

6. The current pincers [Electronic resource] // (http://www.chauvin-arnoux.ru/clamps_description.htm) (Рус.)
7. Remizevich T.V. Microcontrollers for embedded applications. From the general approaches - to families HC05 b HC08 Motorola / T.V. Remizevich. – М. : Dodeka, 2000. – 272p. (Рус.)
8. Ohrimenko V. Technology of data transfer on electric systems / V. Ohrimenko // Electronic components and systems. – 2009. – № 10. – P. 22-28. (Рус.)
9. Ohrimenko V. Broad-band technology of data transfer on electric systems: problems and decisions / V. Ohrimenko // Electronic components and systems. – 2011. – № 11. – P. 9-19. (Рус.)

Рецензент В.С. Зайцев
д-р техн. наук, проф., ГВУЗ «ПГТУ»

Статья поступила 30.11.2011

УДК 004.896

©Федоренко Д.Ю.*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФУНКЦИИ РАСПОЗНАВАНИЯ ТРЕНДОВ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ КОНТРОЛИРУЕМЫХ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

В статье рассматривается задача классификации технологических трендов в заранее predetermined экспертом классы. Описываются математические основы построения классификатора и программная реализация агентов распознавания трендов, предназначенных для формирования фактов, которые впоследствии будут использованы экспертной системой

Ключевые слова: автоматизированные системы управления, экспертные системы, агенты ввода, визуальный анализ трендов, LVQ-сеть.

Федоренко Д.Ю. Використання функції розпізнавання трендів для автоматичної обробки параметрів технологічних процесів, що контролюються. У статті розглядається задача класифікації технологічних трендів у попередньо задані експертом класи. Описується математичні основи побудови класифікатора та програмна реалізація агентів розпізнавання трендів, що призначені для формування фактів, що надалі будуть використані експертною системою

Ключові слова: автоматизовані системи керування, експертні системи, агенти вводу, візуальний аналіз трендів, LVQ-мережа.

D.Yu .Fedorenko. Application of the function of trends recognition for automatic processing of the controlled parameters of various technological processes. The article describes the problem of industrial trends' classification into classes, predetermined by an expert.. described were mathematical bases of classifier construction and programmed realization of trends recognition, envisaged for formation of facts, to be used by an expert system later on

Keywords: control systems, expert systems, input agents, visual trend's analysis , LVQ-network.

Постановка проблемы. В задачах управления технологическими процессами большую роль играет визуальный анализ оператором-экспертом тенденций изменения трендов контролируемых параметров. Визуальный анализ позволяет обобщенно анализировать текущее состояние процесса и делать необходимые выводы без применения математической обработки

* ассистент, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь

входных данных, использование которой в некоторых случаях не может дать должного результата.

Анализ последних исследований и публикаций. Визуальный анализ данных наиболее распространен в финансовых и медицинских областях, о чем свидетельствует относительно большое количество публикаций, по отношению с другими, например в [1],[2],[3]. В большинстве случаев для этих целей используются стандартные карты Кохонена, которые производят кластеризацию входных данных. Таким образом, в этих работах ставится задача самостоятельного разбития данных картой на кластеры. Эта операция эффективна для выявления скрытых закономерностей в векторе входных данных, которые могут быть пропущены при обычном статистическом анализе.

Но в случаях построения замкнутых систем управления на базе экспертных знаний в большинстве случаев предпочтительней было бы классифицировать тренды в заведомо заданные экспертом классы, которые с большой степенью вероятности не совпадут с кластерами, сформированными картой Кохонена.

Цель статьи – описать способы наделения экспертных систем управления функцией визуального распознавания трендов технологических переменных.

Изложение основного материала. Для выполнения классификации тренд данных представляется в виде вектора размерности m , которая должна быть достаточной, для того, чтобы характеризовать тенденцию изменения переменной. Таким образом, задача классификации тренда сводится к задаче классификации множеств.

В задаче классификации множеств первым и наиболее важным шагом является извлечение признаков, которое выполняется без учителя в две стадии.

Первая стадия заключается в применении дискретного вейвлет-преобразования Хаара к вектору входных данных и последующее добавление полученных данных к целевому вектору.

Как известно вейвлет Хаара представляется базисной функцией вида (1)

$$\psi(\tau) = \begin{cases} 1 & t \in [0;0.5] \\ -1 & t \in [0.5;1] \\ 0 & t \in (-\infty;0) \cup (1;+\infty) \end{cases} \quad (1)$$

В этом случае входной вектор, состоящий из 2^L элементов $a_0(v)$, где $1 \leq v \leq 2^L$, дополняется компонентами, рассчитываемыми согласно выражениям (2)

$$\begin{aligned} a_i(v) &= 0.5[a_{i-1}(2v-1) + a_{i-1}(2v)]; \\ d_i(v) &= 0.5[a_{i-1}(2v-1) - a_{i-1}(2v)], \end{aligned} \quad (2)$$

где d_i - текущие элементы вектора дополнения.

Далее выполняется процедура кластеризации данных. Целью этого шага является выбор обоснованно малого количества признаков, в которых сконцентрирована самая существенная информация о входных данных. Для этой используется самоорганизующаяся двумерная карта Кохонена, использование которой особенно эффективно, если входные данные формируются нелинейным процессом.

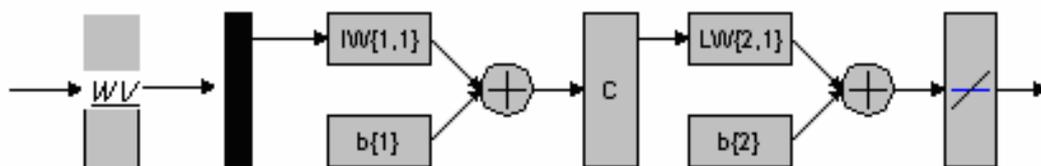


Рис. 1 – Структура классификатора трендов

Каждый нейрон слоя 0 соединен с каждым нейроном слоя 1 (слой Кохонена) отдельным весом w_{mn} . Эти веса в целом рассматриваются как матрица весов W .

Слой Кохонена предусматривает обучение без учителя по алгоритму «победитель забирает все»(WTA) [5], т.е. критерий подстройки весов сети выглядит следующим образом (3)

$$\|x - w_r\| = \min_{i=1,2,\dots,m} \|x - w_i\|, \quad (3)$$

где индекс r обозначает нейрон-победитель, соответствующий вектору весов w_r , который ближе всех расположен к текущему входному вектору x .

Поскольку (4)

$$\|x - w_r\|^2 = (x - w_i)^T (x - w_i) = x^T x - 2w_i^T x + 1, \quad (4)$$

то процедура нахождения w_r по (3) эквивалентна решению оптимизационной задачи (5)

$$w_r^T x = \max_{i=1,2,\dots,m} w_i^T x, \quad (5)$$

чему можно дать следующую геометрическую интерпретацию: так как скалярное произведение $w_i^T x$ с учетом $\|w_i\| = 1$ представляет собой просто проекцию вектора x на направление вектора w_i , то нейрон-победитель определяется по тому вектору весов, чье направление ближе всего к направлению x .

После выявления группы нейронов победителей их выходы устанавливаются равными взвешенной сумме их входов, а веса корректируются так, чтобы уменьшить квадрат величины рассогласования $\|x - w_r\|^2$.

Таким образом, на выходе слоя получаем не одно отличное от нуля значение, как при стандартном функционировании SOM (Self Organizing Map), а совокупность активированных нейронов, выход которых выше порога чувствительности, который задается при начале классификации и является параметром настройки.

Однако, как указывалось ранее, обучение сетей Кохонена происходит без учителя, что исключает влияние эксперта на конечный результат. Поэтому следующим шагом является непосредственно классификация, в которой признакам, выделенным на первом шаге, назначаются различные классы. Эта схема реализуется слоем, представленным инстаром Гроссберга [4].

Каждый нейрон в слое Кохонена соединен с каждым нейроном в слое Гроссберга. Эти веса образуют матрицу весов LW .

Сеть может функционировать в двух режимах: в нормальном режиме, при котором принимается входной вектор и выдается выходной вектор, и в режиме обучения, при котором подается входной вектор и веса корректируются, так чтобы дать требуемый выходной вектор [5].

Вектор, являющийся выходом слоя Кохонена, подается на слой нейронов Гроссберга, и выходы слоя Гроссберга вычисляются, как при нормальном функционировании.

Далее каждый вес корректируется лишь в том случае, если он соединен с нейроном Кохонена, имеющим ненулевой выход. Величина коррекции веса пропорциональна разности между весом и требуемым выходом нейрона Гроссберга, с которым он соединен. В символьной записи (6)

$$w_{ij}^{k+1} = w_{ij}^k + \beta (y_j - w_{ij}^k) o_i, \quad (6)$$

где o_i - выход i -го нейрона Кохонена (только для одного нейрона Кохонена он отличен от нуля); y_j - j -ая компонента вектора желаемых входов; β - коэффициент обучения.

Параметр скорости обучения β непрерывно изменяется от итерации к итерации, согласно выражению (7)

$$\beta = 0.1 \exp\left(-\frac{n}{1000}\right), \quad (7)$$

где n – номер итерации.

Веса слоя Гроссберга будут сходиться к средним значениям от желаемых выходов, тогда как веса слоя Кохонена обучаются на средних значениях входов. Обучение слоя Гроссберга

контролюється «учителем», алгоритм розполагає жемаемым выходом, по которому он обучається. Обучающийся без учителя, самоорганізуючийся слой Кохонена дає выходы в недетерминированных позициях. Они отображаються в жемаемые выходы слоем Гроссберга [6].

Комбинация самоорганізуючейся карты со схемой обучения с учителем формирует базис адаптивной классификации множеств. Обобщенная структура блока распознавания трендов приведена на рисунке 1.

На базе изложенных выше принципов был разработан специализированный функциональный блок и включен в состав блоков экспертной системы управления, описанной в [7].

На рисунке 2 приведен вид основного окна инструмента программирования агентов ввода экспертной системы.

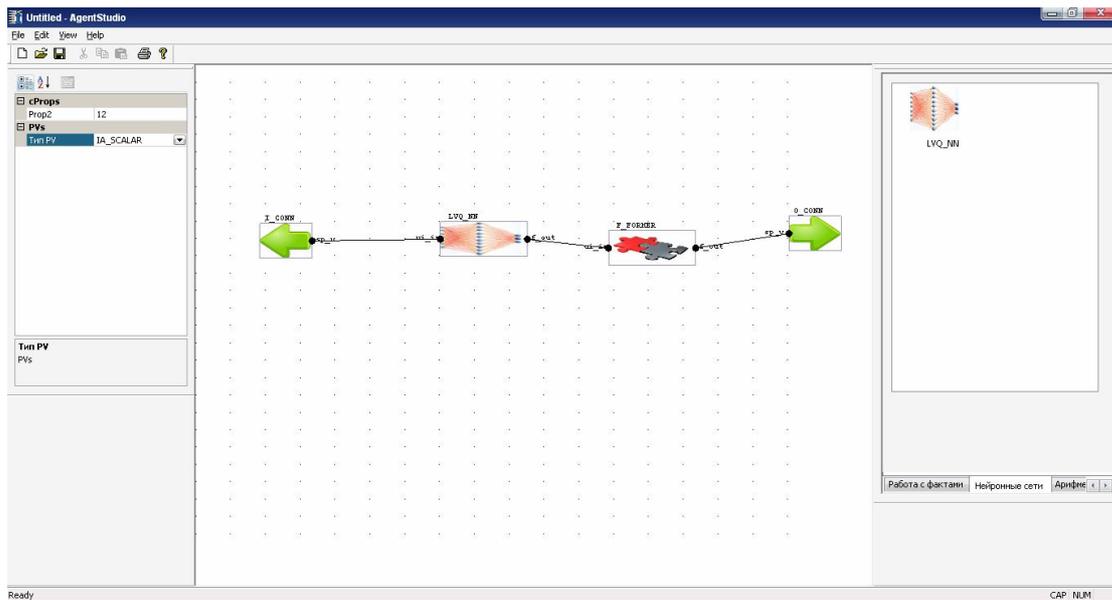


Рис. 2 – Программа визуальной классификации трендов, разработанная в студии Агентов

Агент ввода состоит из четырех функциональных блоков: векторного входного коннектора реального времени или архивного, блока классификации трендов, формирователя фактов и выходного коннектора.

Функционирование агента заключается в следующем: входной коннектор делает выборку заданного количества значений переменной процесса и осуществляет формирование приведенного вектора.

Отмасштабированный вектор поступает на вход блока классификатора и обрабатывается согласно представлениям, описанным выше. На выходе классификатора формируется номер класса, к которому принадлежит входной вектор.

Блок формирователя сопоставляет номер класса одному из заранее predetermined фактов.

Для использования функции распознавания достаточно добавить блоки в рабочую область, обучить блок распознавания путем указания выборки из xls-файла, содержащего векторы входных данных и соответствующие им классы, выбрать необходимую переменную процесса и задать тип факта, соответствующий заданному классу.

Ниже приведен пример использования агента визуального распознавания трендов для анализа показаний зондовых уровнемеров доменной печи.

Принцип работы зондовых уровнемеров делает затруднительной математическую обработку результатов контроля (рис. 3), а, как следствие, и автоматизированную оценку движения шихтовых материалов в печи. Но между тем этот параметр важен и постоянно находится под вниманием оператора, оценивающего характер движения поверхности материалов.

Все расстройтва движения поверхности в большинстве случаев могут быть выявлены визуально, при анализе графика.

9. Тарасов В. П. Теория и технология доменной плавки / В.П. Тарасов, П.В. Тарасов. — М. : Интернет Инжиниринг, 2007. — 384 с.: ил.

Bibliography:

1. Wang X. A Scalable Method for Time Series Clustering / X.Wang, Smith K, Hyndman etc. // Tech. Report Department of Econometrics and Business Statistics at Monash University. — 2001. — 20 p.
2. Shaffer R. Improved Probabilistic Neural Network Algorithm for Chemical Sensor Array Pattern Recognition / R.Shaffer, S. Rose-Pehrson // Anal. Chem. —1999. — pp. 4263 – 4271.
3. Cheng H. Control Chart Pattern Recognition Using Wavelet Analysis and Neural Networks / H.Cheng, C.Cheng. — Journal of Quality. —2009. — pp. 311 – 320.
4. Haykin S. Neural Networks: a Comprehensive Foundation / S. Haykin. — М. : Wiliams, 2006. — 1104 p. (Rus).
5. Bodynskii E.V. Artificial neural networks: architecture, studying, applications / E.V. Bodynskii, O.G.Rudenko. — Kharkov : Teletech, 2004. — 369 p. (Rus).
6. Kruglov V.V., Fuzzy Logic and artificial neural networks / V.V.Kruglov, M.I.Dlee, R.Yu.Golunov / М.:Fizmatlit, 2001. — 224 p. (Rus).
7. Fedorenko D.Yu. Implementation of data archiving and input agents subsystems of control expert systems' IDE / D.Yu. Fedorenko // Fiziko-matematichni doslidzhennya ta informaciiini tehnologii v upravlinni, nauci, osviti ta virobnictvi.: PSTU. — 2011. — p. 8 -10.
8. Gruzinov V.K. Gas flow's control in blast furnace with program charging / V.K.Gruzinov. — Sverdlovsk : GNTIL po chernoi i cvetnoi metallurgii, 1960. — 215 p. (Rus).
9. Tarasov V.P. Theory and technology of blast furnace smelting / V.P. Tarasov, P.V. Tarasov — М. :Internet Engineering , 2007. — 384 p. (Rus)

Рецензент: В.С. Зайцев
д-р техн. наук, проф., ГВУЗ «ЛГТУ»

Статья поступила 30.11.2011