

# СИСТЕМА ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ МОНИТОРИНГА МОБИЛЬНЫХ ГЕТЕРОГЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Кузьмич А. И.

Инновационно-технический центр НИЧ, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Минск, Республика Беларусь

E-mail: kai@list.ru

*Рассматриваются вопросы разработки и применения системы имитационного моделирования для выбора параметров и алгоритмов в задаче мониторинга мобильных гетерогенных объектов.*

## ВВЕДЕНИЕ

Проблема разработки эффективных систем мониторинга мобильных гетерогенных объектов (МГО) обостряется во всем мире по мере увеличения количества техногенных катастроф с крупномасштабными последствиями. Под МГО понимается технически сложная мобильная структура, состоящая из разнородных компонентов. К МГО, в частности, относятся железнодорожные составы, автопоезда и другие подвижные объекты. Процесс разработки систем мониторинга МГО достаточно сложен и включает решение ряда высоко затратных по времени и средствам задач [1]. В число нерешенных входит актуальная задача подбора параметров и алгоритмов мониторинга в зависимости от технических, структурных и эксплуатационных особенностей МГО. В докладе рассматривается система имитационного моделирования мониторинга, которая позволяет варьировать параметры и алгоритмы, анализировать результат и выбирать вариант, в наибольшей мере совпадающий с экспертной оценкой.

## I. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Пусть имеется центр, эксперты и объект модерирования Р. Объект идентифицируется строковыми переменными  $Id$  и характеризуется диагностическими показателями  $X = X_1, X_2, \dots, X_n$  и их значениями

$$\langle X \rangle = \langle X_1 \rangle, \langle X_2 \rangle, \dots, \langle X_n \rangle.$$

В зависимости от  $\langle X \rangle$  объект может находиться в одном из возможных состояний  $V = V_1, V_2, \dots, V_k$ .

Каждому состоянию соответствует управляющее решение  $U = U_1, U_2, \dots, U_k$ , целью которого является поддержка гомеостаза объекта. Определение значений параметров  $\langle X \rangle$ ,  $V$ ,  $U$  выполняется центром в  $m$  контрольных точках.

Требуется разработать систему, имитирующую мониторинг МГО с использованием различных вариантов входных параметров  $X$ ,  $V$ ,  $U$ ,  $m$  и различными алгоритмами  $L$  синтеза управляющего решения  $U$ .

## II. СХЕМА РЕШЕНИЯ

Для МГО характерно большое количество диагностических показателей и необходимость частой «перенастройки» модели под конкретный объект, что исключает применение традиционного для систем основанных на знаниях продукционного подхода. В докладе обосновывается целесообразность применения для решения теории распознавания образов (ТРО), методы которой не противоречат специфике МГО [1, 2].

С точки зрения ТРО решение поставленной задачи включает следующие этапы:

(L0) построение предметной области:

- формирование центром и группой экспертов параметров  $Id, m, X_1, X_2, \dots, X_n, V_1, V_2, \dots, V_k, U_1, U_2, \dots, U_k$  на основе применения методов инженерии знаний [3];
- выделение экспертом в множестве  $X$  бифуркационных показателей  $X$  на основании собственных предпочтений или нормативных документов [5];
- автоматическое построение эталонов  $E$  [0,1] на основании значений  $n$  и  $k$  [1, 4];

(L1) построение текущего образа объекта:

- построение вектора случайных чисел  $\langle X \rangle$  в диапазоне [0,1], имитирующего в контрольной точке состояние объекта. Для преобразования строковых значений показателей в числовую форму в диапазоне [0,1] используется понятие лингвистической переменной и функции принадлежности [4];

(L2) вычисление расстояний от текущего образа до эталонов:

- выбор и применение одного из методов определения расстояний  $L$  (например, Евклида, Махаланобиса, Минковского и др.) между текущим образом  $\langle X \rangle$  и эталонами  $E$  [4];
- (L3) выбор релевантного эталона:
  - выбор эталона  $E_i$ , расстояние до которого было минимальным;
  - коррекция номера  $i$  за счет учета значений бифуркационных показателей  $X$ ;
  - выбор состояния  $V_i$ ;

(L4) выбор релевантного управляющего решения:

- выбор управляющего решения  $U_i$ , соответствующего  $V_i$ .
- (L5) сохранение результата;
- запись  $Id, m, X, V, U, L$  в XML-файл;
- (L6) выбор лучшего по общему мнению экспертов варианта параметров, алгоритма и интеграция соответствующего XML-файла в целевую систему мониторинга МГО.

Соответствующая схема решения представлена на рис. 1.

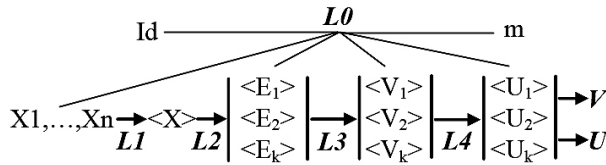


Рис. 1 – Схема решения

Несмотря на жесткость, данная схема открывает широкие возможности для выбора методов и алгоритмов выполнения этапов L0–L4.

### III. СИСТЕМА

Для реализации этапов L0–L5 была разработана архитектура, программная система и методика имитационного моделирования.

Архитектура включает два программных агента, построенных по классическому принципу «сенсор–эффектор–процессор–память» [6].

Агент A1–в диалоге с экспертами (специалистами по данному МГО данного типа) формирует предметную область, т.е. реализует этап L0. Количество контрольных точек задает центр на основе собственного опыта и протяженности среднего маршрута движения МГО (рис.2).

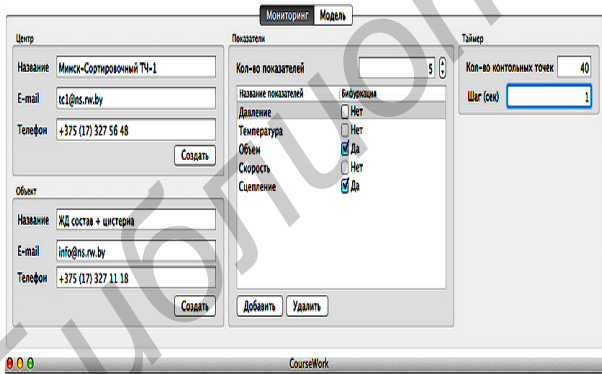


Рис. 2 – Интерфейс построения ПрО

Полученную информацию Агент A1 передает на сенсор агента A2, эффектор ее структурирует, процессор обрабатывает, выполняя этапы мониторинга L1–L5, сохраняет в памяти и визуализирует результат для каждой контрольной точки.

На каждом шаге эксперты сверяют синтезированные значения вектора  $\langle X \rangle$ , характеризующего объект, состояние  $V$  и управляющее решение  $U$ , сопоставляя их с собственными вариантами и предпочтениями. Изучив все варианты, эксперты и центр выбирают тот вариант параметров и алгоритм, который удовлетворяет как

экспертов, так и центр. Консенсус должен быть достигнут обязательно, т.к. на практике «идеальное» решение экспертов часто противоречит финансовым возможностям центра (рис.3).

Рис. 3 – Интерфейс построения ПрО

### IV. МЕТОДИКА ПРИМЕНЕНИЯ

Методика применения разработанной системы достаточно проста и интуитивно понятна:

1. создание центром группы экспертов, изучение свойств МГО; ;
2. формирование нескольких вариантов входных параметров и алгоритмов распознавания;
3. выбор варианта, старт программы моделирования, ввод параметров и алгоритма;
4. имитация выполнения мониторинга;
5. анализ результатов, оценка варианта;
6. повтор шагов 3–5 для всех вариантов;
7. выбор варианта, признанного лучшим.

Применение данной методики, как показала практика решения задач мониторинга железнодорожных локомотивов, сокращает время построения ПрО в среднем на 40–50%.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложен вариант компьютерной системы для имитационного моделирования мониторинга мобильных гетерогенных объектов на основе теории распознавания образов. Функциональность системы обеспечивает построение и поэтапную оценку экспертных вариантов комплекса параметров МГО и выбор лучшего из них. Методика применения системы инвариантна к типу МГО и может применяться как для железнодорожного подвижного состава, так и для автомобильного транспорта.

1. Kuzmich, A. I. Remote monitoring system for mobile objects /A. I. Kuzmich, G. Shakah, A. N. Valvachev // Proceedings of 11-th International Conference (PRIP'2011), Minsk: BSUIR, 2011. –P. 427–430.
2. Murty, M. Pattern Recognition: An Algorithmic Approach / M. Murty. – Springer, 2011. – 275.
3. Гаврилова, Т. А. Активные индивидуальные методы извлечения знаний и данных /Т. А. Гаврилова // Корпоративные системы. – 2001. – №18 (35). – С.6-9.
4. Заде, Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений / Л. Заде. – М.: Мир, 1976. – 162 с.
5. Арнольд, В. И. Теория катастроф / В. И. Арнольд. – Едиториал УРСС, 2012. – 136 с.
6. Weiss, G. Multiagent systems: a modern approach to distributed artificial intelligence / G. Weiss. – The MIT Press, 2000. –648 p.