

МЕТОДИКА ПОЛУЧЕНИЯ ПЛОТНОСТЕЙ ВЕРОЯТНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ ОБЪЕКТА В ПАРАМЕТРИЧЕСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ

к.т.н. Г.В. Худов

(представил д.т.н., проф. Д.В. Голкин)

Предложена методика получения плотностей распределения траектории движения объекта в пространстве параметров его движения на примере объекта, движущегося равномерно по прямой. Полученные плотности распределения являются исходной информацией для осуществления процесса поиска объекта в параметрическом пространстве.

В [1] показан подход к получению стратегии поиска в классе равномерно - оптимальных стратегий для практически важного случая движения объекта с локально - неизменными параметрами движения. Однако для осуществления процесса поиска необходимо формирование априорных и апостериорных плотностей распределения положения объекта (в данном случае параметров его движения) в новом параметрическом пространстве.

Рассмотрим для примера случай поиска объекта, движущегося равномерно по прямой. В этом случае пространство неизменных во времени параметров траектории объекта определяется параметрами линии и параметрами движения объекта по линии, и вектор параметров траектории объекта имеет вид

$$\mathbf{V} = (\rho, \gamma, \mathbf{L})^T,$$

где ρ - минимальное расстояние от центра координат до прямой;

γ - угол между осью абсцисс и перпендикуляром к прямой с вершиной в центре координат;

$\mathbf{L} = (l_1, l_2, \dots, l_{t+1}, \dots, l_T)^T$ - вектор положения объекта на линии в дискретные моменты времени.

При оценке плотности вероятности параметров траектории объекта, движущегося по прямой с постоянной скоростью, в новом параметрическом пространстве необходимо работать с четырехмерным пространством. При этом каждую полученную в пространстве координат отметку необходимо пересчитывать в пространство параметров его траектории. Это достаточно трудоемко. Кроме того, при использовании дискретизации пространства параметров требуются большие объемы памяти, а реа-

лизация континуального варианта является невозможной. Для сокращения размеров параметрического пространства можно ввести многоэтапные процедуры поиска. Так, применительно к случаю поиска объекта, движущегося по прямой с постоянной скоростью, воспользуемся двухэтапной процедурой поиска. На первом этапе осуществляется поиск параметров прямой движения объекта, а на втором – поиск параметров движения объекта по этой прямой (например, «начальное положение – начальная скорость»). Введение многоэтапных процедур – известный подход [2-4], но его использование позволяет уменьшить размерность параметрического пространства и снизить требования к объему памяти вычислительных средств.

Для рассматриваемого случая поиска движущегося по прямой с постоянной скоростью объекта вместо четырехмерного пространства параметров траектории можно использовать на первом этапе двухпараметрическое пространство параметров прямой движения объекта. В этом пространстве параметров прямой движения объекта для осуществления его поиска необходимо построить плотности вероятности параметров траектории движения объекта, которые затем надо принять в качестве априорных. Затем необходимо определить стратегию поиска в пространстве параметров прямой. После этого осуществляется построение плотностей вероятности параметров траектории объекта второго этапа. Для объекта, движущегося по прямой с постоянной скоростью, это начальное положение и начальная скорость объекта, а для объекта, движущегося равноускоренно по прямой, это начальное положение, начальная скорость и ускорение объекта.

В результате проведения исследований был рассмотрен случай поиска объекта, движущегося равномерно по прямой. При этом в качестве информационной системы использовалась радиолокационная система. В результате проведенного моделирования в каждом цикле обзора имитировались ложные отметки и движение объекта. При этом ложные отметки формировались случайным образом по методике [5].

При моделировании предполагалось, что в течение анализируемых циклов обзора поиск объекта осуществляется с равномерным распределением поискового потенциала информационной системы по зоне обзора. В каждом цикле обзора, в каждом элементе разрешения зоны обзора формировалось частное отношение правдоподобия. Формирование частных отношений правдоподобия в каждом элементе разрешения зоны обзора и, тем самым, формирование полей правдоподобия сигналов в каждом цикле обзора организуется на основе предположений и выводов теории обнаружения сигналов и полностью вписывается в задачу первичной обработки локационной информации [5].

В результате аппроксимации полученного поля правдоподобия сигналов с помощью гауссовских сплайнов [6] плотность распределения параметров прямой движения объекта имеет вид:

$$u(\rho, \gamma) = A \cdot \prod_{n=1}^N \left[c_2 + \sum_{i=1}^{I_t} a_t^{(i)} \exp \left\{ -\frac{1}{2\sigma^{(i)2}} \left(\rho - x_t^{(i)} \cos(\gamma) \right) - I_t^{(i)} \sin(\gamma) \right\} \right],$$

где A - нормирующая константа;

c_2 - вероятность пропуска объекта [6];

$a_t^{(i)}$ - амплитуда i -й отметки в t -м цикле обзора;

N - число циклов обзора;

I_t - число гауссоид, используемых для аппроксимации поля правдоподобия в t -м цикле обзора;

ρ, γ - ожидаемые параметры траектории объекта;

$\rho - x \cos(\gamma) - y \sin(\gamma) = 0$ - уравнение прямой.

Таким образом, используя изложенную выше методику можно получать плотности распределения вероятности параметров движения объекта, которые затем используются для расчета стратегии поиска. При этом стратегия поиска будет относиться к классу равномерно – оптимальных стратегий [1].

ЛИТЕРАТУРА

1. Худов Г.В., Зюбин В.И. О возможности получения стратегии поиска движущегося объекта в классе равномерно – оптимальных стратегий поиска // Системи обробки інформації. – Харків : НАНУ, ПАНМ, ХВУ. – 2000. – Вип. 3(9). – С. 72 - 74.

2. Познер С.В. Оптимальные процедуры поиска цели // Зарубежная радиоэлектроника. – № 5. – 1964. – С. 7 - 16.

3. Советов В.М. Многоэтапная многоцикловая процедура поиска сложного сигнала с укрупненными ячейками анализа // Зарубежная радиоэлектроника. – № 5. – 1986. – С. 12 - 21.

4. Советов В.М. Многоэтапная многоцикловая процедура поиска сложного сигнала с двумя порогами. //Радиотехника. – № 11. – 1986. – С. 5 - 13.

5. Ширман Я.Д. Теоретические основы радиолокации. – М.: Сов. радио, 1970. – С. 115 - 127.

6. Бакут П.А. Теория обнаружения сигналов. – М.: Радио и связь, 1984. – С. 79 - 132.

Поступила в редколлегию 11.09.2000