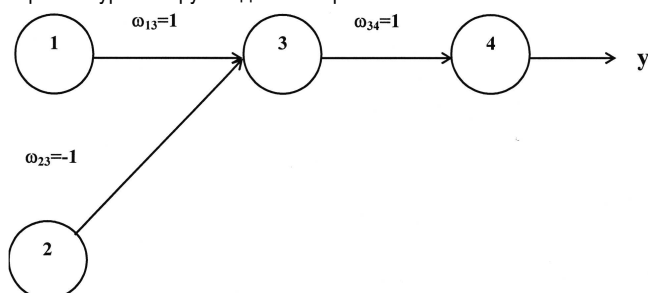


Рисунок 2 – Многослойная нейронная сеть для установления рейтинга объекта

Её структура определяется из характера задачи: первый слой – нейроны, 1 и 2 – входы, второй (скрытый) слой нейрон, 3 и третий слой 4 (выход).

Веса стрелок ω_{ij} установлены в соответствии с результатами обучения сети. Значения X_i всех входящих в вершину i стрелок получаются как произведения их весов на входы от вершин слева, рабочие значения входов 1 и 2 масштабируются путём деления на n для их приведения в интервал, эффективный для использования в данной задаче; значения в вершинах графа 3, 4 (y_i) получаются как результаты от вычисления линейных функций kx_i ; выход (рейтинг) получается как целое число при вычислении функции $y = \text{round}(y_3 * n, 0)$, т. е. ближайшее целое число к значению выражения в скобках (аналогичный оператор также используется в Matlab), $k=1$.

При обучении с помощью системы Mathcad получены следующие результаты: $\omega_{13}=1$; $\omega_{22}=-1$; $\omega_{34}=1$, A (число положительных разностей при вычитании из искомого для рейтинга показателя всех остальных $(n-1)$, вход $a = n/n=1$, вход $2-b=[(A/n)]$. Например, для объекта с оценкой, показанной жирным шрифтом, рейтинг – 2 ($A=3$, $A/n=3/5$, $x_3=a$ $\omega_{13}+b$ $\omega_{23}=0.4$, $y_3=kx_3=0.4$, $x_4=\omega_{34}y_3=0.4$, $y_4=kx_4=0.4$, $y=\text{round}((0.4*5),0)=2$).

Они получены с помощью системы Mathcad по следующему алгоритму: для избранной характеристики (0,81 – Казахстан) подсчитывается количество положительных разностей A (равно 3) при вычитании всех характеристик оставшихся стран, а далее с помощью обученной сети (рис. 2) и системы Mathcad вычисляется рейтинг Казахстана (2).

Следует отметить, что система Mathcad с помощью оператора round обеспечивает нужное округление вычисленного с помощью сети рейтинга.

Заключение. Оценка объектов и получение рейтинга могут использоваться как механизмы адаптации в сетевых системах в качестве агентов [5].

Использование нейронных сетей после их обучения позволяет сразу находить № объекта в рейтинге и решать задачи по прогнозированию его финансового состояния, получения рейтинга и некоторых других показателей. Сеть, описанная в системе Mathcad, после обучения при одном щелчке сразу выдаёт результат, а при обучении аналогично можно получить параметры следующего шага обучения.

Качественные показатели рекомендуется оценивать в баллах, что позволит сохранить единую методику расчётов как при исполь-

зовании радарных диаграмм, так и нейронных сетей. Оптимизация получения самих нейронных сетей часто тоже может включать этап адаптации при нормировании данных и подборе функций при обучении сети. Например, по сравнению с [9] удалось заменить нейронную сеть из 6-ти вершин на 4-вершинную, ускорить обучение за счёт замены активационной функции $y=1/(1+e^{-x_i})$ на $y=kx_i$; и введения нормирующего множителя n и, кроме того, получена из-за этого структура, дающая абсолютно верный рейтинг для любых n .

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Савин, Л. В. Сецентрические методы в государственном управлении / Савин Л. В. [и др.] – М. : Сам полиграфист, 2015. – 146 с.
2. Трахтенгерц, Э. А. Компьютерные системы и методы поддержки информационного управления / Э. А. Трахтенгерц – М. : Синтег, 2010. – 125 с.
3. Кудж, С. А. Принципы сетевых систем управления в информационной экономике // Государственный советник. – Вып. № 4. – М. – 2013.
4. Матюшков, Л. П. Метод оценки сложных однородных объектов / Л. П. Матюшков, М. Н. Григорович // Вестник БрГУ. – № 1(36). – 2009. – С. 136–142.
5. Владимиров, А. В. Агентное взаимодействие в информационной системе предприятия с адаптацией механизмов работы и интерфейса пользователя // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики Спб ГУ ИТМО. – 2013. – № 6(88). – С. 105–111.
6. Головкин, В. А. Основы компьютерных технологий: учебно-методическое пособие // В. А. Головкин, А. А. Дудкин, Л. П. Матюшков. – Брест : Изд-во УО «БрГТУ», 2015. – С. 144–147.
7. Методологии проектирования мультиагентных систем / М. Г. Зубарева [и др.] // Технические науки в России и за рубежом: материалы VI Междунар. науч. конф. (Москва, ноябрь 2016). – М. : Буки-Веди, 2016. – С. 3–8.
8. ЕЭК Департамент агропромышленной политики. Обзор производственных показателей государств-членов евразийского экономического союза за 2017 год (с. 5, 7; данные по ЕАЭК). – Дата доступа : 10.05.2018.
9. Матюшков, А. Л. Нейронная сеть для установления рейтинга объекта / А. Л. Матюшков, Г. Л. Матюшкова // Вестник БрГУ. – Физика, математика, информатика – 2017. – № 5(107). – С. 58.

Материал поступил в редакцию 25.10.2018

GOLOVKO V. A., MATIUCHKOV A. L., MATIUCHKOVA G. L., RUBANAU U. S. Network-centric systems and their adaptation

The article describes the key advantages of network-centric systems and suggests some ways to adapt them. In particular, it is proposed to use multi-agent systems when choosing agents for adaptation of software products and data. Examples of the use of radar diagrams and neural networks for these purposes are given. An algorithm is given for calculating the rating using a special neural network using a special rounding operator for the Mathcad system.

УДК 004.93

Grzeszczyk K.

ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ В ПРОЦЕССЕ ТЕСТИРОВАНИЯ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ

Введение. Солнечные батареи получают все большее распространение в различных отраслях, в частности портативной электронике, электромобилях, авиации, энергообеспечении зданий и целых населенных пунктов, космосе, медицине и т. д.

Для контроля качества энергогенерирующих панелей солнечных батарей разработано множество методов и методик [1, 2], как при их выпуске, так и на стадии монтажа и даже во время непосредственной эксплуатации.

Одной из важных операций контроля качества солнечных панелей является выявление внешних дефектов фольгового материала

солнечных панелей: трещин, царапин и т. п. При этом используются средства видеонаблюдения на базе камер, количество которых постоянно растёт [3].

Целью данной статьи является анализ требований к камерам средств видеонаблюдения и выбор рационального метода выделения контуров изображений дефектов фольгового материала солнечных панелей в процессе их тестирования.

Требования к камерам. Предположим, что размер пикселя равен 6×6 мкм. Тогда полоса шириной 300 мм будет описываться 50000 пикселей (рис. 1).

Физика, математика, информатика