

УДК 004.825

В.В. Ковкін

Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

РОЗПІЗНАВАННЯ ПОВІТРЯНИХ ОБ'ЄКТІВ В СИСТЕМАХ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

Стаття присвячена проблемі розпізнавання повітряних об'єктів в системах підтримки прийняття рішень. Розглянуті ознаки повітряних об'єктів в системі радіолокаційної розвідки, які можуть бути використані для їх розпізнавання. Запропонований перелік ознак розпізнавання для реалізації методу симетричних сум в системах підтримки прийняття рішень. Отримана оцінка імовірності правильного розпізнавання на прикладі тестової вибірки свідчить про доцільність реалізації запропонованих підходів в системах підтримки прийняття рішень.

Ключові слова: розпізнавання повітряних об'єктів, метод симетричних сум.

Вступ

Постановка проблеми та аналіз літератури.

Одною з основних операцій радіолокаційної розвідки повітряного противника є розпізнавання повітряних об'єктів (ПО), тобто встановлення належності ПО до певного класу (або до певного типу всередині класу) [1]. Без своєчасного та правильного розпізнавання ПО неможливо правильно оцінити повітряну обстановку та прийняти адекватні рішення. В даний час актуальною науково-технічною задачею є створення систем підтримки прийняття рішень для оцінки повітряної обстановки [2].

Одним із можливих шляхів розпізнавання ПО в системах радіолокаційної розвідки є використання їх радіолокаційних портретів [3, 4]. Однак існуючий парк засобів радіолокації не забезпечує отримання радіолокаційних портретів ПО. Крім того, результати розпізнавання суттєво залежать від ракурсу цілі та повна помилка розпізнавання перевищує 40 % [4]. Таким чином, розпізнавання ПО в системі радіолокаційної розвідки з використанням їх радіолокаційних портретів є на цей час проблематичним.

Між тим, на даний час в системі радіолокаційної розвідки визначаються параметри траєкторії ПО (місцеположення та параметри руху) на кожен цикл огляду повітряного простору та в деяких випадках може бути оцінена ефективна поверхня розсіювання ПО (за даними РЛС з «аналоговим виходом»). В роботі [5] запропонований метод симетричних сум для визначення типу ПО на основі мережної моделі знань, який для тестової вибірки забезпечив імовірність правильного розпізнавання 64 %. Тому актуальною проблемою є підвищення імовірності правильного розпізнавання ПО в системах підтримки прийняття рішень на основі інформації, яка може бути отримана з використанням існуючого парку засобів радіолокації.

Мета статті – вибір класифікаційних ознак ПО та методів їх обробки для автоматизації процесу

розпізнавання ПО в системах підтримки прийняття рішень.

Виклад основного матеріалу

В роботі [5] для розпізнавання ПО використані наступні ознаки: висота та швидкість польоту, ефективна поверхня розсіювання (ЕПР), інтенсивність маневру та інтенсивність постановки перешкод. Оскільки діапазони значень цих ознак для більшості типів ПО перекриваються, ефективність їх розпізнавання виявляється недостатньою. Шляхом підвищення імовірності правильного розпізнавання ПО є залучення додаткової інформації про них для аналізу.

Пропонується використовувати в якості ознаки розпізнавання ПО інтенсивність маневру по висоті. Висота польоту ПО є одною з основних його характеристик як об'єкта радіолокації і підлягає обов'язковому вимірюванню в процесі радіолокаційного супроводження. Отже, інтенсивність маневру по висоті ПО може бути визначена алгоритмічними засобами на пунктах обробки радіолокаційної інформації або безпосередньо на РЛС.

Метод симетричних сум дозволяє обробляти неповну, неточну та різномірну інформацію про ПО, а саме така інформація, в основному, обробляється в системі радіолокаційної розвідки. Для використання методу симетричних сум [5] всі кількісні ознаки формалізуються за допомогою нечіткого LR-інтервалу (рис. 1), а якісні ознаки – за допомогою функції можливості з областю визначення [0,1].

Формалізовані якісні та кількісні ознаки поєднуються за допомогою асоціативною симетричної суми, яка розраховується за формулою 1 для кожного типу ПО. Рішення про тип ПО приймається за максимальним значенням симетричної суми:

$$\sigma(A_1, A_2, \dots, A_m) = \frac{A_1 + A_2 + \dots + A_m - A_1 \cdot A_2 \cdot \dots \cdot A_m}{1 + A_1 + A_2 + \dots + A_m - 2 \cdot A_1 \cdot A_2 \cdot \dots \cdot A_m} \quad (1)$$

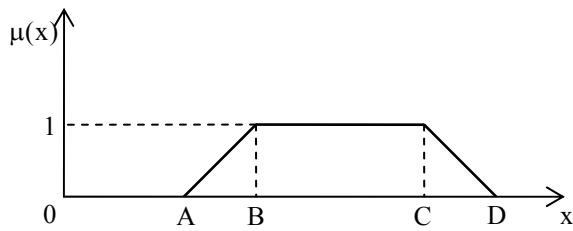


Рис. 1. Графічна ілюстрація LR-інтервалу

Розподілення значень кількісних і якісних ознак ПО наведено в табл. 1 для таких типів ПО: бомбардувальник (Б), винищувач (В), повітряний командний пункт (ПКП), крилата ракета (КР), по-

становник активних перешкод (ПАП). Якісні ознаки ПО задані трьома ступенями: високий (в), середній (с), низький (н).

Тестова вибірка ПО, яка використовувалась в роботі [5], та результати розпізнавання ПО наведені в табл. 2.

Оскільки в сучасних системах обробки радіолокаційної інформації про ПО найбільш проблемною для використання ознакою є величина ЕПР (на даний час може бути лише якісно оцінена операторами РЛС з «аналоговим виходом»), розпізнавання проводилося для двох випадків: за усіма ознаками та без урахування величини ЕПР ПО.

Таблиця 1

Розподілення значень ознак повітряних об'єктів

Тип ПО	Швидкість, км/год				Висота, м				ЕПР, м ²				Інтенсивність перешкод			Інтенсивність маневру в площинних корд.			Інтенсивність маневру по висоті		
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	в	с	н	в	с	н	в	с	н
Б	800	1000	1500	2000	500	5000	15000	20000	4	6	9	13	0	0,4	1	0	0,4	1	0,1	0,5	0,3
В	500	1500	2500	3000	200	1000	8000	15000	0,5	0,55	1	2	0	0,4	0,7	1	0,6	0,1	0,8	0,5	0,1
ПКП	700	800	900	1000	3000	8000	9000	15500	6	8,5	9	10	0,3	0,5	0,9	0	0,5	1	0	0,1	0,9
КР	500	600	700	900	50	600	800	950	0,1	0,11	0,15	2	0	0,4	1	1	0,8	0	0	0,2	0,8
ПАП	600	700	800	950	100	3000	800	12000	1	1,5	2	2,5	1	0,7	0,1	0,9	0,5	0,1	0,1	0,2	1

Таблиця 2

Тестова вибірка та результати розпізнавання повітряних об'єктів

№	Реальний тип ПО	Швидкість, км/год	Висота, м	ЕПР, м ²	Інтенсивність перешкод	Інтенсивність маневру в площин. корд	Інтенсивність маневру по висоті	Результат розпізнавання за усіма ознаками	Результат розпізнавання без використ. ЕПР
1	Б	1000	5000	8	н	н	с	Б	Б
2		1600	15000	9	н	с	с	Б	Б
3		1200	10000	7	с	с	н	Б	Б
4		960	1000	12	н	н	с	Б	Б
5		1800	2000	5	н	с	н	В	В
6	ПКП	700	5000	8	с	н	н	ПКП	ПАП
7		800	13500	9	н	н	н	ПКП	Б
8		1000	2000	5	с	н	н	Б	Б
9	В	700	900	0,5	с	с	в	КР	В
10		2300	10000	1,5	н	в	с	В	В
11		3000	15000	2	н	в	в	В	В
12	КР	500	60	0,05	н	в	н	КР	КР
13		800	500	0,15	н	в	с	КР	КР
14		900	900	0,25	н	в	н	КР	КР
15	ПАП	700	900	0,5	в	с	н	ПАП	ПАП
16		1100	3000	0,7	в	с	с	ПАП	ПАП
17		1500	5000	1	в	в	н	В	ПАП
18		2300	10000	1,5	в	в	н	ПАП	ПАП
19		3000	15000	2	в	в	н	ПАП	ПАП
Імовірність правильного розпізнавання								79%	79%

Як видно з табл. 2, імовірність правильного розпізнавання для обох випадків становить 79%, хоча для кожного типу ПО імовірність правильного розпізнавання в кожному випадку є різною. Тобто, інтенсивність маневру по висоті ПО є інформативною ознакою для розпізнавання типу ПО в системах підтримки рішень військового призначення. Використання інтенсивності маневру по висоті ПО як ознаки розпізнавання дозволяє покращити імовірність правильного розпізнавання на 15 % для тестової вибірки використання величини ЕПР ПО для їх розпізнавання не є очевидною: урахування її величини в деяких випадках дозволяє підвищити імовірність правильного розпізнавання деяких типів ПО, але може зменшити імовірність правильного розпізнавання для інших типів ПО. Тому загальна імовірність правильного розпізнавання для тестової вибірки від значення ЕПР ПО практично не залежить. Слід зазначити що використані значення ЕПР для розпізнавання ПО в тестовій вибірці є дуже близькими і на практиці з такою точністю отримані бути не можуть.

Висновки

1. Для розпізнавання ПО в системах підтримки рішень доцільно використовувати такі ознаки: швидкість та висота польоту, інтенсивність маневру по площинним координатам, інтенсивність маневру по висоті, інтенсивність постановки перешкод. Дані ознаки можуть бути отримані автоматично в системі радіолокаційної розвідки за даним оглядових РЛС існуючого парку. Інтенсивність постановки перешкод ПО може бути визначена триангуляційним методом за даними пеленгаційних каналів РЛС.

2. Величина ЕПР не є надійною ознакою для автоматизованого розпізнавання ПО, не може бути отримана за даними існуючих оглядових РЛС з потрібною точністю і може бути використана як додаткова ознака.

3. В якості математичного апарату для розпізнавання ПО доцільно використовувати метод симетричних сум, який дозволяє отримувати логічно обґрунтовані рішення по неточним та різномірним даним про ПО. Імовірність правильного розпізнавання для тестової вибірки склала 79%, що свідчить про можливість практичного використання даного методу для розпізнавання ПО.

4. Розподілення значень ознак ПО в системі підтримки рішень повинно редагуватись відповідно до конкретних умов застосування, виходячи зі складу засобів повітряного нападу противника та способів їх бойового застосування, для забезпечення максимальної імовірності правильного розпізнавання.

Список літератури

1. Тактика радіотехнічних військ: Навчальний посібник / За ред. Б.В. Бакуменка. – Х.: ХУ ПС, 2007. – 228 с.
2. Клімов С.Б. Метод формалізації знань про процес оцінки дій повітряного противника / С.Б. Клімов, С.А. Войтович, Я.Ю. Стасєва. // Системи озброєння і військова техніка. – № 3 (11). – С. 97-101.
3. Методы радиолокационного распознавания и их моделирование / Я.Д. Ширман, С.А. Горшков, С.П. Леценко, Г.Д. Братченко, В.М. Орленко // Зарубежная радиоэлектроника: успехи современной радиоэлектроники. – 1996. – № 11. – С. 3-63.
4. Братченко Г.Д. Математичне моделювання розпізнавання повітряних цілей по радіолокаційних портретах на бічних ракурсах / Г.Д. Братченко, О.О. Бондаренко // Збірник наукових праць ХУ ПС. – Х., 2007. – Вип. 2 (14). – С. 49-51.
5. Метод визначення типу повітряного об'єкту / М.І. Володін, Е.Ю. Перишина, В.О. Капранов, Б.М. Шмоняк // Системи обробки інформації: зб. наук. пр. – Х.: ХУ ПС, 2007. – Вип. 1 (59). – С. 24-28.

Надійшла до редколегії 15.01.2009

Рецензент: д-р техн. наук, доц. Р.Е. Пашенко, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

РАСПОЗНАВАНИЕ ВОЗДУШНЫХ ОБЪЕКТОВ В СИСТЕМАХ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

В.В. Ковкин

Статья посвящена проблеме распознавания воздушных объектов в системах поддержки принятия решений. Рассмотрены характеристики воздушных объектов в системе радиолокационной разведки, которые могут быть использованы для их распознавания. Предложен перечень признаков распознавания для реализации метода симметричных сум в системах поддержки принятия решений. Полученная оценка вероятности правильного распознавания на примере тестовой выборки свидетельствует о целесообразности реализации разработанных подходов в системах поддержки принятия решений.

Ключевые слова: распознавание воздушных объектов, метод симметричных сум.

RECOGNITION OF AIR OBJECTS IN THE DECISION SUPPORT SYSTEMS

V.V. Kovkin

The article is devoted the problem of recognition of air objects in the decision support systems. Descriptions of air objects for their recognition in the air surveillance system are considered. The list of signs of recognition for using the method of symmetric sums in the decision support systems is offered. The got estimation of probability of correct recognition for the example of test selection show expedience of realization of the developed approaches in decision support systems.

Keywords: recognition of air objects, method of symmetric sums.