

УДК 681.3.068

А.В. Довбня

Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков

МЕТОД ВЫЯВЛЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ И ОЦЕНИВАНИЯ ИХ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ ПО ДАННЫМ ОБЗОРНОЙ РЛС НА ЭТАПЕ ТРАЕКТОРНОЙ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

В статье рассматривается метод выявления распределенных на площади (в пространстве) местных предметов и атмосферных образований и оценки их пространственных координат и параметров по информации обзорной РЛС на этапе ее траекторной обработки.

радиолокационная станция, траекторная обработка информации

Введение

Постановка проблемы. Рассматривается радиолокационная станция кругового обзора. Наличие в зоне видимости РЛС местных предметов, атмосферных образований, дипольных отражателей приводит к существенному возрастанию количества сигналов, превысивших порог обнаружения приемного устройства РЛС и количества отметок на входе системы вторичной обработки. Это, в свою очередь, приводит к резкому возрастанию количества обнаружений ложных траекторий, что не позволяет осуществлять траекторную обработку на вычислительной технике с ограниченной производительностью. Поэтому разработка метода выявления распределенных объектов и оценивания их пространствен-

ных параметров по информации обзорной РЛС на этапе траекторной обработки информации и его программная реализация на существующих вычислительных средствах является актуальной.

Анализ последних исследований и публикаций. Традиционно рассматриваемая проблема решалась на этапе первичной обработки данных системой селекции движущихся целей (СДЦ), а на этапе вторичной (траекторной) обработки – либо оператором путем задания зон запрета автоматического захвата и сопровождения, либо путем алгоритмической селекции траекторий объектов со скоростями, близкими к нулю.

Достоинством системы СДЦ является ее высокая эффективность при компенсации отражений от

метеообразований и местных предметов, однако основным ее недостатком является появление «слепых» скоростей и, как следствие, увеличение вероятности пропуска цели, что не всегда допустимо. Задание зон запрета автоматического захвата и сопровождения увеличивает нагрузку на оператора и в сложных помеховых условиях неэффективно. Алгоритмическая селекция траекторий со скоростями, близкими к нулю, малоэффективна и позволяет отсечь не более 10% ложных траекторий.

Если рассматривать совокупность отметок на входе системы траекторной обработки как множество неклассифицированных отдельных точек, характеризующих множество объектов (местных предметов, атмосферных образований), то рассматриваемая задача является задачей кластерного анализа, описанной в [4 – 6]. Однако при реализации траекторной обработки радиолокационной информации с использованием рекуррентного алгоритма классификации подлежат не совокупности отметок, а совокупности предварительно обнаруженных траекторий (гипотезы предварительного отождествления), что делает невозможным применение известных методов кластерного анализа для ее решения.

Формулировка цели статьи. Разработка метода решения задачи выявления распределенных объектов и оценивания их пространственных координат, допускающего программную реализацию на существующих вычислительных средствах.

Изложение основного материала

Будем рассматривать РЛС обзорного типа. В каждом цикле обзора пространства на вход системы траекторной обработки информации от РЛС поступают значения измеренных координат по всем обнаруженным отметкам.

Рассмотрим реализацию алгоритма траекторной обработки радиолокационной информации, состоящего из следующих этапов [1]:

- завязки и обнаружения траекторий движения объектов, расчета начальных значений координат и параметров движения объектов в выбранной системе координат;
- сопровождения траектории объектов (отбор измерений в каждом очередном обзоре для продолжения траектории), сглаживания (фильтрации) координат и параметров движения объектов в процессе сопровождения;
- обнаружения маневра воздушного объекта и адаптивное изменение правил сопровождения и фильтрации параметров траектории объекта с учетом маневра;
- принятия решения о сбросе траектории объекта с сопровождения.

Метод выявления распределенных объектов и оценивания их пространственных параметров предлагается реализовывать в два этапа:

- выявление «проблемной» ситуации – наличия пространственно-распределенного объекта в области наблюдения;
- оценивание пространственных параметров обнаруженных распределенных объектов.

Выявление «проблемной» ситуации предлагается реализовывать на основе анализа количества гипотез поточечного отождествления, соответствующих предварительно обнаруженным (завязанным) траекториям.

Наличие пространственно распределенного объекта в зоне наблюдения РЛС характеризуется интенсивным потоком отметок на входе системы траекторной обработки. Пусть на n -м цикле обзора было принято N_n отметок, на следующем цикле обзора N_{n+1} отметок (рис. 1).

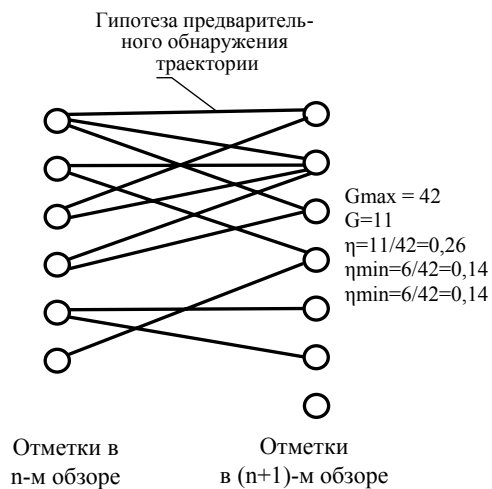


Рис. 1. Совокупность гипотез предварительного обнаружения

Как известно [2, 3], максимальное количество гипотез предварительного обнаружения траекторий $G_{\text{по}}^{\max}$ рассчитывается из выражения

$$G_{\text{по}}^{\max} = N_n \cdot N_{n+1}.$$

При использовании на этапе предварительного обнаружения (завязки) траекторий процедур стробирования по скорости

$$V_{\text{обн}} \leq V^{\text{пор}},$$

где $V_{\text{обн}}$ – начальная оценка скорости предварительно обнаруженной траектории; $V^{\text{пор}}$ – пороговое значение скорости воздушных объектов с учетом ошибок измерения, в свою очередь:

$$V^{\text{пор}} = V_{\text{max}}^{\text{TX}} + 3y_V,$$

где $V_{\text{max}}^{\text{TX}}$ – предельная скорость воздушных объектов рассматриваемого класса; y_V – среднеквадратическое отклонение ошибок начального оценивания скорости.

Для выявления распределенных объектов рассчитывается отношение количества гипотез предва-

рительного обнаружения $G_{по}$ к их максимальному количеству:

$$z = \frac{G_{по}}{G_{по}^{max}}$$

При отсутствии отметок от распределенных объектов значение η близко к нулевому, а при их наличии значение η стремится к единице.

Экспериментально было определено пороговое значение, при превышении которого принимается решение о наличии пространственно распределенного объекта в области наблюдения:

$$z \geq z_{пор}$$

где $\eta_{пор}=0,7\dots 0,8$.

Оценивание пространственных параметров обнаруженных распределенных объектов предлагается реализовывать на основе формирования совокупности завязанных траекторий с большой интенсивностью ветвления – «связных цепочек». Исходными данными при этом являются:

список гипотез предварительного обнаружения (список завязанных траекторий «ЗТ»);

каждая гипотеза состоит из двух измерений РЛС (отметок «ОТ»);

каждая отметка может принадлежать одной или нескольким завязанным траекториям.

В качестве выходных данных рассматривается список завязанных траекторий принадлежащих «связанной цепочке».

Алгоритм формирования таких совокупностей (рис. 2) предполагает реализацию в виде рекурсии, критериями выхода из которой являются:

- перебор всех связей дерева гипотез;
- превышение количества рассмотренных гипотез введенного порога Q (значение порога выбирается исходя из ресурсоемкости процесса).

Анализируя значение координат отметок, входящих в «связные цепочки» определяются параметры (координаты) распределенных объектов. Эти данные могут быть использованы для уменьшения потока отметок РЛС на входе траекторной обработки путем автоматического задания зон запрета автозахвата.

Выводы

Предлагаемый метод позволяет выявлять распределенные объекты и определить их координаты и пространственные параметры на этапе траекторной обработки информации, что позволит повысить оперативность выдачи информации потребителям за счет автоматизации процесса траекторной радиолокационной станции, а также повысить достоверность выдаваемой информации за счет снижения числа обнаруженных и сопровождаемых ложных траекторий.

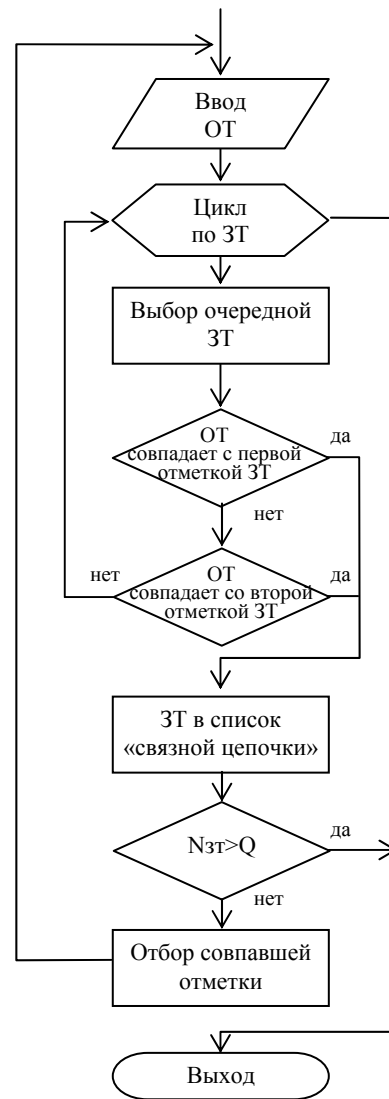


Рис. 2. Алгоритм формирования «связанных цепочек»

Список литературы

1. Довбня А.В., Грачев В.М. Метод и алгоритм мультирадарной траекторной обработки радиолокационной информации в системе независимых источников // Радіотехніка. – X.: ХНУРЕ, 2006. – Вып. 147. – С. 9-16.
2. Дуда Р., Харт П. Распознавание образов и анализ сцен: Пер. с англ. – М.: Мир, 1976. – 512 с.
3. Большаков И.А. Статистические проблемы выделения потока сигналов из шума. – М.: Сов. радио, 1969. – 464 с.
4. Выделение объектов (системный подход) [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: – URL: <http://www.integro.ru/system/ots/guberman/guberman.htm>.
5. Кластерный анализ [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: – URL: <http://www.biometrika.tomsk.ru/statbook/modules/stcluan.html>.
6. Иерархический кластерный анализ [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: – URL: <http://www.socd.univ.kiev.ua/educat/basic/mmps/labs/hierar.htm>.

Поступила в редколлегию 8.10.2007

Рецензент: канд. техн. наук, проф. Б.И. Низиенко, Научный центр Воздушных Сил Харьковского университета Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков.