

МОДЕЛЬ ЧЕЛОВЕКА-ОПЕРАТОРА В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ РАДИОЛОКАЦИОННОГО РАСПОЗНАВАНИЯ

Жирнов В.В., Солонская С.В.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
61166, г. Харьков, пр. Ленина, 14, НИЦ КВКП, тел. (057) 702-14-72
vzh@kture.kharkov.ua, svsol@kture.kharkov.ua

In contrast to known radar information processing systems is offered to take into account specific opportunities of intellectual adaptive behavioural algorithms of the human-operator for automatic recognition of air conditions. The human-operator activity is presented as transformation of output radar information in the form of images on indicator screen or system monitor to output formalized information as some predicate vector. As a result, predicate definition attributes of radar mark types on mobility, on power and on belonging to the different mark groups (meteorological objects, clutters) are formed.

Введение. В классических системах обработки радиолокационной информации недостатком является низкая автоматизация процессов обработки данных, в том числе в системах радиолокационного обнаружения и распознавания воздушных объектов по ряду различительных признаков. Решение этой проблемы является важным в случаях, когда объекты и отношения области исследования связаны сложными логическими зависимостями. В таких случаях необходимо построение математических моделей, благодаря которым возможен эффективный вывод, соответствующий запросам пользователя.

Предлагается использовать интеллектуальные алгоритмы и технологии на основе алгебры предикатов (АП) для выделения полезной информации на фоне мешающей информации, образованной отражениями от неоднородностей приземной окружающей среды.

Цель и постановка задачи. Необходимо совершенствовать процедуру автоматической обработки радиолокационной информации, исследуя логику человека-оператора (специалиста по радиолокации), основанную на знаниях и опыте. Характерным для такой логики является последовательное вовлечение в анализ ситуации всевозможных различительных признаков между отражениями от объектов и мешающими отражателями. Задача обнаружения отметок эхо-сигналов в данном случае трансформируется в задачу признаковой классификации и распознавания в каждой ячейке разрешения. [1, 2].

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, формированием некоторого вектора предикатов с учетом адаптивного порога в спектральных каналах. Векторы предикатов должны быть записаны в виде логических уравнений, связывающих предикатные переменные. При этом внутренняя структура найденных предикатов характеризует те или иные детали механизма интеллектуальной системы (человека-оператора) [2, 3].

Суть модели человека-оператора в интеллектуальных системах радиолокационного обнаружения и распознавания воздушной обстановки. Описание действий человека-оператора сводится к математическому описанию процессов восприятия и переработки входной радиолокационной информации в виде изображений на экране индикатора или монитора ЭВМ в выходную формализованную информацию в виде некоторого вектора предикатов для определения типов радиолокационных (РЛ) отметок (метеобъекты, летательные аппараты и т.д.). В ходе этого процесса формируются предикатные признаки по подвижности изображений отметок (составляющих спектральной картины), по их величине (мощности) и по расположению. Например, при многообзорной обработке в качестве признаков может использоваться: признак повтора РЛ отметки в обзорах в исследуемой области.

дуемом элементе L_{Rij} (i, j - номера дискрет по дальности и азимуту); признак повтора отметки в соседних элементах L_{Sij} и признак ухода отметки из соседних элементов L_{Oij} .

Принимая во внимание особенности изображений радиолокационной обстановки для разных групп отметок, составляются предикатные уравнения возможных типов картин S_j , в результате решения которых определяются типы картин воздушной обстановки.

Последовательность действий человека-оператора можно идентифицировать прямо и косвенно. При прямой идентификации действий оператора рассматриваем, что для определенного действия f оператора поступают сигналы x (виды отметок), выбираемые из некоторого множества A отметок с экрана индикатора, и регистрируются ответные сигналы y . Всевозможные ответные сигналы деятельности оператора f образуют множество B .

Таким образом, необходимо математически описать функцию $f(x) = y$, отображающую множество A на множество B и характеризующую процесс деятельности (поведение) оператора. Функция f называется характеристической функцией деятельности оператора или процесса отнесения отметок к определенному типу.

Вместе с тем при создании интеллектуальных систем обработки радиолокационной информации представляют интерес не только действия оператора, основанные на опыте и знаниях, но и скрытые субъективные состояния, которые явились причиной того или иного поведения. Для изучения и описания внутренних состояний используется метод косвенной идентификации, при котором входной или выходной сигналы недоступны для непосредственного физического наблюдения, но их также необходимо формализовать.

Пусть P_1, P_2, \dots, P_n – идентифицируемые воздушные объекты, реализующие системе предикатов

$$\begin{aligned} P_1(x_{11}, x_{12}, \dots, x_{1m_1}) \\ P_2(x_{21}, x_{22}, \dots, x_{2m_2}) \\ \vdots \\ P_n(x_{n1}, x_{n2}, \dots, x_{nm_n}) \end{aligned} \quad (1)$$

Здесь n – число воздушных объектов, m_1, m_2, \dots, m_n – размерности предикатов.

У различных предикатов переменные x (признаки распознавания спектральных картин радиолокационной обстановки) могут быть разными, равно как и их число. Поэтому в общей постановке задачи идентификации x_{ij} – аргументы предикатов, где $i = \overline{1, n}$; $j = \overline{1, m_i}$.

Из экспериментального изучения вида (типа) спектральных (амплитудных) картин РЛ объектов P_1, P_2, \dots, P_n выводятся их характеристические свойства, выражаемые системой логических уравнений:

$$\begin{cases} \tilde{f}_1(P_1, P_2, \dots, P_n) = 1; \\ \tilde{f}_2(P_1, P_2, \dots, P_n) = 1; \\ \vdots \\ \tilde{f}_r(P_1, P_2, \dots, P_n) = 1; \end{cases} \quad (2)$$

где r – число уравнений; $\tilde{f}_1, \tilde{f}_2, \dots, \tilde{f}_r$ – предикаты от предикатов.

Уравнения (2) связывают неизвестные предикаты, которые определяются логическими условиями и совокупностью истинных высказываний об объектах P_1, P_2, \dots, P_n (теорией T этих объектов).

При этом действия человека-оператора формально рассматривают как систему $\{P_1, P_2, \dots, P_n\}$ взаимосвязанных идентифицируемых радиолокационных объектов P_1, P_2, \dots, P_n , каждый из которых характеризует один из механизмов интеллекта.

Полученный набор конкретных (индивидуальных фиксированных) предикатов $(P_1^*, P_2^*, \dots, P_n^*)$, удовлетворяющий аксиомам теории T , называется моделью человека-оператора РЛС обзора пространства.

Вывод. Предлагаемая модель человека-оператора была использована в интеллектуальной системе обнаружения и распознавания радиолокационного спектрального изображения воздушных объектов на фоне дискретных мешающих отражений типа «ангел-эхо» (АО). Эффективность этой системы была проверена на основе записей реальных сигналов РЛС сантиметрового диапазону. Были обнаружены и распознаны отметки воздушных объектов на фоне АО, когда их спектры перекрывались. Это свойство выгодно отличает интеллектуальную систему обнаружения и распознавания от различных систем подавления путем компенсации, бланкирования мешающих отражений подобного типа. Как показывают результаты эксперимента, предложенный комбинированный цифровой и логический анализ радиолокационного спектрального изображения позволяет существенно повысить вероятность правильного обнаружения и идентификации воздушных объектов, в том числе малозаметных, на фоне интенсивных мешающих отражений.

Литература

1. Дохов А.И., Жирнов В.В. Совершенствование процедур обработки сигналов и информации при радиолокационном обнаружении и сопровождении малозаметных объектов // Радиотехника: Всеукр. науч.-техн. сб. 2000. Вып. 113. С. 21-28.

2. Шабанов-Кушнарченко Ю.П. Теория интеллекта. Математические средства. Х.: Вища шк. Изд-во при Харьк. ун-те, 1984. 144 с.

3. Тейз А., Грибомон П. и др. Логический подход к искусственному интеллекту: от классической логики к логическому программированию. М.: Мир, 1990. 432с.