

Наведено результати дослідження про можливість застосування алгебри предикатів в алгоритмах розпізнавання повітряних об'єктів по радіолокаційному спектральному зображенню. Показано, що використання математичного апарата алгебри предикатів дозволяє всі операції ідентифікації спектральних типів виконати автоматично й у реальному масштабі часу. У цьому випадку для аналізу особливостей спектрів відбиттів, що заважають, і сигналів повітряних об'єктів досліджуються алгоритми прийняття рішень людиною-оператором

Ключеві слова: алгебра предикатів, розпізнавання повітряних об'єктів, спектральне зображення, відбиття, людина-оператор

Приводятся результаты исследования возможности применения алгебры предикатов в алгоритмах распознавания воздушных объектов по радиолокационному спектральному изображению. Показано, что использование математического аппарата алгебры предикатов позволяет все операции идентификации спектральных типов выполнить автоматически и в реальном масштабе времени. В данном случае для анализа особенностей спектров мешающих отражений и сигналов воздушных объектов исследуются алгоритмы принятия решений человеком-оператором

Ключевые слова: алгебра предикатов, распознавание воздушных объектов, спектральное изображение, мешающие отражения, человек-оператор

УДК 621.396: 510.62

DOI: 10.15587/1729-4061.2014.29737

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛГЕБРЫ ПРЕДИКАТОВ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ВОЗДУШНЫХ ОБЪЕКТОВ ПО РАДИО- ЛОКАЦИОННОМУ СПЕКТРАЛЬНОМУ ИЗОБРАЖЕНИЮ

С. В. Солонская

Старший викладач

Кафедра природничих і гуманітарних дисциплін
Харківський національний автомобільний університет
вул. Петровського, 25, м. Харків, Україна, 61005

E-mail: svet_solo@mail.ru

В. В. Жирнов

Кандидат технічних наук,

провідний науковий співробітник

НДЦ інтегрованих радіоелектронних
систем і технологій

Харківський національний

університет радіоелектроніки

пр. Леніна 14, м. Харків, Україна, 61166

E-mail: vzh@kture.kharkov.ua

1. Введение

Недостаток классических обнаружительных систем состоит в низкой автоматизации процессов обработки данных, в том числе в системах классификации и радиолокационного распознавания отметок воздушных объектов по спектральному различительному признаку. Решение этой проблемы становится крайне важным в тех случаях, когда объекты и отношения предметной области связаны сложными логическими зависимостями, что, в свою очередь, требует построения математических моделей, благодаря которым возможен эффективный логический вывод, отвечающий требованиям пользователя.

Здесь приводится пример реализации разработанного авторами метода формализации процессов восприятия и преобразования картин сигналов и сигнальных образов для семантической обработки на основе использования математического аппарата алгебры предикатов. Метод основан на определении семантических составляющих на этапе предварительной обработки информации при формировании радиолокационного спектрального изображения и

позволяет добиться существенного уменьшения объема передаваемых данных о сигналах. На этой основе разработан и программно реализован метод распознавания воздушных объектов по радиолокационному спектральному изображению. Спектральная картина описывается предикатом на множестве спектральных каналов, превысивших некоторое пороговое значение. Для идентификации спектральных типов вводятся признаки-предикаты, по их сочетанию любой спектр однозначно соотносится с одним из типов, согласно разработанным уравнениям предикатных операций.

Данная программа позволяет все операции по признаковой классификации и радиолокационному распознаванию воздушных объектов по спектральному изображению принятых сигналов выполнять автоматически и в реальном времени.

2. Анализ литературных данных и постановка проблемы

Анализ литературных данных показывает, что сейчас быстрее всего развиваются информатика и

кибернетика. Всё больше учёных вовлекаются в разработку разнообразных интеллектуальных программ и систем. В понятие «интеллектуальные системы» (ИС) [1, 2] вкладывается различный смысл – от признания интеллекта у ЭВМ, решающей логические или любые вычислительные задачи, до отнесения к интеллектуальным тех систем, которые могут решать весь комплекс задач, осуществляемых человеком-оператором [3], в том числе при распознавании сигнальных образов объектов. Современное понятие ИС: система, способная воспринимать, самообучаться и развиваться (извлекать и генерировать необходимую для своего существования и развития информацию).

Для целей формализации конечных объектов и процессов, оперирующих символьной информацией, существует универсальный аппарат на базе алгебры конечных предикатов [4]. Этот аппарат развивается около 50 лет и за это время доказал свою эффективность в области теории искусственного интеллекта [5, 6]. Значительная часть задач искусственного интеллекта сводится к идентификации его структур. Применение аппарата алгебры конечных предикатов способствовало развитию теории компараторной идентификации [7] – разновидности косвенной идентификации, применяемой к объектам и процессам, выходные сигналы которых недоступны для прямых измерений [8]. Именно такими являются практически все функции естественного интеллекта и многие функции искусственного интеллекта.

Для формального описания систем естественного и искусственного интеллекта необходим математический аппарат, который бы позволил в удобной форме записать любой конечный алфавитный оператор. Исходя из этих соображений, была разработана алгебра конечных предикатов [6, 9]. Введение конечных предикатов дает возможность представления не только однозначных конечных алфавитных операторов, но и многозначных операторов. Как показала практика моделирования систем искусственного интеллекта, многозначные алфавитные операторы удобны для математического описания высказываний или суждений интеллекта – важных объектов теории интеллекта. Однозначным же алфавитным операторам отводится роль средства математического описания деятельности интеллекта.

Методы распознавания сигнальных образов применяются во многих областях – в военном деле [10, 11], медицине [11, 12], криминалистике [12], при работе с текстами [13, 14]. Концептуальным базовым понятием этих методов является подобие объектов, а также количественная мера подобия. При построении методов распознавания образов используется прецеденты, а не аксиоматика и логические схемы. К основным понятиям этих методов распознавания относятся: обучающее множество (набор известных прецедентов); экзаменуемое множество (набор объектов или явлений, которые сравниваются с уже известными прецедентами); признаки (качественные и количественные характеристики обучающего множества); решающее правило (алгоритм, позволяющий отнести экзаменуемый объект к одному из классов); обучение (процедура, приводящая к формулировке решающего правила).

Существуют методы логического распознавания [15], в которых обработка информации выполняется согласно четко определенному алгоритму с целью выделения ценной информации, и методы интуитивного распознавания, когда происходит генерация ценной информации. Современные автоматические системы распознавания образов способны выполнять следующие основные операции: сложение функций, дифференцирование функций одной переменной, интегрирование функций двух переменных, преобразование Фурье функций двух переменных и свертка двух функций.

Основная сложность в методах логического распознавания образов состоит в низкой автоматизации процессов обработки данных, в том числе в системах обнаружения и распознавания сигналов объектов и процессов по различительным признакам картин сигналов и сигнальных образов (спектрального изображения). Решение этой проблемы становится крайне важным в тех случаях, когда объекты и отношения предметной области связаны сложными логическими зависимостями, что, в свою очередь, требует построения математических моделей, благодаря которым возможен эффективный логический вывод, отвечающий требованиям пользователя.

3. Цель и задачи исследования

Распознавание изображений является частным случаем распознавания образов. Это преобразование информации, содержащейся в изображениях, с целью выделения важнейших с точки зрения той или иной конкретной задачи данных. Объектами распознавания в этом случае служат либо искусственные изображения, такие как чертежи, графики, буквы и т. п., либо естественные, а именно, проекции картин окружающего мира на плоскость, например, фотографии.

Сигнальный образ – это совокупность первичных признаков, т.е. результатов непосредственных измерений или наблюдений. Например, при распознавании изображений картин, в том числе радиолокационных, объектов или обстановки сигналом является совокупность выходов (отраженных импульсов) приемных элементов или отметок (пачек импульсов) как результата сканирования антенной системы. Сигнальный образ или зависящие от него вторичные признаки служат исходными данными для принятия одного из возможных решений об объекте, например, о его принадлежности к одному из заданных классов.

В настоящей работе предлагается приблизить процедуру обработки эхо-сигналов к логике человека-оператора. Характерная особенность этой логики заключается в последовательном вовлечении в анализ ситуации всевозможных различительных признаков между отражениями от объектов и мешающими отражателями.

Задача обнаружения отметок эхо-сигналов воздушных объектов в данном случае трансформируется в задачу признаковой классификации (распознавания) в каждой ячейке разрешения.

4. Материалы и методы исследования о возможности применения алгебры предикатов в алгоритмах распознавания воздушных объектов по радиолокационному спектральному изображению

4. 1. Исследуемые материалы и оборудование, которые использовались в модельных экспериментах

Для исследований были использованы разные виды радиолокационного отраженного сигнала, полученных на обзорной радиолокационной станции (РЛС) сантиметрового диапазона (длительность импульса 1 мкс, частота зондирования 365 Гц, период обзора 10 с).

Анализ особенностей спектральных изображений мешающих отражений (МО), дискретных мешающих отражений (ДМО) и сигналов воздушных объектов (ВО), приведенных в [16–18], показывает, что информативным является лишь вид спектрального изображения картины. Исходя из этого, все возможные формы “мгновенных” спектров были разбиты на четыре типа $S_j, j = 1, 4$, имеющие различную степень “правдоподобности” для отраженных сигналов от МО, ДМО и ВО (рис. 1).

Для данной РЛС обнаружения спектральное изображение флуктуаций огибающей пачки $\dot{G}_i, i=1...N$ получено в базе дискретного преобразования Фурье как:

$$\dot{G}_i = \sum_{m=1}^N y_m \cdot e^{-j(2\pi/N)m_i}.$$

Проанализируем возможность использования математического аппарата алгебры предикатов для автоматической обработки полученного спектрального изображения [4, 19].

4. 2. Методика определения возможности применения алгебры предикатов в алгоритмах распознавания воздушных объектов по радиолокационному спектральному изображению

В разработанную методику входят операции формализации процессов восприятия и преобразования картин спектральных составляющих изображения и операции для их дальнейшей семантической обработки на основе использования математического аппарата алгебры предикатов.

Пусть $M = \{q_1, q_2, \dots, q_k\}$ – фиксированное множество, состоящее из k элементов – значений спектральных составляющих (компонент) в k спектральных каналах, A – некоторое из его подмножеств $A \subseteq M$, спектральные составляющие q_i которого превышают некое пороговое значение $|G_n| = |G_{max}| / 2$. Для множества A составляем набор логических элементов (t_1, t_2, \dots, t_n) по следующему правилу: если $q_i \in A$, то $t_i = 1$; если $q_i \notin A$, то $t_i = 0, i = \overline{1, n}$. Набор (t_1, t_2, \dots, t_n) является характеристикой множества A , как спектральной картины.

Предикат $A(x)$ на множестве спектральных каналов M , соответствующий множеству A спектральных каналов, превысивших порог, с характеристикой (t_1, t_2, \dots, t_n) , запишется формулой:

$$A(x) = x(q_1) \vee x(q_2) \vee \dots \vee x(q_k).$$

Узнавания спектральных каналов, превысивших порог, можно записать в более удобной форме x^{q_k} , называя q_k показателем узнавания.

$$A(x) = x^{q_1} \vee x^{q_2} \vee \dots \vee x^{q_k}. \tag{1}$$

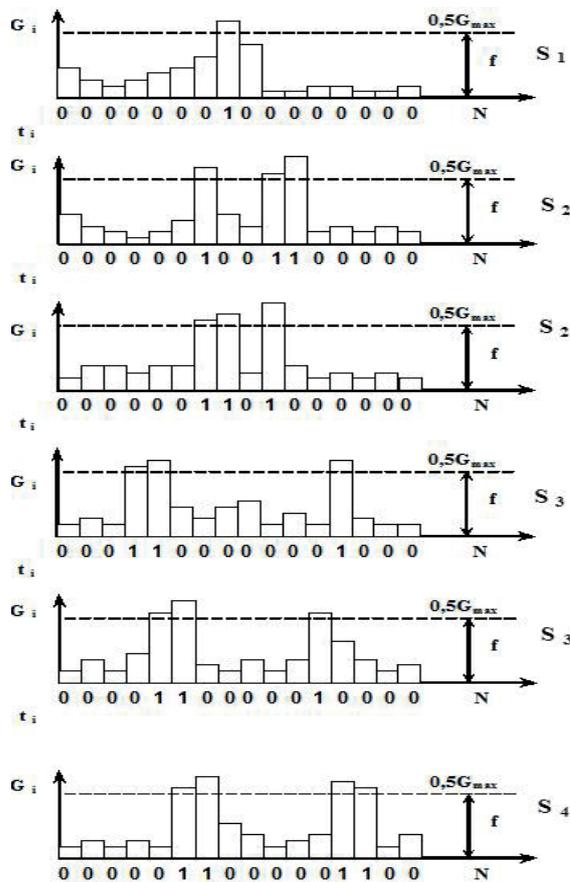


Рис. 1. Типы спектральных изображений $S_j, j = \overline{1, 4}$ и их предикатные функция $A(x)$ в виде кода под ними, как результат превышения порога $0.5 G_{max}$

Каждому спектральному типу S_j соответствует определенная комбинация нулей и единиц в предикате $A(x)$. К примеру, тип S_1 «проявляется» в $A(x)$ в виде «одиночной» группы единиц среди всех остальных нулей. Для типа S_2 характерны две группы единиц, количество нулей между которыми меньше или равно двум. Тип S_3 представлен в виде одной или двух групп единиц и отстоящей от этой группы дополнительной «одиночной» двойки единиц и т. д. (рис. 1). Для идентификации спектральных типов нам необходимо ввести систему признаков, «чувствительную» к количеству и разрывности нулей и единиц в предикате $A(x)$.

Преобразуем $A(x)$ в иной вид предиката – $F(y)$, построенного на множестве F , элементы f_1, f_2, \dots, f_{k-1} которого определяются путем суммирования по модулю два каждого элемента q_i со смежным элементом q_{i+1} . Для анализа типов спектральных картин используем как арифметическую сумму Φ , так и ее логический аналог – предикат $F(y)$, определяемые как:

$$\Phi = \sum_i^{k-1} f_i = \sum_{i=1}^{k-1} [q_i + q_{i+1}] | M_2, \tag{2}$$

где индекс $|M_2$ означает суммирование по модулю два.

Для удобства дальнейших преобразований сохраним одинаковую длину массива множества F с длиной массива множества A путем добавления в конец массива

ва F дополнительного элемента с нулевым значением. Тогда предикат F(y) запишется следующим выражением:

$$F(y) = y^{f_1} \vee y^{f_2} \vee \dots \vee y^{f_k}. \tag{3}$$

Анализ возможных значений Ф для различных типов спектральных картин показывает, что для одиночной группы сомкнутых единиц в множестве F результат суммирования всегда равен двум, независимо от ширины пика, т.е. от количества сомкнутых единиц. Для двух отстоящих друг от друга групп сомкнутых единиц результат такой операции равен четырем, для трех пиков – шести и т. д.

С учетом указанных закономерностей введем предикаты-признаки L_i , позволяющие отличать картины спектральных изображений по (числу) количеству групп единиц и «разрывности» нулей между ними в A(x). Для определения количества отстоящих друг от друга групп сомкнутых единиц введем признак $L_i^{j_1}$, верхний индекс которого указывает на наличие в предикате A(x) спектральной картины j_1 групп сомкнутых единиц (спектральных пиков) и определяется по следующему правилу: если $\Phi \geq 2$, то $j_1 = \Phi/2$, иначе $j_1 = 0$.

Введем признак $L_2^{l_1}$, верхний индекс которого или номер предиката l_1 указывает на количество нулей между группами единиц в предикате A(x), и зафиксировав области его значений. Значения признака $L_2^{l_1}$ при $l_1 \leq 3$ классифицируют принятый сигнал, как «Воздушный объект», а при $l_1 > 3$, как мешающее отражение, к примеру «Грозное облако» или дискретное мешающее отражение типа «Ангел-эхо». В этом случае уравнение области определения этих групп на языке алгебры предикатов запишется следующим образом:

$$L_2^0 \vee L_2^1 \vee L_2^2 \vee L_2^3 \vee \dots \vee L_2^{l_1} = 1. \tag{4}$$

Определение (показателя узнавания) номера предиката l_1 осуществляется путем подсчета количества нулей после появления первой группы единиц до появления следующей.

Для учета отличий спектральных картин по энергетике (мощности) принятого сигнала введем признак

$L_3^{s_1}$. Здесь верхний индекс $s_1 = \sum_{i=1}^k q_i$ определяется простым суммированием q_i и указывает на количество единиц в предикате A(x).

5. Результаты исследований

В качестве примера для картин спектральных изображений рис. 1 в табл. 1. приведены данные результатов определения показателей узнавания s_i (в числителе кода), Ф (в знаменателе кода) и l_i (в правом столбце), по комбинации которых любой «мгновенный» спектр \hat{G}_i однозначно соотносится с одним из типов S_j .

По величинам показателей узнавания предикатов-признаков s_i (сумма единиц в числителе кода), Ф (сумма единиц в знаменателе кода) и l_i (количества нулей после появления первой группы единиц в числителе кода) любая «мгновенная» картина \hat{G}_i

спектрального изображения однозначно соотносится с одним из типов S_j .

Таблица 1

Показатели узнавания предикатов-признаков L_i ; s_i (вычисляется по коду в числителе), Ф (по коду в знаменателе), l_i и тип воздушного объекта

s_i	Ф	Образ	Коды предикатов A(x) (в числителе) и F(y) (в знаменателе)	Объект (S_j)	l_i
3	4	S_2	$\frac{0000001001100000}{0000011010100000}$	ВО	2
3	4	S_2	$\frac{0000001101000000}{0000010111000000}$	ВО	1
1	2	S_1	$\frac{0000000010000000}{0000000110000000}$	ВО	0
4	4	S_4	$\frac{0000011000001100}{0000101000010100}$	МО	5
3	4	S_3	$\frac{0001100000001000}{0010100000011000}$	ДМО	7
3	4	S_3	$\frac{0000110000010000}{0001010000110000}$	ДМО	5
3	4	S_3	$\frac{0000010000110000}{0000110001010000}$	ДМО	4
2	2	S_1	$\frac{0000000110000000}{0000001010000000}$	ВО	0

6. Обсуждение результатов исследования

Идентификация спектральных типов проводится путем решения разработанных уравнений (5) предикатных операций. Алгоритм идентификации типов S_j радиолокационных спектральных изображений, представленных в табл. 1, описывается следующими уравнениями:

$$\begin{aligned}
 S_1 &= L_1^1 \wedge L_2^0 \wedge (L_3^1 \vee L_3^2); \\
 S_2 &= L_1^2 \wedge (L_2^0 \vee L_2^1 \vee L_2^2 \vee L_2^3) \wedge (L_3^2 \vee L_3^3 \vee L_3^4); \\
 S_3 &= L_1^2 \wedge (L_5^5 \vee L_2^6 \vee L_2^7 \vee L_2^8) \wedge L_3^3; \\
 S_4 &= L_1^2 \wedge (L_2^4 \vee L_2^5 \vee L_2^6) \wedge (L_3^4 \vee L_3^5 \vee L_3^6); \\
 &\dots \\
 &\dots \\
 &\dots \\
 S_j &= (L_1^{j_1} \vee \dots \vee L_1^{j_2}) \wedge (L_2^{l_1} \vee \dots \vee L_2^{l_2}) \wedge (L_3^{s_1} \vee \dots \vee L_3^{s_2}). \tag{5}
 \end{aligned}$$

В общем виде (5) можно представить в виде

$$S_j = (\vee_{j_1}^{j_2} L_1^{j_1}) \wedge (\vee_{l_1}^{l_2} L_2^{l_1}) \wedge (\vee_{s_1}^{s_2} L_3^{s_1}).$$

На основании полученных уравнений построена функциональная схема автоматического определения спектральных типов S_j . Обобщенная функциональная схема алгоритма автоматического определения спектральных типов приведена на рис. 2.

По полученной совокупности признаков-предикатов L_i мгновенное спектральное изображение однозначно соотносится с одним из типов спектра S_j .

Распознавание воздушных объектов осуществляется по результатам идентификации спектральных типов.

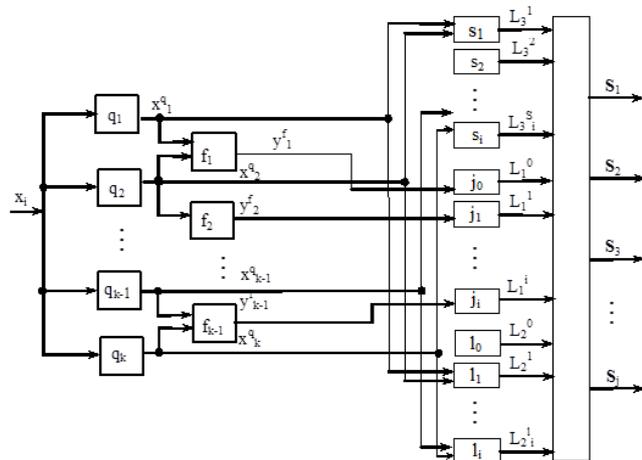


Рис. 2. Обобщенная функциональная схема алгоритма автоматического определения спектральных типов

7. Выводы

Таким образом, все операции по классификации и радиолокационному распознаванию воздушных объектов на основе предложенного алгоритма идентификации спектральных типов выполняются автоматически и в реальном масштабе времени.

Суть такого алгоритма сводится к выполнению операций формализации процессов восприятия и преобразования картин спектральных составляющих изображения, операций определения показателей узнавания предикатных признаков спектрального изображения для их дальнейшей семантической обработки на основе использования математического аппарата алгебры предикатов.

Следует также отметить, что в отличие от обычных статистик, порог формирования элементов q_i не является фиксированным, а адаптируется в каждой конкретной ситуации по уровню максимума спектрального пика. Такая адаптация позволяет отображать информацию о форме спектра независимо от энергетики пачки и, в конечном счете, стабилизирует вероятность ошибки при определении типа формы спектра.

Литература

1. Russel, S. Artificial intelligence. A modern approach, Second Edition [Text] / S. Russel, P. Norvig. – Williams, 2006. – 1410 p.
2. George, F. L. Artificial Intelligence: Structures and Strategies for Complex Problem-Solving. 4 ed. [Text] / F. L. George. – Williams, 2005. – 864 p.
3. John, J. A. Machine-Oriented Logic Based on the Resolution Principle [Text] / J. A. Robinson // Journal of the ACM (JACM). – 1965. – Vol. 12, Issue 1. – P. 23–41.
4. Бондаренко, М. Ф. Теория интеллекта [Текст]: учебник / М. Ф. Бондаренко, Ю. П. Шабанов-Кушнаренко. – Харьков: изд-во СМИТ, 2007. – 576 с.
5. Бондаренко, М. Ф. О методе математического описания морфологических отношений и их схемной реализации [Текст] / М. Ф. Бондаренко, В. А. Чикина // Проблемы бионики. – 1998. – Вып. 48. – С. 3–11.
6. Бондаренко, М. Ф. Об абстрактном определении алгебры конечных предикатов [Текст] / М. Ф. Бондаренко, Ю. П. Шабанов-Кушнаренко // Проблемы бионики. – 1987. – Вып. 39. – С. 3–12
7. Шабанов-Кушнаренко, С. Ю. Компараторная идентификация процессов многомерной количественной оценки [Текст] / С. Ю. Шабанов-Кушнаренко. – Харьк. техн. ун-т радиоэлектроники, 1994. – 230 с.
8. Бондаренко, М. Ф. О линейных предикатах [Текст] / М. Ф. Бондаренко, С. Ю. Шабанов-Кушнаренко // Проблемы бионики. – 1989. – Вып. 43. – С. 3–7.
9. Бондаренко, М. Ф. Исследование системы аксиом алгебры конечных предикатов [Текст] / М. Ф. Бондаренко // АСУ и приборы автоматики. – 1983. – Вып. 66. – С. 120–129.
10. Бородаенко, Д. Н. Распознавание образов [Электронный ресурс] / Распознавание образов и искусственный интеллект, 2001. – Режим доступа: <http://www.ocra1.narod.ru> (26.12.2007).
11. Горелик, А. Л. Методы распознавания [Текст] / А. Л. Горелик, В. А. Скрипкин. – М.: Высш. шк, 2004. – 261 с.
12. Slagle, J. R. Knowledge Specification on an Expert System [Text] / J. R. Slagle, O. A. Gardiner, N. Kyungsook // IEEE Expert. – 1990. – Vol. 5, Issue 4. – P. 29–38. doi: 10.1109/64.58019
13. Schank, R. Conceptual Dependency: a Theory of Natural Language Understanding Cognitive [Text] / R. Schank // Cognitive Psychology. – 1972. – Vol. 3, Issue 4. – P. 552–631. doi: 10.1016/0010-0285(72)90022-9
14. Christopher, D. Introduction to Information Retrieval [Text] / D. Christopher, P. Raghavan, H. Schutze. – Cambridge University Press, 2008. – 496 p.
15. Журавлев, Ю. И. Об алгебраическом подходе к решению задач распознавания или классификации [Текст] / Ю. И. Журавлев // Проблемы кибернетики. – 2005. – Вып. 33. – С. 5–68.
16. Солонская, С. В. О возможности использования алгебры предикатов для классификации воздушных объектов по радиолокационному спектральному изображению [Текст] / С. В. Солонская // Радиотехника: Всеукр. научно-техн. сб. – 2004. – Вып. 139. – С. 73–76.

17. Жирнов, В. В. Интеллектуальная система радиолокационного обнаружения малозаметных воздушных объектов [Текст] / В. В. Жирнов, С. В. Солонская // Радиоэлектроника и информатика: Научно-технический журнал. – 2005. – Вып. 3. – С. 134–138.
18. Жирнов, В. В. Распознавание радиолокационных отметок по спектральному изображению с адаптивными весовыми коэффициентами [Текст] / В. В. Жирнов, С. В. Солонская // Радиоэлектроника и информатика: Научно-технический журнал. – 2006. – Вып. 1. – С. 121–124.
19. Тейз, А. Логический подход к искусственному интеллекту: от классической логики к логическому программированию [Текст] / А. Тейз, П. Грибомон и др. – М.: Мир, 1990. – 432 с.

У статті запропонований принцип розбиття бездротової сенсорної мережі, на пікомережі. Пропонується визначати фактори, які впливають на інтенсивність інформаційних потоків, використовуючи матрицю критеріїв. Розроблений алгоритм управління інформаційним потоком для вузла мережі. Для мурашиного алгоритму пропонується два підходи по його модифікації. Отримані результати можуть застосовуватися при проектуванні бездротових сенсорних мереж

Ключові слова: алгоритм оптимізації, алгоритм керування, інформаційні потоки, бездротові сенсорні мережі, пікомережа

В статье предложен принцип разбиения беспроводной сенсорной сети, на пикосети. Предлагается определять факторы, которые влияют на интенсивность информационных потоков, используя матрицу критериев. Разработан алгоритм управления информационным потоком для узла сети. Для муравьиного алгоритма предлагается два подхода по его модификации. Полученные результаты могут применяться при проектировании беспроводных сенсорных сетей

Ключевые слова: алгоритм оптимизации, алгоритм управления, информационные потоки, беспроводные сенсорные сети, пикосеть

УДК 621.396
DOI: 10.15587/1729-4061.2014.30419

АЛГОРИТМ УПРАВЛЕНИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ В БЕСПРОВОДНОЙ СЕНСОРНОЙ СЕТИ

П. В. Галкин

Ассистент

Кафедра проектирования и
эксплуатации электронных аппаратов

Харьковский национальный
университет радиоэлектроники

пр. Ленина, 14, г. Харьков, Украина, 61166

E-mail: galkinletter@ukr.net

1. Введение

Беспроводные сенсорные сети (БСС) – это своеобразный шаг на пути перехода в эпоху цифровой реальности. Сеть БСС представляет собой новый тип информационно-коммуникационной системы, построенной для сбора информации и управления исполнительными устройствами с областью покрытия от нескольких метров до десятка километров. Такие сети представляют большой интерес для учёных по всему миру. Проведено много исследований по некоторым важным особенностям работы беспроводных сенсорных сетей, таким как: сохранение энергии и позиционирование узлов, кластеризация сети, составление модели сбора информации. В то же время остается актуальным вопрос разработки алгоритмов управления информационным потоком внутри сети, а также проведение оптимизации такого потока. Загруженность узлов информационными потоками является основным фактором при повышении качества обслуживания

(QoS) информационных потоков. Ведь при условии значительного значения интенсивности информационных потоков все остальные критерии оптимизации могут быть не важны. Следует также отметить, что области применения БСС постоянно увеличиваются и расширяются, создавая цифровую картину мира. При этом трафик внутри сети уже принимает стохастический характер и имеет признаки самоподобия.

2. Анализ литературных данных и постановка проблемы

Решением задачи повышения качества обслуживания в БСС занималась научная школа под руководством Л. С. Воскова [1]. В работе [1] рассматриваются основные проблемы при проектировании БСС, к таким относятся: нехватка энергетических ресурсов, низкая пропускная способность и ограниченная вычислительная мощность узлов. Также М. М. Комаров