

УДК 004.9

ПРИМЕНЕНИЕ РЕЖИМА „СВОЙ-ЧУЖОЙ” ПРИ РАСПОЗНАВАНИИ АЛГОРИТМОВ СИНТЕЗА МОДЕЛЕЙ В СИСТЕМАХ МНОГОУРОВНЕВОГО СОЦИОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

П.А. Колос

*Черкасский национальный университет имени Богдана Хмельницкого,
dr_peter@cdu.edu.ua*

Стаття присвячена дослідженню особливостей застосування режиму „свій-чужий” в технологіях розпізнавання образів, для вирішення задачі визначення алгоритму синтезу моделі вхідного об’єкта, в багаторівневих моніторингових інформаційних системах в процесі координації структури системи згідно характеристик інформативності даних первинного опису об’єкта.

Ключові слова: моніторинг, розпізнавання образів, алгоритм синтезу моделі

This article deals with the investigation of "friend or foe" regime in the pattern recognition technology to solve the problem of determining the synthesis model algorithm of the input object in multilevel monitoring information systems for the system structure coordination according to the characteristics of the object primary data informative descriptions.

Keywords: monitoring, pattern recognition technology, the synthesis model algorithm.

Статья посвящена исследованию особенностей применения режима „свой-чужой” в технологиях распознавания образов, для решения задачи определения алгоритма синтеза модели входного объекта, в многоуровневых мониторинговых информационных системах в процессе координации структуры системы согласно характеристикам информативности данных первичного описания объекта.

Ключевые слова: мониторинг, распознавание образов, алгоритм синтеза моделей.

Общая постановка проблемы

Эффективность функционирования систем мониторинга окружающей среды существенно зависит от качества и оперативности обработки мониторинговой информации. Согласно методологии создания автоматизированных систем многоуровневого социоэкологического мониторинга [1], во многом эффективность работы системы мониторинга окружающей среды зависит от качества координации входных сигналов. Мониторинговая система представляет собой множество соединенных агрегативных структур преобразования информации, каждая из которых представляется определенной индуктивной моделью [2]. Координация предусматривает определение для каждого агрегата соответствующего алгоритма преобразования информации, то есть определение индуктивного алгоритма синтеза модели и генерирования данной модели за определенным алгоритмом. Было предложено для определения метода синтеза алгоритмов преобразования информации использовать методы распознавания образов [3]. Данная работа посвящена исследованию особенностей использования режима „свой-чужой” при распознавании алгоритмов синтеза моделей в системах многоуровневого социоэкологического мониторинга.

Анализ последних исследований и публикаций

В целом проблема распознавания образов состоит из двух частей: обучение и распознавание. Обучение осуществляется путем предъявления отдельных объектов с указанием их принадлежности потому или другому образу. В результате учебы система, которая распознает, должна приобрести способность реагировать одинаковыми откликами на все объекты одного образа и разными - на все объекты разных образов. Очень важно, что процесс учебы должен завершиться только путем показов конечного числа объектов без каких-либо других подсказок. Важно, что в процессе учебы указываются только сами объекты и их принадлежность образу. После обучением применяется процесс распознавания новых объектов, который характеризует действия уже наученной системы. Автоматизация этих процедур и составляет проблему обучения распознаванию образов [3].

Каждое отображение какого-либо объекта на воспринимающие органы распознающей системы, независимо от его положения относительно этих органов, принято называть изображением объекта, а множества таких изображений, объединенные какими-либо общими свойствами, являют собой образы.

При решении задач управления методами распознавания образов вместо слова "изображения" применяют термин "состояние". Состояние - это определенной формы отображения измеряемых текущих (или мгновенных) характеристик объекта, который наблюдается. Совокупность состояний определяет ситуацию. Понятие "ситуация" является аналогом понятия "образ". Но эта аналогия не полна, потому что не всякий образ можно назвать ситуацией, хотя всякую ситуацию можно назвать образом [4].

Ситуацией принято называть некоторую совокупность состояний сложного объекта, каждая из которых характеризуется теми же или похожими характеристиками объекта [4].

Существует особенный тип распознавания объектов, которое имеет название „свой-чужой ” [5 - 7]. Системы распознавания такого типу способны распознавать лишь один класс объектов, идентифицируя их как „свой”, все другие объекты не идентифицируются и классифицируются как „чужие”. Другими словами система распознавания образов такого типа имеет два состояния: объект распознан, и объект не распознан. Если значения входных признаков позволяют классифицировать объект как „свой” возникает ситуация которая определяется первым состоянием, то есть состоянием „объект распознан” в противоположном случае объект классифицируется как „чужой” и возникает противоположная ситуация, которая определяется вторым состоянием, - „объект не распознан”.

Подобный подход к распознаванию образов является бионическим и заимствованный из биологии. Многими видами живых организмов используются системы признаков ради определения особей своего вида среди представителей других видов [5, 6].

Обычно такой подход используется в военном деле ради автоматического различения своих войск и вооружений от войск и вооружений противника. Большинство современных технических военных комплексов оснащены системы распознавания класса „свой-чужой”, например, система BCIS (Battlefield Combat Identification System), которой оснащены боевые машины танковых войск США [7].

В других отраслях такой подход используется достаточно редко, поскольку в большинстве случаев подобные системы используются при распознавании визуальных и звуковых образов, и при этом приходится определять более чем два состояния объекта.

Однако возможно использовать этот подход и при распознавании более чем двух состояний. Для каждого отдельно взятого образа создается его собственная система распознавания, которая определяет его как „свой” а все другие образы как „чужие”. Таким образом, при наличии множества ситуаций, которые необходимо различать, размерности n , необходимо иметь множественное число из n систем распознавания типа „свой-чужой”, отдельную для каждого образа.

Формально общую систему распознавания можно представить множеством троек вида $\langle A, C, S \rangle$, где A - алгоритм распознавания образов, C - множество признаков образов, которое используется при обучении системы, $S = \{0, 1\}$ - множество ситуаций, которые могут быть распознанными „0” - объект распознавания „чужой”, „1” - объект распознавания „свой”.

Особенности функционирования системы отвечают подходу к построению объединенных систем распознавания образов, поскольку мы получаем объединение разных систем распознавания в одну систему, причем все составляющие могут функционировать как за единственным алгоритмом распознавания образов, так и за разными алгоритмами. Это отвечает структуре системы распознавания образов построенной на основе объединения нескольких методов.

Недостатком такого подхода большие затраты вычислительных ресурсов, поскольку приходится реализовывать не одну систему распознавания, а n систем для n разных возможных результатов идентификации объектов.

На основе подхода построения систем распознавания образов в режиме „свой-чужой” предлагается реализовать технологию распознавания алгоритма синтеза модели объекта представленного таблицей первичного описания (ПО). В качестве методов распознавания образов, которые будут применены в этой системе, предлагается использовать рефлекторный подход к построению интеллектуальных систем и технологию нейронных сетей. Оба подхода являются бионическими и базируются на моделировании особенностей функционирования головного мозга человека.

В основе функционирования системы рефлекторного моделирования лежит принцип формирования реакции-ответа (рефлексу) на набор входных данных (внешнее влияние). Согласно поступления входных данных формируется определенная база знаний, которая накапливает опыт правильных реакций системы на внешние влияния. Потом, на основе накопленного опыта,

система способна сформировать правильную реакцию-ответ на новое поступление входных данных, которое раньше не встречалось системой при формировании базы знаний. В основе алгоритма реагирование лежит оценка условной вероятности реакции на внешние влияния по условным вероятностям частей [8]. Принципы построения рефлекторных интеллектуальных систем были положены в основу рефлекторной системы информационного моделирования [9].

Наиболее распространенным на сегодня, подходом, который используется в системах распознавания образов, есть технология применения искусственных нейронных сетей (ИНС). ИНС состоят из элементов, функциональные возможности которых аналогичны большинству элементарных функций биологического нейрона. Эти элементы организуются по способу, который может отвечать (или не отвечать) анатомии мозга. Невзирая на такое поверхностное сходство, ИНС демонстрируют большое число свойств мозга. Например, они учатся на основе опыта, обобщают предыдущие прецеденты на новые случаи и вытягивают существенные свойства из информации, которая поступает и содержит лишние данные [10].

ИНС могут изменять свое поведение в зависимости от внешней среды. Такое свойство в большей мере, чем любая другая, отвечает за тот интерес, который они вызывают. После предъявления входных сигналов (возможно, вместе с необходимыми выходами) они самонастраиваются для обеспечения необходимой реакции. Существует много обучающих алгоритмов, каждый со своими сильными и слабыми сторонами. Оклик сети после учебы может быть до некоторой степени нечувствительный к небольшим изменениям входных сигналов. Эта внутренне присущая способность видеть образ сквозь шум и искажение очень важна для распознавания образов. Она позволяет преодолеть ограничение строгой точности и открывает путь к системе, которая может иметь дело с несовершенным объектом. Важно отметить, что ИНС делает обобщение автоматически благодаря своей структуре, а не с помощью использования "человеческого интеллекта" в форме специально написанных компьютерных программ [10].

Постановка задачи

Задание заключается в исследовании особенностей использования режима распознавания образов „свой-чужой” при определении алгоритмов синтеза моделей входных объектов в многоуровневых мониторинговых информационных системах, в процессе координации структуры системы.

Изложение основного материала исследования

Для проведения исследований с помощью программной системы конструирования алгоритмов синтеза моделей [11] объектов было сформировано 20 схем индуктивных алгоритмов, в основу которых легли элементы следующих алгоритмов моделирования:

1. Метод группового учета аргументов (МГУА) [2];
2. Метод Степаненко [12];

3. Непрерывные генетические алгоритмы [13];
4. Метод баланса пар моделей [14];
5. Метод рециркуляции [15].

Элементы этих алгоритмов были использованы в схемах алгоритмов при использовании следующего вида опорных моделей:

1. $y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2$;
2. $y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_1x_2$;
3. $y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_1^2 + a_4x_2^2 + a_5x_1x_2$;
4. $y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_1x_2 + a_4x_1^2 + a_5x_2^2 + a_6x_1^2x_2^2$.

где x_1, x_2 - значение входных параметров опорной модели, $a_i, i = \overline{1,6}$ - коэффициенты модели, которые определяются в процессе ее обучения.

Исследования проводились при использовании набора из 100 таблиц ПО объектов моделирования, которые являют собой прямоугольные матрицы числовых данных с поименованными параметрами. В этом наборе 50 таблиц являют собой искусственно сгенерированные данные, образованные путем вычисления разных математических функций с добавлением значений случайных величин в качестве искусственного загрязнения информации. Другие 50 таблиц - это реальные статистические данные социэкологического мониторинга, которые являют собой информацию об уровне заболеваемости населения Черкасской области и данные о выбросах вредных веществ в атмосферу.

Проанализировав современные методы матричного и корреляционного анализа была сформулирована гипотеза, что определение алгоритма конструирования моделей возможное по технологии распознавание образов на основе таких информативных параметров таблиц ПО:

1. Количество наблюдений;
2. Количество независимых переменных;
3. Количество параметров максимально совмещенных [16] с функцией цели;
4. Количество несовмещенных параметров;
5. Коэффициент корреляции [17] независимых переменных;
6. Коэффициент корреляции независимых переменных и функции цели;
7. Коэффициент детерминации [17] независимых переменных;
8. Коэффициент детерминации независимых переменных и функции цели;
9. Определитель нормируемой таблицы [18] первичного описания;
10. Определитель нормируемой матрицы значений независимых переменных;
11. Собственное число нормируемой таблицы [18] первичного описания;
12. Собственное число матрицы значений независимых переменных.

На следующем шаге была сформулирована гипотеза об эффективности применения предложенных технологий распознавания образов что работают в режиме „свой-чужой ” до решения задачи определения алгоритма синтеза модели объекта представленного таблицей ПО. Для проведения исследований было спроектировано и программно реализована информационная система, способная вычислять параметры входных таблиц первичного описания согласно вышеуказанного списка, а также программную системы распознавания образов методов синтеза моделей исследуемых объектов на основе методики распознавания „свой-чужой”. Результаты исследований представлены в таблицах 1, 2 и 3.

Таблица 1

Исследование эффективности определения моделирующего алгоритма при использовании системы рефлекторного распознавания в режиме „свой-чужой ” на наборах искусственно сгенерированных данных и наборах данных социологического мониторинга

Способ применения системы определения моделирующего алгоритма	Обучающие данные системы распознавания	Процент правильных реакций системы
Определение моделирующего алгоритма для объектов, представленных наборами искусственно сгенерированных данных	Искусственно сгенерированные данные	69,64%
Определение моделирующего алгоритма для объектов, представленных наборами социологического мониторинга	Данные социологического мониторинга	67,28%
Определение моделирующего алгоритма для объектов, представленных наборами искусственно сгенерированных данных	Данные социологического мониторинга	65,47%
Определение моделирующего алгоритма для объектов, представленных наборами социологического мониторинга	Искусственно сгенерированные данные	68,54%
Определение моделирующего алгоритма для объектов, представленных наборами искусственно сгенерированных данных	Искусственно сгенерированные данные	78,79%
Определение моделирующего алгоритма для объектов, представленных наборами социологического мониторинга	Искусственно сгенерированные данные	77,47%

Таблица 2

Исследование эффективности определения моделирующего алгоритма при использовании системы нейросетевого распознавания в режиме „свой-чужой ” на наборах искусственно сгенерированных данных и наборах данных социозэкологического мониторинга

Способ применения системы определения моделирующего алгоритма	Обучающие данные системы распознавания	Процент правильных реакций системы
Определение моделирующего алгоритма для объектов, которые представлены наборами искусственно сгенерированных данных	Искусственно сгенерированные данные	95,81%
Определение моделирующего алгоритма для объектов, которые представлены наборами данных социозэкологического мониторинга	Данные социозэкологического мониторинга	97,11%
Определение моделирующего алгоритма для объектов, которые представлены наборами искусственно сгенерированных данных	Данные социозэкологического мониторинга	93,21%
Определение моделирующего алгоритма для объектов, которые представлены наборами данных социозэкологического мониторинга	Искусственно сгенерированные данные	92,17%
Определение моделирующего алгоритма для объектов, которые представлены наборами искусственно сгенерированных данных	Искусственно сгенерированные данные и данные социозэкологического мониторинга	97,14%
Определение моделирующего алгоритма для объектов, которые представлены наборами данных социозэкологического мониторинга	Искусственно сгенерированные данные и данные социозэкологического мониторинга	97,56%

Таким образом, проанализировав полученные результаты можно сделать вывод, что распознавание алгоритмов синтеза моделей в многоуровневых мониторинговых информационных системах в режиме „свой-чужой ” на основе

технологии ИНС является точнее, чем на основе рефлекторного подхода. Однако преимуществом рефлекторных систем распознавания в сравнении с нейромережевыми системами является небольшое время учебы. Системы на базе ИНС является намного более ресурсоемкими и более требовательными к вычислительной системе.

Таблица 3

Исследование эффективности определения моделирующего алгоритма при использовании системы объединенного нейросетевого и рефлекторного распознавания в режиме „свой-чужой ” на наборах искусственно сгенерированных данных и наборах данных социо-экологического мониторинга

Способ применения системы определения моделирующего алгоритма	Учебные данные системы распознавания	Процент правильных реакций системы
Определение моделирующего алгоритма для объектов, которые представлены наборами искусственно сгенерированных данных	Искусственно сгенерированные данные	98,56%
Определение моделирующего алгоритма для объектов, которые представлены наборами данных социоэкологического мониторинга	Данные социоэкологического мониторинга	98,45%
Определение моделирующего алгоритма для объектов, которые представлены наборами искусственно сгенерированных данных	Данные социоэкологического мониторинга	95,68%
Определение моделирующего алгоритма для объектов, которые представлены наборами данных социоэкологического мониторинга	Искусственно сгенерированные данные	96,47%
Определение моделирующего алгоритма для объектов, которые представлены наборами искусственно сгенерированных данных	Искусственно сгенерированные данные и данные социоэкологического мониторинга	98,85%
Определение моделирующего алгоритма для объектов, которые представлены наборами данных социоэкологического мониторинга	Искусственно сгенерированные данные и данные социоэкологического мониторинга	98,59%

Данные из последней таблицы указывают на явное преимущество использования объединения двух методов распознавания образов в единственную технологию распознавания алгоритмов синтеза моделей в системах многоуровневого социоэкологического мониторинга. Использование режима „свой-чужой ” в объединенной системе распознавания позволило увеличить количество верно распознанных объектов в среднем до 98%.

Выводы

Результаты исследований доказали возможность использования технологий распознавания образов, которые работают по принципу „свой-чужой ” для определения алгоритмов синтеза моделей входных объектов в многоуровневых системах преобразования информации.

Объединение рефлекторного и нейросетевого подходов при создании системы распознавания алгоритма синтеза модели, которая работает в режиме „свой-чужой ” удалось получить точность распознавания 98%.

Будущие исследования целесообразно проводить в направлении уменьшения потребляемых вычислительных ресурсов.

Список использованной литературы

1. Голуб С.В. Методологія створення автоматизованих систем багаторівневого соціоекологічного моделювання / С.В. Голуб // Автореферат дисертації на здобуття ступеня доктора техн. наук. – Черкаси: Видавництво ЧНУ. – 2008.-36с.
2. Ивахненко А.Г. Индуктивный метод самоорганизации моделей сложных систем. Киев: Наук. Думка, 1981. – 296с.
3. Ту Дж., Гонсалес Р. Принципы распознавания образов – М. Мир, 1978г. - 416с.
4. Ян Д.Е., Анисимович К.В., Шамис А.Л. Новая технология распознавания символов. Теория, практическая реализация, перспективы.- М. : Препринт, - 1995
5. Аронова Е.А. Иммунитет. Теория, философия и эксперимент: Очерки из истории иммунологии XX века, - КомКнига, 2006. – 160 с.
6. Hattory D. e.a. Dscam diversity is essential for neural wiring and self-recognition // Nature, 2007, vol. 449, p. 223-227.
7. Политов П. Система опознавания «свой - чужой» танка «Абрамс» и БМП «Брэдли», - «Зарубежное военное обозрение» №7, 2001
8. Тесля Ю.М. Несиловое взаимодействие. Монография. - Киев: Кондор, 2005. – 195с.
9. Колос П.О. Проектування алгоритмів інформаційного моделювання на основі рефлекторного підходу / П.О. Колос // Вісник ЧДТУ. – 2007. – № 3-4. – С. 97-102.

10. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс. – Вильямс, 2008. – 1104 с.
11. Колос П.О. Конструирование алгоритмов синтеза индуктивных моделей сложных систем / П.О. Колос // Программные продукты и системы. – Тверь: Издательство НИИ «Центрпрограммсистем». – 2009. - №3. – С. 8 – 11.
12. Голуб С.В. Моделювання об'єктів моніторингу довкілля за алгоритмом Степаненка / С.В. Голуб // Електроніка та системи управління. К.: Видавництво НАУ. № 4(10),-2006.- С. 165-168.
13. Herrera F. Tackling real-coded genetic algorithms: operators and tools for the behaviour analysis / F. Herrera, M. Lozano, J. Verdegay // Artificial Intelligence Review. – 1998. – Vol. 12, No. 4
14. Голуб С.В. Багаторівневе моделювання в технологіях моніторингу оточуючого середовища. Монографія. - Черкаси: Вид. від. ЧНУ імені Богдана Хмельницького, 2007. – 220с.
15. Голуб С.В. Використання аналогії при проектуванні багаторівневих технологій інформаційного моделювання / С.В. Голуб // Вісник Черкаського державного технологічного університету. – 2007. – № 3-4. – С. 69-71
16. Голуб С.В. Зниження суміщеності сигналів в методах синтезу індуктивних моделей / С.В. Голуб // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2007. – № 1(29). – С.150-152.
17. Горяинов В.Б. Математическая статистика. – М: Изд. МГТУ им. Баумана, 2008. – 424 с.
18. Беллман Р. Введение в теорию матриц. - М: Высш. шк., 1969. – 368 с