

— наведено приклад параметричного синтезу алгоритмів розпізнавання.

Література: 1. *Гуров С.И.* Оценка надёжности классифицирующих алгоритмов. М.: Издательский отдел ф-та ВМиК МГУ, 2002. 45 с. 2. *Закс Л.* Статистическое оценивание: Пер. с нем. под ред. Ю.П. Адлера, В.Г. Горского. М.: Статистика, 1976. 3. *Капустій Б.О., Русин Б.П., Таянов В.А.* Розподіл середньоквадратичних відстаней між об'єктами в просторі R^2 // Відбір і обробка інформації. 2003, Вип. 19(95). С.110-114. 4. *Капустій Б.О., Русин Б.П., Таянов В.А.* Новый подход к определению вероятности правильного распознавания объектов множеств // УСиМ. 2005, № 1. С. 74-87. 5. *Капустій Б.О., Русин Б.П., Таянов В.А.* Критерії оптимізації набору спектральних складових перетворення Карунена-Лоєва при розрахунку диференціальної ймовірності правильного розпізнавання // Радиоелектроника и информатика. 2004. № 3. С. 118-121. 6. *Капустій Б.О., Русин Б.П., Таянов В.А.* Особливості застосування моделей функції відношення правдоподібностей до задач розпізнавання // Моделювання та інформаційні технології. 2004. Вип. 26. С. 49-55. 7. *Капустій О.В., Русин Б.П., Таянов В.А.* Критерій оцінки якості розпізнавання системою підтримки прийняття рішення // Електроника и связь. 2002. №15. С. 89-93. 8. *Middleton D.* The

statistical theory of signal detection // Trans. IRE. 1954. **PGIT-3**, №26. P. 26-51. 9. *Todd K. Moon, Wynn C. Stirling* Mathematical methods and algorithms for signal processing. N.J.: Prentice-Hall, Inc., 2000. 937 p. 10. *Wald A.* *Sequential Analysis*. New York.: Wiley, 1947.

Поступила в редколлегию 13.07.2005

Рецензент: д-р техн. наук., проф. Зеленський О.О.

Капустій Борис Омелянвич, канд. техн. наук, доцент кафедри теоретичної радіотехніки та радіовимірювань ІТРЕ НУ “Львівська політехніка”. Наукові інтереси: розпізнавання зображень та мовних сигналів. Адреса: Україна, 79013, Львів, вул. С. Бандери, 12, тел. 39-81-56.

Русин Богдан Павлович, д-р техн. наук, професор, зав. відділом методів та систем аналізу, обробки та ідентифікації зображень ФМІ НАН України ім. Г.В. Карпенка. Наукові інтереси: аналіз, обробка та розпізнавання зображень. Адреса: Україна, 79601, Львів, вул. Наукова, 5а, тел. 63-41-09, e-mail: rusyn@ipm.lviv.ua

Таянов Віталій Анатолійович, аспірант ФМІ НАН України ім. Г.В. Карпенка. Наукові інтереси: розпізнавання образів. Адреса: Україна, 79601, Львів, вул. Наукова, 5а, тел. 65-45-30, e-mail: dep32@ipm.lviv.ua.

УДК 621.396: 510.62

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА РАДИОЛОКАЦИОННОГО ОБНАРУЖЕНИЯ МАЛОЗАМЕТНЫХ ВОЗДУШНЫХ ОБЪЕКТОВ

ЖИРНОВ В.В., СОЛОНСКАЯ С.В.

Предлагается интеллектуальная адаптивная система радиолокационного обнаружения малозаметных воздушных объектов на фоне мешающих отражений от приземной среды, основанная на совмещении сигнального (энергетического) и логического (интеллектуального) спектрального анализа с адаптацией параметров обнаружения к статистике и к спектральной картине помех в окрестности анализируемой ячейки разрешения.

1. Введение

Одной из основных причин низкой эффективности известных систем радиолокационного обнаружения малозаметных целей (МЗЦ) на фоне дискретных мешающих отражений (ДМО) типа «ангел-эхо» является малая величина отношения сигнал/помеха [1]. В этом случае, чтобы исключить перегрузку системы автоматического съема и обработки информации, вынужденно устанавливается высокий порог обнаружения. Тем самым резко снижается вероятность обнаружения подвижных объектов и увеличивается вероятность их пропуска системами автоматического обнаружения и слежения. В этой связи предлагается использовать при обнаружении не только энергетический признак превышения порога, но и логическую информацию распознавания обстановки, анализируя спектральную картину каждого элемента обработки.

2. Цель и постановка задачи

Цель — разработка интеллектуальной адаптивной системы обнаружения малоразмерных воздушных объектов на фоне мешающих отражений от приземной среды, основанная на совмещении сигнального (энергетического) и логического (интеллектуального) спектрального анализа с адаптацией параметров обнаружения к статистике и к типу спектра помех в окрестности анализируемого элемента обработки.

Задача автоматической классификации и распознавания радиолокационных спектральных изображений отметок помех и воздушных объектов базируется на логических зависимостях, подобных логике человека-оператора, и классическими системами не решается. В ходе исследований ставилась задача описания функций интеллектуальной системы (ИС) по обработке радиолокационной информации, в частности, по распознаванию спектральных изображений отметок, формирования некоторого вектора предикатов A_1, A_2, \dots, A_r с учетом адаптивного порога в спектральных каналах. Векторы предикатов должны быть записаны в виде логических уравнений, связывающих предикатные переменные X_1, X_2, \dots, X_r . При этом внутренняя структура найденных предикатов характеризует те или иные детали механизма интеллектуальной системы (человека-оператора).

3. Предикатное представление спектрального изображения с учетом адаптивного порога

Принцип действия интеллектуальной системы (ИС) адаптивного обнаружения основывается на совмещении энергетического и спектрального анализа с адаптацией параметров системы к статистике и к

Анализ записей спектров сигналов от неоднородностей атмосферы типа «ангел - эхо» позволил для α_1 установить следующую эмпирическую зависимость:

$$\alpha_1 = 0,045 (F_r/\Delta f_c) + 1,7. \quad (3)$$

Предикатные функции в анализаторе спектральной картины (рис.2) вырабатывают двоичную информацию о ширине спектра ДМО Δf_c , на основании которой согласно (3) определяется α_1 .

Статистика помех, проходящих по частотным каналам, которые относятся к пику их усредненного спектра, главным образом, определяется статистикой огибающей пачки мешающих отражений от неоднородностей в приземной среде. Вне пика усредненного спектра статистика помех, в основном, определяется статистикой шумов приемника.

Статистика огибающей сигналов на выходах частотных каналов ДПФ в пределах пика усредненного спектра помех аналогична статистике суммарной величины пачки сигналов U_Σ , которая, например, описывается гамма – распределением [1].

В результате оценка порога обнаружения V_i , адаптируется не только к оценкам числовых характеристик помех V_0 и σ_v в скользящем окне, но и к различному характеру статистики мешающих отражений от неоднородностей атмосферы в приземной среде и шумов приемника.

Полученная оценка порога обнаружения используется как опорный вход для преобразования аналоговых входных величин в предикатные функции выходных величин каналов адаптивного обнаружителя. На сигнальный вход этих преобразователей предикатных функций поступают сигналы спектральных каналов анализируемой ячейки дальности.

4. Обнаружение МЗЦ на основе решения предикатных уравнений анализа спектральных изображений

В результате решения предикатных уравнений сравнения полученных функций с эталонными, сформированными на основании априорных и оперативных данных о пороговых величинах формируется двоичная информация о предварительном обнаружении сигнала цели.

При этом для обеспечения высокого уровня вероятности обнаружения и сопровождения МЗЦ, спектр которых попадает в область пика спектра мешающих отражений, величину α_2 приходится устанавливать на уровне, соответствующем вероятности ложной тревоги $F=10^{-2}-10^{-3}$. Снижение вероятности ложной тревоги в этих случаях достигается за счет дополнительного анализа спектральной картины предварительных обнаружений сигналов в частотных каналах.

Известно, что в сантиметровом диапазоне радиоволн ширина спектра мешающих отражений от неоднородностей атмосферы в приземной среде существенно больше спектров сигналов целей [2, 3]. Поэтому ложное обнаружение сигналов от целей, возникающее на предварительном этапе из-за ДМО, характеризуется обнаружением сразу в нескольких частотных каналах и, в основном, в тех каналах, которые находятся внутри пика усредненного помехового спектра. Предварительное обнаружение сигналов от МЗЦ, напротив, будет происходить либо в одном, либо в двух, либо – в одном – двух каналах, разнесенных на незначительное количество частотных каналов (13). Исходя из этого, все возможные формы “мгновенных” спектров были разбиты на четыре ситуации (типа) $S_j, j = 1, 4$, имеющие различную степень “правдоподобности”:

1-я ситуация – предварительное обнаружение произошло лишь в одном частотном канале;

2-я ситуация – предварительное обнаружение произошло сразу в нескольких частотных каналах, находящихся внутри пика усредненного помехового спектра, и лишь в одном канале вне этого пика;

3-я ситуация – предварительное обнаружение произошло сразу в двух смежных каналах;

4-я ситуация – предварительное обнаружение произошло сразу в нескольких частотных каналах, находящихся внутри пика усредненного помехового спектра, а также в двух смежных каналах вне этого пика.

Первая ситуация возникает при энергетическом преимуществе сигналов от воздушных целей и отсутствии ДМО в анализируемой ячейке. Вторая ситуация соответствует смеси ДМО и сигнала от цели, сдвинутого по доплеровскому смещению за пределы пика усредненного помехового спектра. Третья ситуация сходна с первой за исключением того, что сигнал от цели «попадает» по доплеровскому смещению спектра на границу двух смежных частотных каналов. Четвертая ситуация является объединением второй и третьей ситуаций.

Каждой ситуации (спектральному типу) S_j соответствует определенная комбинация нулей и единиц в $A(x)$. Для идентификации спектральных типов вводится система предикатных признаков, чувствительная к количеству и разрывности нулей и единиц в $A(x)$. Сначала $A(x)$ преобразуется в иной вид предиката – $F(y)$, 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 используется как арифметическая сумма $\Phi = \sum f_i$, так и ее логический аналог – предикат $F(y)$. Далее вводятся признаки L_i [4], позволяющие отличать

спектральные картины по числу групп единиц и нулей между ними в $A(x)$. Для определения количества отстоящих друг от друга групп сомкнутых единиц вводится признак L_1^j , верхний индекс которого указывает на наличие в предикате $A(x)$ спектральной картины j групп сомкнутых единиц (спектральных пиков) и определяется следующим образом: если $\Phi \geq 2$, то $j = \Phi / 2$, иначе $j = 0$. Вводится признак $L_2^{l_i}$, верхний индекс которого l_i указывает на количество нулей между группами единиц в $A(x)$. Значения признака $L_2^{l_i}$ при $l_i \leq 3$ классифицируют принятый сигнал как МЗЦ, а при $l_i > 3$ – как ДМО. Чтобы отличать спектральные картины по энергетике принятого сигнала, вводится признак $L_3^{s_i}$, верхний индекс которого указывает на количество единиц в $A(x)$ и определяется простым суммированием.

Алгоритм идентификации типов спектральных картин радиолокационной обстановки в общем виде описывается следующими уравнениями:

$$S_j = (L_1^0 \vee L_1^1 \vee \dots \vee L_1^j) \wedge (L_2^0 \vee L_2^1 \vee \dots \vee L_2^{l_j}) \wedge (L_3^1 \vee L_3^2 \vee \dots \vee L_3^{s_j}) \quad (4)$$

Функциональная схема алгоритма обнаружения МЗЦ на основе решения предикатных уравнений анализа спектральных изображений приведена на рис. 3.

5. Заключение

Эффективность адаптивного обнаружителя была проверена на основе записей реальных сигналов РЛС сантиметрового диапазона. Обработка осуществлялась при следующих параметрах: размер скользящего

окошка $I = 10, \alpha_1 = 1,8, \alpha_2 = 10$ и $\alpha_3 = 4$. В качестве МЗЦ использовался спортивный самолет (Ан-12) с ЭПР около 1 м^2 . Был обнаружен эхосигнал цели на фоне ДМО, когда их спектры перекрывались. Это свойство выгодно отличает ИС адаптивного спектрального обнаружителя от различных систем подавления путем компенсации, бланкирования мешающих отражений подобного типа.

Научная новизна работы заключается в том, что впервые в системах радиолокационного распознавания используются математические средства алгебры предикатов для комбинированного сигнального и логического анализа изображений спектральной картины предварительного обнаружения.

Практическая значимость адаптивной системы обнаружения основывается на результатах экспериментальных исследований и определяется снижением уровня ложной тревоги на один - два порядка и увеличением вероятности правильного обнаружения малозаметных целей на фоне ДМО. Вместе с тем функциональная схема рассмотренного обнаружителя не содержит сложных цифровых и логических операций, что обеспечивает относительную простоту ее реализации в РЛС малой и средней дальности, а также в перспективных РЛС с цифровым спектральным анализом сигналов.

Литература: 1. *Жирнов В.В., Лебедев О.Г.* Радиолокационные мешающие отражения от неоднородностей приземной окружающей среды. Экспериментальные характеристики и статистическая модель // Радиотехника. Харьков. 2001. Вып. 121. С. 69-73. 2. *Жирнов В.В., Духов А.И.* Возможные причины и источники радиолокационных мешающих отражений типа «ангел-эхо» / / Радиотехника. 1997. Вып. 104. С. 102-111. 3. *Шабанов-Кушнарченко Ю.П.* Теория интеллекта. Математичес-

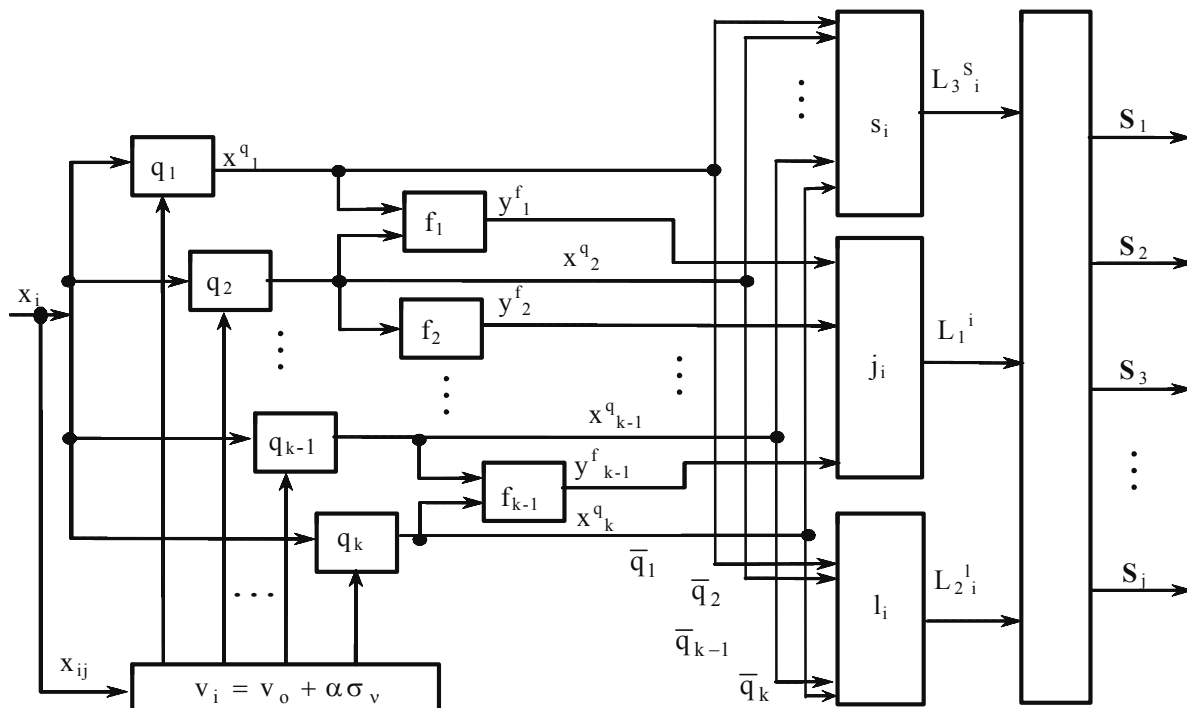


Рис. 3. Функциональная схема алгоритма обнаружения МЗЦ на основе решения предикатных уравнений анализа спектральных изображений

кие средства. Х.: Вища шк. Изд-во при Харьк. ун-те, 1984. 144 с. 4. Солонская С.В. Возможности использования алгебры предикатов для классификации воздушных объектов по радиолокационному спектральному изображению // Радиотехника. 2004. Вып. 139. С.73-76.

Поступила в редколлегию 28.06.05

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Шабанов-Кушнаренко С.Ю.

Жирнов Владимир Витальевич, канд. техн. наук, вед. научн. сотрудник НИЦ КВ КП ХНУРЭ. Научные

интересы: обработка радиолокационной информации, распознавание амплитудных и спектральных радиолокационных изображений. Адрес: Украина, 61166, Харьков, пр. Ленина, 14, тел.: (057)702-14-72, e-mail: vzh@kture.kharkov.ua.

Солонская Светлана Владимировна, инженер НИЦ КВ КП ХНУРЭ. Научные интересы: системы обработки и распознавания изображений, теория информации. Адрес: Украина, 61166, Харьков, пр. Ленина, 14, тел.: (057)702-14-72, e-mail: svsol@kture.kharkov.ua.

УДК 330.45:330.47

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ДОСТУПА К БАЗАМ ДАННЫХ В МНОГОПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

КОБЫЛИН А.М., МАРКОВА Е.Ю.

Рассматриваются универсальный механизм доступа к данным Microsoft ADO и полезные для приложений расширения библиотеки ADO, а именно: ADO Extension for DDL and Security (ADOX) Jet and Replication Objects (JRO) и ADO Multidimensional (ADO MD)), малоопи- санные в литературе.

1. Постановка проблемы

Универсальный механизм доступа к данным (Universal Data Access) предполагает высокопроизводительный доступ к различным источникам информации, включая реляционные и нереляционные типы данных, в том числе к данным, хранящимся на мэйн-фреймах, данным электронной почты и файловой системы, текстовым, графическим и другим типам данных. На современном этапе деятельности предприятий различных форм собственности возникает потребность в использовании достаточно большого числа источников разнообразных форматов данных. Учитывая перспективы развития предприятий, могут появляться новые форматы данных и способы их хранения. Поэтому разумным требованием к механизму доступа к данным является возможность поддержки не только существующих форматов источников данных, но и форматов данных, которые будут созданы в будущем. Удовлетворить указанным требованиям возможно на основе разработки механизма доступа, основывающегося на единой модели доступа к данным. В настоящее время фирмой Microsoft разработан универсальный механизм доступа к данным, который поддерживает все наиболее популярные настольные и серверные СУБД. Составной частью архитектуры предлагаемого механизма является технология Microsoft ADO (ActiveX Data Objects). ADO широко применяется не только в средствах разработки фирм Microsoft и Borland, но и в таких программных продуктах как Microsoft Office, Microsoft Inter Explorer, ASP - приложениях

и др. ADO также является и частью ядра широко применяемых операционных систем семейства Windows 2000.

Несмотря на это технология ADO и расширения библиотеки ADO недостаточно освещены в литературе.

Цель исследования – рассмотреть универсальный механизм доступа к данным Microsoft ADO и полезные для приложений расширения библиотеки ADO, которые позволяют существенно сократить время и ресурсы компьютера для доступа к данным, и решение следующей задачи: ADO Extension for DDL and Security (ADOX) Jet and Replication Objects (JRO) и ADO Multidimensional (ADO MD)).

2. Основной материал

Архитектура универсального механизма доступа к данным может быть представлена в виде, изображенном на рис. 1.

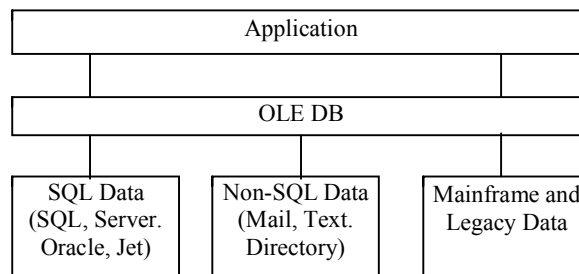


Рис. 1. Архитектура UDA ADO

Основными компонентами такой архитектуры являются: ActiveX Data Objects (ADO), OLE DB и Open Database Connectivity (ODBC).

Элемент архитектуры ADO представляет собой программный интерфейс для доступа к данным из различных приложений. С точки зрения программирования ADO и его расширения являются упрощенным высокоуровневым объектно-ориентированным интерфейсом для OLE DB. ADO позволяет манипулировать данными с помощью любых OLE DB-провайдеров, как входящих в состав Microsoft Data Access Components и некоторых других продуктов Microsoft, так и произведенных сторонними производителями. ADO содержит набор объектов, используемых для соединения с источником данных, для чтения, добавления, удаления и модифи-