

УДК 004.93`1

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ИДЕНТИФИКАЦИИ СВЕТЛЫХ НЕФТЕПРОДУКТОВ

Максимова А.Ю.

Институт прикладной математики и механики НАН Украины

Отдел теории управляющих систем

E-mail: maximova.alexandra@mail.ru

Аннотация

Максимова А.Ю. *Автоматизированная система идентификации светлых нефтепродуктов.* Рассмотрена задача идентификации светлых нефтепродуктов, которая возникает в лаборатории контроля качества. В работе предложена информационная технология организации системы идентификации светлых нефтепродуктов. Рассмотрены математические методы решения поставленной задачи, основанные на создании прототипов групп нефтепродуктов в виде их интегральных характеристик, формально представленных нечеткими портретами. На основе модели представления данных нечеткими портретами предложен метод решения задачи распознавания образов.

Введение

Проблема идентификации светлых нефтепродуктов является неотъемлемой частью проблемы оценки качества и анализа свойств этих продуктов в их производстве и использовании. Важным этапом этой проблемы является идентификация производителей нефтепродуктов на основе физико-химических методов, для которой основную роль играет создание методов обработки и анализа ретроспективных данных результатов экспериментов. Поэтому актуальной проблемой является создание автоматизированных информационных систем идентификации и контроля качества.

Задача идентификации продукта может быть формально рассмотрена как нестационарная задача распознавания образов со сложно формализуемой структурой классов образов. Системы распознавания образов получили развитие в области медицины, экономики, прогнозирования трендов валют, геологоразведке, при анализе снимков из космоса [1]. Использование методов распознавания образов в нефтехимии развито недостаточно.

Серьезной проблемой является преодоление неопределенностей при принятии решения, наличие которой обуславливает применение методов нечеткой логики. Системы нечеткого вывода были предложены и практически применены для задач управления сложно формализуемыми процессами. Применением методов нечеткой логики в задачах распознавания образов активно развивающееся передовое направление, которым занимаются Джеймс Бездек, Хисао Ишибухи, Франк Клавонн [2-4].

Формальная постановка задачи

В данной прикладной задаче термин «идентификация» понимается как: установление соответствия реального объекта, товара представленной на него документации, его названию во избежание подмены одного объекта другим [5]. В соответствии с этим определением формально идентификации светлых нефтепродуктов является задачей распознавания образов.

Рассмотрим нечеткую модификацию задачи распознавания [6]. Дано множество W объектов a . Объекты заданы значениями некоторых признаков $x_i, i = 1, \dots, m$. На всем множестве W существует разбиение на классы $V = \{1, \dots, k\}, v_i \in V$. Причем для

некоторых классов выполняется свойство априорной неразделимости:
 $\exists V_i, V_j : V_i \cap V_j \neq \emptyset$.

Задача распознавания состоит в том, чтобы для каждого данного объекта a по его описанию \bar{x} вычислить значения нечеткого информационного вектора $\tilde{a}(a) = (\tilde{a}_1(a), \dots, \tilde{a}_k(a))$, где $\tilde{a}_i \in [0,1] \cup \{\Delta\}$, где Δ – означает отказ от распознавания, а численное значение \tilde{a}_i определяет уверенности, с которой рассматриваемый образец можно отнести к классу V_i .

Методы и модели решения задачи идентификации нефтепродуктов

На рис. 1 представлена общая схема решения задачи идентификации топлива. Блок идентификации условно можно разделить на два шага: идентификация марки топлива в соответствии со стандартом и идентификация производителя, т.е. место производства. Задача идентификации марки топлива включает в себя также задачу контроля качества данного топлива. В данном блоке осуществляется привязка к предметной области.

В блок распознавания вынесены математические методы, которые используются для решения задачи идентификации. Для решения задачи распознавания образов используются комбинации элементарных нечетких классификаторов. Блок анализа результатов распознавания представляет собой усовершенствованный блок дефаззификации, который анализирует нечеткий информационный вектор, полученный на выходе нечеткого классификатора.

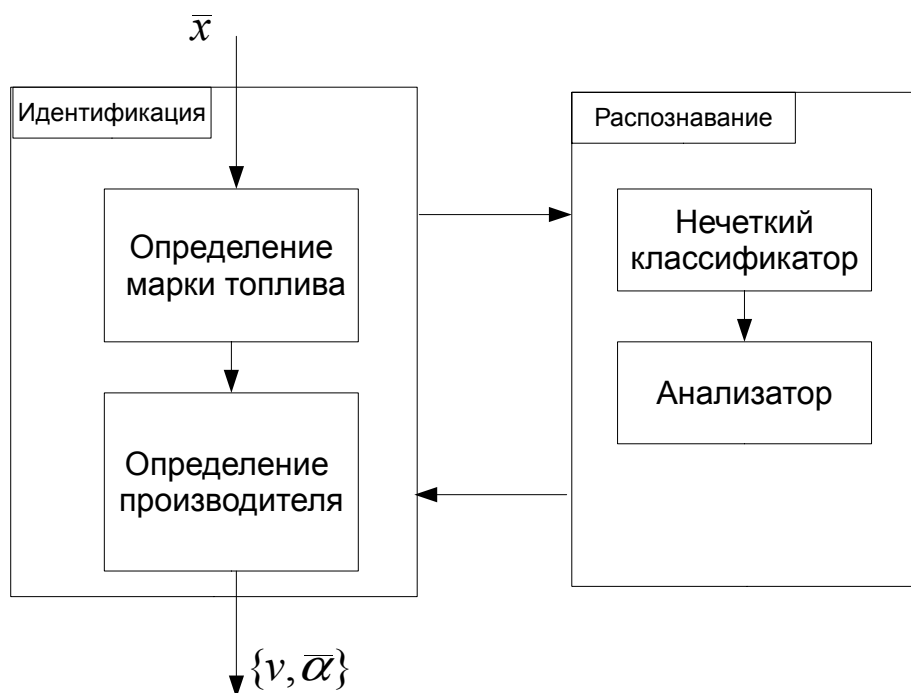


Рисунок 1 – Этапы решения задачи идентификации

Для описания групп нефтепродуктов, для которых выполняется идентификация, используется модель представления данных нечеткими портретами (МПДНП). Каждый нечеткий портрет определяет набор правил нечеткого вывода, которые фактически представляют собой нечеткий классификатор [7-8].

Определение. Нечетким портретом S_j класса образов V_j , заданном на множестве атрибутов в m -мерном признаковом пространстве, назовем тройку объектов (L, R, F) , где L

множество лингвистических переменных $\{L_q\}_{q=1}^m$, где m - количество атрибутов, $R = \{Rule_q\}_{q=1}^l$ множество правил нечетких продукций, $F = \{F_{OR}, F_{AND}\}$ - операции OR и AND соответственно.

Итак, нечеткий портрет можно записать в следующей форме:

$$\left(\{L_q\}_{q=1}^m, \{Rule_q\}_{q=1}^l, \{F_{OR}, F_{AND}\} \right) \quad (1)$$

Правила нечетких продукций записываются в следующей форме:

$$IF \mu_q^1(x) is A_q AND \mu_q^2(x) is A_q \dots AND \mu_q^m(x) is A_q THEN x in V_j, \quad (2)$$

где A_q - имя подкласса класса V_j , а μ_q^i - функция принадлежности i -ой лингвистической переменной для q -ого подкласса, причем операции AND и OR заданы таким образом, что значение $F_{S_j}(x)$ находится в диапазоне $[0,1]$.

Функциональная структура автоматизированной системы идентификации светлых нефтепродуктов.

При разработки программного комплекса было определено три основных подсистемы, структура взаимодействия которых представлены на рис. 2.

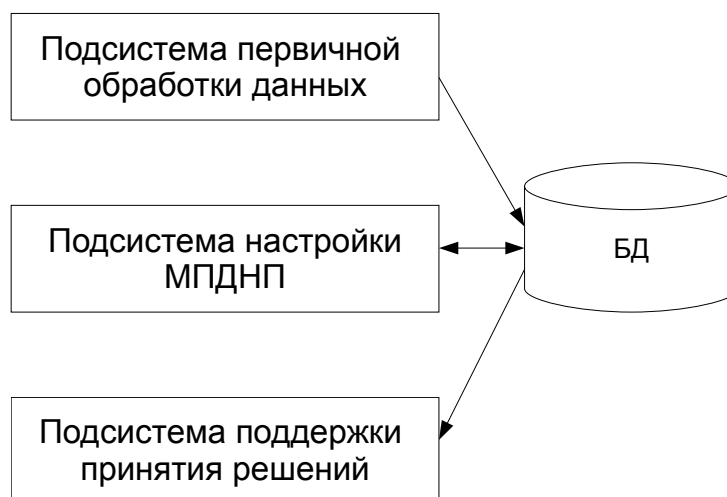


Рисунок 2 – Основные функциональные единицы АИС идентификации и контроля качества светлых нефтепродуктов

Подсистема первичной обработки данных отвечает за организацию ввода/вывода данных. Включает в себя контроль входных значений, в том числе на соответствие государственным стандартам Украины, а также корректное размещение всей необходимой информации в структуре базы данных.

Подсистема настройки МПДНП предназначена для настройки математической модели предметной области и фактически настраивает параметры методов распознавания образов. Также она позволяет работать эксперту с МПДНП. В данной подсистеме осуществляется процесс формирования модели, ее настройка и дообучение. На основе предложенного в работе метода представления данных нечеткими портретами получаем удобную форму работы с интегральными характеристиками по всем группам марок бензинов, а также по всем производителям.

В отдельную функциональную единицу выделен модуль поддержки принятия решений, в котором фактически решается задача распознавания образов и анализа результирующего нечеткого информационного вектора.

Выводы

В работе решается прикладная задача идентификации жидких нефтепродуктов. Рассмотрена функциональная структура программной системы, а также математические модели и методы, используемые при ее реализации.

Отметим следующие достоинства предложенного подхода:

высокий уровень интерпретируемости результата, что обусловлено использованием системы нечеткого вывода для решения задачи классификации;

простота дообучения системы при добавлении новых групп нефтепродуктов, что связано особенностями предложенной МПДНП;

корректная обработка ситуаций, когда образ попадает в области пересечения классов образов;

возможность использования модулей программного комплекса для других предметных областей, за счет функционального разделения блока решения задачи распознавания и модулей, работающих с данными предметной области.

Система была протестирована на ретроспективных данных, собранных в лаборатории контроля качества за 2006-2011 годы, которая состояла из нескольких тысяч образцов. Средний процент отказов от распознавания не превысил 3%.

Список литературы

1. Журавлёв Ю. И. «Распознавание». Математические методы. Программная система. Практические применения. /Ю. И. Журавлев, В. В. Рязанов, О. В. Сенько. – М.: ФАЗИС. – 2006. – 176 с.
2. Bezdek J.C. Fuzzy Models and Algorithms for Pattern Recognition and Image Processing/ J.C. Bezdek , J.M. Keller, R. Krishnapuram , N.R Pal. – New York: Springer Science, 2005. – p. 776
3. Ishibuchi H., Classification and modeling with linguistic information granules: advanced approaches advanced approaches to linguistic data mining/ Hisao Ishibuchi, Tomoharu Nakashima, Manabu Nii Springer. 2004. p. 318.
4. Hoepfner F. Fuzzy Cluster Analysis/ F. Hoepfner, , F. Klawonn, R. Kruse, T. Runkler. – Chichester: Wiley Intersciences, 1999. – 289 p.
5. Райзберг Б.А. Современный экономический словарь/ Б.А. Райзберг, Л.Ш. Лозовский, Е.Б. Стародубцева — 2-е изд., испр. М.: ИНФРА-М. 479 с.. 1999.
6. Козловский В.А. Построение нечетких характеристик классов образов по выборки прецедентов в задачах распознавания образов/ В.А. Козловский, А.Ю. Максимова // Математические методы распознавания образов: 15-ая Всероссийской конференция, г. Петрозаводск, 11-17 сентября 2011г.: Сборник докладов. – М.: МАКС Пресс, 2011. – С. 135-137.
7. Козловский В.А. Решение задачи распознавания образов по нечетким портретам классов/ В. А. Козловский, А. Ю. Максимова // Искусственный интеллект. – 2010. – № 4. – С. 221-228.
8. Козловский В.А. Нечеткая система распознавания образов для решения задач классификации жидких нефтепродуктов/ В. А. Козловский, А.Ю. Максимова А.Ю. // Научные работы ДонНТУ, серия «Информатика, кибернетика и вычислительная техника» – 2011. – №13 (185). – С. 200-205.