

УДК 621.396.96

СИНТЕЗ АЛГОРИТМА ОБРАБОТКИ ОТВЕТНОЙ ШУМОВОЙ ПОМЕХИ НА ФОНЕ СМЕСИ БЕЛОГО ШУМА И МЕШАЮЩИХ ОТРАЖЕНИЙ

Нэй Лин Мьинт, магистрант

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика БеларусьГоршков Сергей Анатольевич,
директор ООО «МилитСофт
Солюшенс», кандидат технических
наук, доцент

Аннотация. Синтезируется алгоритм оптимальной обработки коррелированной ответной шумовой помехи (ОШП) на фоне смеси мешающих отражений и белого шума. При этом в логарифме отношения правдоподобия учитывается слагаемое, которым пренебрегают при выводе алгоритма обработки отраженного сигнала (ОС). Затем делается предположение о том, что ОШП удалена по спектру от режектурируемых мешающих отражений, а отношение ОШП-фон на выходе устройства когерентной компенсации мешающих отражений (ККМО) никогда не бывает малым. В итоге получают логарифм отношения правдоподобия, не зависящий от отношения ОШП – фон на выходе устройства ККМО.

Введение

Наряду с выделением полезных сигналов со случайными параметрами (амплитудой и начальной фазой) на фоне помех адаптивные устройства обработки могут использоваться также для выделения ОШП в целях ее обнаружения и измерения ее частотно-временных параметров. Синтез устройства оптимальной обработки ОШП должен проводиться с учетом того, что сигнал и ОШП имеют схожую частотную и временную структуру. ОШП отличается лишь меньшим временем корреляции и большей временной протяженностью, т.е. математическая модель ОШП в целом имеет такой же вид, как и модель отраженного сигнала (ОС). В дальнейшем, рассмотрим обработку гауссовского коррелированной ОШП, на фоне смеси мешающих отражений, белого шума и отраженного сигнала, который в данном случае выделить нельзя из-за малого отношения С-ОШП.

1. Алгоритм обработки шумового сигнала

Для синтеза алгоритма обработки принятого $\dot{\mathbf{F}} = \|\dot{F}_1 \dot{F}_2 \dots \dot{F}_L\|$ ОШП с вектором время-частотных параметров $\boldsymbol{\alpha}_{\text{ошп}} = \|\alpha_{\text{ошп}1} \alpha_{\text{ошп}2} \dots \alpha_{\text{ошп}m}\|$, на фоне смеси белого шума и мешающих отражений, где L - число принимаемых шумовых импульсов, m - число неизвестных время-частотных параметров, найдем логарифм отношения правдоподобия

$$\ln[\Lambda(\mathbf{F}, \boldsymbol{\alpha}_{\text{ошп}})] = \ln p_1(\mathbf{F} | \boldsymbol{\alpha}_{\text{ошп}}) - \ln p_0(\mathbf{F}) \quad (1)$$

Условная плотность распределения входной реализации, содержащей лишь помеху, описывается многомерным гауссовским законом

$$p_0(\dot{\mathbf{F}}) = \frac{1}{(2\pi)^L |\dot{\mathbf{R}}_{\phi}|} \exp\left(-\frac{1}{2} \dot{\mathbf{F}}^{*T} \dot{\mathbf{R}}_{\phi} \dot{\mathbf{F}}\right), \quad (2)$$

где $\dot{\mathbf{R}}_{\phi}$ - корреляционная матрица фона (смеси белого шума, мешающих отражений и ОС).

В случае наложения ОШП и фона

$$p_1(\dot{\mathbf{F}} | \boldsymbol{\alpha}_{\text{ошп}}) = \frac{1}{(2\pi)^L |\dot{\mathbf{R}}_{\text{ошп}+\phi}|} \exp\left(-\frac{1}{2} \dot{\mathbf{F}}^{*T} (\boldsymbol{\alpha}_{\text{ошп}}) \dot{\mathbf{R}}_{\text{ошп}+\phi}^{-1} \dot{\mathbf{F}} (\boldsymbol{\alpha}_{\text{ошп}})\right), \quad \dots(3)$$

где $\dot{\mathbf{R}}_{\text{ошп}+\phi}$ - корреляционная матрица смеси ОШП и фона.

Искомый логарифм отношения правдоподобия будем искать в виде, отличающемся от [1, с.167] тем, что не будем пренебрегать отбрасываемой константой, так в случае обнаружения ОШП она, как будет показано в докладе, оказывается существенной:

$$\ln[\Lambda(\dot{\mathbf{F}} | \boldsymbol{\alpha}_{\text{ошп}})] = Z(\dot{\mathbf{F}} | \boldsymbol{\alpha}_{\text{ошп}}) - C_0(\dot{\mathbf{F}} | \boldsymbol{\alpha}_{\text{ошп}}), \quad (4)$$

где

$$Z(\dot{\mathbf{F}} | \mathbf{a}_{\text{ошп}}) = \sum_{k,l}^L (Q_{k,l}^{\Phi} - Q_{k,l}^{\text{ошп}+\Phi}) F_k^*(\mathbf{a}_{\text{ошп}}) F_l(\mathbf{a}_{\text{ошп}}), \quad (5)$$

$$C_0(\dot{\mathbf{F}} | \mathbf{a}_{\text{ошп}}) = \ln[|\dot{\mathbf{R}}_{\text{ошп}+\Phi}| / |\dot{\mathbf{R}}_{\Phi}|], \quad (6)$$

$Q_{k,l}^{\Phi}$ - kl -й элемент матрицы, обратной $\dot{\mathbf{R}}_{\Phi} = \|\dot{R}_{k,l}^{\Phi}\|$,

$Q_{k,l}^{\text{ошп}+\Phi}$ - kl -й элемент матрицы, обратной $\dot{\mathbf{R}}_{\text{ошп}+\Phi} = \|\dot{R}_{k,l}^{\text{ошп}+\Phi}\|$.

Далее, вводя, по аналогии с [1, с.168-169] матрицу обработки ОШП:

$$\dot{\mathbf{R}}_{0_ \text{ошп}} = \dot{\mathbf{R}}_{\Phi}^{-1} - \dot{\mathbf{R}}_{\text{ошп}+\Phi}^{-1} = \dot{\mathbf{Q}}_{\Phi} - \dot{\mathbf{Q}}_{\text{ошп}+\Phi} = \|\dot{Q}_{k,l}^{\Phi}\| - \|\dot{Q}_{k,l}^{\text{ошп}+\Phi}\|. \quad (7)$$

Затем, опять же по аналогии, последовательно преобразовываем матрицу обработки

$$\dot{\mathbf{R}}_{0_ \text{ошп}} = [\mathbf{E} + (\dot{\mathbf{Q}}_{\Phi} \dot{\mathbf{R}}_{\text{ошп}})^{-1}]^{-1} \dot{\mathbf{Q}}_{\Phi}, \quad (8)$$

где

$$\dot{\mathbf{R}}_{\text{ошп}} = \dot{\mathbf{R}}_{\text{ошп}+\Phi} - \dot{\mathbf{R}}_{\Pi}. \quad (9)$$

Введем далее матрицы обработки первого и второго этапов

$$\dot{\mathbf{R}}_{\text{I}} = \dot{\mathbf{Q}}_{\Phi}, \quad (10)$$

$$\dot{\mathbf{R}}_{\text{II}} = (\mathbf{E} + \dot{\mathbf{A}}_{\text{ошп}}^{-1})^{-1}, \quad (11)$$

где $\dot{\mathbf{A}}_{\text{ошп}} = \dot{\mathbf{Q}}_{\Phi} \dot{\mathbf{R}}_{\text{ошп}} = \dot{\mathbf{R}}_{\text{I}} \dot{\mathbf{R}}_{\text{ошп}}$.

Учтем, что элементы центральной диагонали матрицы характеризуют отношение ОШП-Фон по мощности $\mu_{\text{ошп}-\Phi} = A_{\text{ошп}}_{kk}$ на выходе устройства когерентной компенсации. Кроме того, интерес представляют только неслепые скорости ОШП (которая перемещается со скоростью цели).

Затем, получив выражение для $C_0(\dot{\mathbf{F}} | \mathbf{a}_{\text{ошп}})$ можно записать логарифм отношения правдоподобия (4) учитывающий $\mu_{\text{ошп}-\Phi}$.

Особенность ОШП заключается в том, что $\mu_{\text{ошп}-\Phi}$ никогда не бывает малым. Поэтому итоговое выражение можно получить известным методом адаптации, подставив в (4) вместо $\mu_{\text{ошп}-\Phi}$, его значение, полученное из выражения $\partial \ln[\Lambda(\dot{\mathbf{F}} | \mathbf{a}_{\text{ошп}})] / \partial \mu_{\text{ошп}-\Phi} = 0$.

Список использованных источников

1. Охрименко, А. Е. Основы радиолокации и радиоэлектронная борьба: учебник / А. Е. Охрименко. – М. : Воениздат, 1983. – Ч.1 : Основы радиолокации. – 456 с.

UDC 621.396.96

SYNTHESIS OF AN ALGORITHM FOR PROCESSING RESPONSE NOISE INTERFERENCE AGAINST A BACKGROUND OF A MIXTURE OF WHITE NOISE AND CLUTTER

Nay Lin Myint, Master's student

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Gorshkov Sergei, Director of MilitSoft Solutions LLC, PhD, Associate Professor

Annotation. An algorithm is synthesized for optimal processing of correlated noise response interference (NRI) against a background of a mixture of clutter and white noise. In this case, the logarithm of the likelihood ratio takes into account the term that is neglected when deriving the reflected signal processing algorithm. Then, it is assumed that the correlated NRI is removed in the spectrum from the detected interfering reflections, and the NRI-background ratio at the output of the moving target detection (MTD) is never small. As a result, the logarithm of the likelihood ratio is obtained, independent of the NRI – background ratio at the output of the MTD.