

АЛГОРИТМ ОПТИМАЛЬНОГО ОЦЕНИВАНИЯ РАДИАЛЬНОЙ СКОРОСТИ МЕТОДОМ МАКСИМАЛЬНОГО ПРАВДОПОДОБИЯ

А. А. РОСТОВ, О. Г. ЛАПУКА

Vector-matrix description of transforming radar signal reflected from moving target is completed. Optimum estimation algorithm of radial speed in class discrete finite-dimensional processes is derived

Ключевые слова: трансформированный по Доплеру сигнал, радиальная скорость, метод максимального правдоподобия, оптимальная оценка

Измерение скорости сближения является одной из основных задач современной радиолокации. Для решения такого рода задач особое место занимает обработка и анализ сигналов, используемых в устройствах измерения скорости. Одним из способов представления цифровых сигналов является описание в классе дискретных конечномерных процессов [1] с использованием векторно-матричного математического аппарата. Для извлечения информации о скорости движения из отраженного радиосигнала структура сигнала представляется в виде ограниченного (аналогичному линейному приближению сигнала в частотном представлении) ряда Тейлора [1]:

$$s_d = s + \mathcal{G} \frac{ds}{dt} t, \quad (1)$$

где s_d, s – вектора отраженного (трансформированного по Доплеру) и зондирующего сигналов, \mathcal{G} – параметр, заключающий в себе информацию о скорости [1], t – вектор времени.

Уравнение наблюдения $\tilde{u} = s_d + n$ в приемном канале измерителя является аддитивной суммой векторов трансформированного сигнала и внутреннего шума. Шум описан в виде дискретного белого центрированного шума с некоррелированными случайными отсчетами и гауссовской плотностью распределения вероятности [1]:

$$f_n(n_0) = \frac{1}{\sqrt{(2\pi)^N \det K}} \exp\left(-\frac{1}{2\sigma^2} \|n\|^2\right). \quad (2)$$

Подстановка $n = \tilde{u} - s_d$ и доплеровской трансформации (1) отраженного сигнала в (2) позволит получить выражение, содержащее оцениваемый параметр \mathcal{G} . Для оптимального оценивания методом максимального правдоподобия, необходимо приравнять выражение (2) к нулю, предварительно продифференцировав по неизвестному параметру \mathcal{G} . В этом случае алгоритм оптимального оценивания радиальной скорости примет вид:

$$\mathcal{G} = \left(\tilde{u}^T \frac{ds}{dt} t - s^T \frac{ds}{dt} t \right) / \left\| \frac{ds}{dt} t \right\|^2. \quad (3)$$

Описание алгоритма (3) произведено в векторно-матричном виде с учетом преобразования сигнала на промежуточную частоту и может быть использовано для синтеза радиолокационного измерителя скорости сближения. Достоинствами алгоритма оценивания скорости сближения являются:

1. Инвариантность к форме и виду радиолокационных сигналов, как результат использования ДКС;
2. Формирование оптимальной оценки скорости по критерию максимального правдоподобия.

Литература

1. Лапука О.Г., Пащенко К.К. Анализ и синтез в классе дискретных конечномерных систем: моногр. /– Минск: ВАРБ, 2010.