

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«Полоцкий государственный университет»

**ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ:
ДОСТИЖЕНИЯ, ПРОБЛЕМЫ, ИННОВАЦИИ
(ИКТ-2018)**

Электронный сборник статей

I Международной научно-практической конференции,
посвященной 50-летию Полоцкого государственного университета

(Новополоцк, 14–15 июня 2018 г.)

Новополоцк
Полоцкий государственный университет
2018

Информационно-коммуникационные технологии: достижения, проблемы, инновации (ИКТ-2018) [Электронный ресурс] : электронный сборник статей I международной научно-практической конференции, посвященной 50-летию Полоцкого государственного университета, Новополоцк, 14–15 июня 2018 г. / Полоцкий государственный университет. – Новополоцк, 2018. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

Представлены результаты новейших научных исследований, в области информационно-коммуникационных и интернет-технологий, а именно: методы и технологии математического и имитационного моделирования систем; автоматизация и управление производственными процессами; программная инженерия; тестирование и верификация программ; обработка сигналов, изображений и видео; защита информации и технологии информационной безопасности; электронный маркетинг; проблемы и инновационные технологии подготовки специалистов в данной области.

Сборник включен в Государственный регистр информационного ресурса. Регистрационное свидетельство № 3201815009 от 28.03.2018.

Компьютерный дизайн М. Э. Дистанова.

Технические редакторы: Т. А. Дарьянова, О. П. Михайлова.

Компьютерная верстка Д. М. Севастьяновой.

211440, ул. Блохина, 29, г. Новополоцк, Беларусь
тел. 8 (0214) 53-21-23, e-mail: irina.psu@gmail.com

**ОБРАБОТКА РАДИОЛОКАЦИОННОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ПЛОТНЫХ ПОТОКОВ ЦЕЛЕЙ
С УЧЕТОМ МНОГОЦЕЛЕВОГО ПОДХОДА**

*канд. техн. наук С.А. ЮРАС, Я.И. НЕВЕРОВИЧ
(Военная академия Республики Беларусь, Минск)*

В условиях многоцелевой ситуации определенный интерес представляет рассмотрение процесса вторичной обработки информации радиолокационного источника обзорного типа. В зоне обнаружения такого источника наблюдается совокупность одиночных и групповых движущихся целей. Соответственно, в каждом обзоре с выхода системы первичной обработки выдается множество l истинных и ложных отметок. Каждая истинная отметка характеризуется вероятностью ее обнаружения D , измеренным значением вектора наблюдений \vec{y} , ковариационной матрицей гауссовых ошибок измерения K_y . Интенсивность потока ложных отметок обозначим ν . Требуется путем обработки результатов многократных наблюдений оценить на каждый момент времени число целей n , находящихся в зоне обнаружения, и параметры траекторий их движения $\vec{a}_1, \dots, \vec{a}_n$.

Особенностью этой задачи является практическая невозможность полного, точного и достоверного ее решения по результатам однократных наблюдений (за один обзор). Таким образом, возникает необходимость временного объединения информации, полученной за несколько обзоров.

На качество решения поставленной задачи влияют, с одной стороны, ограниченные возможности вычислительных средств, с другой – ограниченные потенциальные и реализуемые возможности по разрешению целей и точности измерений их координат. В условиях массированного налета эти факторы не позволяют во многих случаях получить достоверную оценку параметров траектории каждой элементарной цели. Целесообразно в этих случаях ориентироваться на обнаружение локальных совокупностей (групп) целей и оценку их общегрупповых параметров. В условиях априорной неопределенности относительно пространственно-временной плотности налета целей группирование будет являться, по сути, одним из способов адаптации процесса обработки информации к условиям радиолокационного наблюдения.

Для решения поставленной задачи будем использовать методы теории статистических решений. Введем статистические модели радиолокационной обстановки и потока отметок на выходе системы первичной обработки. Число n элементарных целей, находящихся в зоне обнаружения в произвольный момент времени, и значение параметров их траекторий случайны. Таким образом, поток целей есть пространственно-временной поток, для описания которого удобно использовать модель пуассоновского случайного потока движущихся точек [1, 2]. Будем характеризовать случайный поток интенсивностью $\beta(\vec{a})$, заданной в пространстве состояний. Для потока группированных точек при неизвестном числе групп $N_{гр}$ интенсивность задается соотношением

$$\beta(\vec{a}) = \beta_0(\vec{a}) + \sum_{i=1}^{N_{гр}} \beta_i(\vec{a}/\Pi_{гр}^i),$$

где $\beta_0(\vec{a})$ – постоянная интенсивность потока одиночных целей;

$\vec{I}_{\text{гд}}^i = (n^i, \vec{a}_0^i, K_p^i)$ – совокупность общегрупповых параметров, включающая среднее число целей в группе, вектор параметров движения центра группы, матрицу разброса целей в группе соответственно.

Для описания пуассоновского потока целей в зоне обнаружения Ω будем использовать систему многомерных плотностей распределения

$$\pi(n; \vec{a}_1, \dots, \vec{a}_n) = \prod_{j=1}^n \beta(\vec{a}_j) \exp \left[- \int_{\Omega} \beta(\vec{a}) d\vec{a} \right], \quad n = 0, 1, \dots$$

Для описания движения каждой элементарной цели будем использовать гауссово-марковскую модель, задаваемую переходной плотностью распределения $P_{t_2, t_1}(\vec{a}^{t_2} / \vec{a}^{t_1})$.

Для описания потока отметок на выходе системы первичной обработки будем использовать модель суперпозиции пуассоновского потока ложных отметок с интенсивностью ν и потока Бернулли истинных отметок с парциальными плотностями вида $D \times f(\vec{y} / \vec{a})$, где $f(\vec{y} / \vec{a})$ – плотность распределения измеренных значений вектора наблюдений.

Полное описание потока отметок в этом случае задается системой многомерных плотностей распределения вероятностей $p(l; \vec{y}_1, \dots, \vec{y}_l / n; \vec{a}_1, \dots, \vec{a}_n)$ получения l отметок при условии нахождения в зоне обнаружения n целей с параметрами $\vec{a}_1, \dots, \vec{a}_n$.

Этапы оценки параметров потока целей $n^k; \vec{a}_1^k, \dots, \vec{a}_n^k$ на момент k -го обзора в соответствии с критерием минимума среднего риска при простой функции потерь следующие. Должны быть перечислены все возможные составные гипотезы о числе наблюдаемых целей n^k, n^{k-1}, n^1 соответственно в k -м, $(k-1)$ и так далее обзорах. Для каждой гипотезы о числе целей должны быть перечислены все возможные гипотезы совместного отождествления отметок, рассчитаны их меры правдоподобия (апостериорные вероятности) и выбрана наиболее правдоподобная гипотеза, в соответствии с этой гипотезой найдены оптимальные оценки параметров траекторий целей. В качестве меры правдоподобия произвольной гипотезы совместного отождествления следует использовать объем соответствующего пика апостериорной плотности f_{H_S} , в качестве оценок параметров траекторий – координаты максимума этого пика. Мера правдоподобия наиболее правдоподобной гипотезы совместного отождествления отметок $f_{H_S \max}$ является и мерой правдоподобия соответствующей гипотезы о числе целей. В конечном итоге должна быть принята наиболее правдоподобная гипотеза о числе наблюдаемых целей и найдены оптимальные оценки параметров траекторий движения этих целей $\vec{a}_1^k, \dots, \vec{a}_n^k$.

Возможность практической реализации оптимального алгоритма многоцелевого обнаружения-измерения ограничены огромным числом гипотез о числе целей и гипотез совместного отождествления отметок. Существенное сокращение требуемых вычислительных затрат может быть достигнуто путем некоторого отступления от оптимальности оценивания.

Литература

1. Большаков, И.А. Статистические проблемы выделения потока сигналов из шума / И.А. Большаков. – М. : Сов. радио, 1969. – 464 с.
2. Бакут, П.А. Обнаружение движущихся объектов / П.А. Бакут, Ю.В. Жулина, Н.А. Иванчук. – М. : Сов. радио, 1980. – 288 с.