

ПСЕВДОГРАДИЕНТНОЕ ОЦЕНИВАНИЕ КВАНТИЛЕЙ РАДИОПОМЕХ

Ташлинский А.Г.

Ульяновский государственный технический университет,
432027, Ульяновск, ул. Северный Венец, 32, УлГТУ, каф. САПР,
телефон: (88422)439-082, E-mail: tag@ulstu.ru

Реферат. Рассмотрена возможность привлечения математического аппарата псевдоградиентного оценивания параметров для измерения квантилей радиопомех. Рассмотрен пример реализации такого подхода с использованием фильтра Калмана.

В низкоскоростных системах коротковолновой связи спектр полезного сигнала занимает сотни герц, а интервал корреляции помех по частоте составляет несколько килогерц [1]. Поэтому в многочастотных системах связи для увеличения точности измерения квантилей радиопомех целесообразно использование информации о помеховой ситуации в соседних каналах. Тогда задачу выбора канала связи с наименьшей вероятностью ошибки целесообразно рассматривать как задачу оценивания изменяющегося по времени ($n = 1, 2, \dots, N, \dots$) и частоте ($k = 1, 2, \dots, K$) случайного поля (СП) $\{\epsilon_{q,nk}\}$ квантилей помех [2].

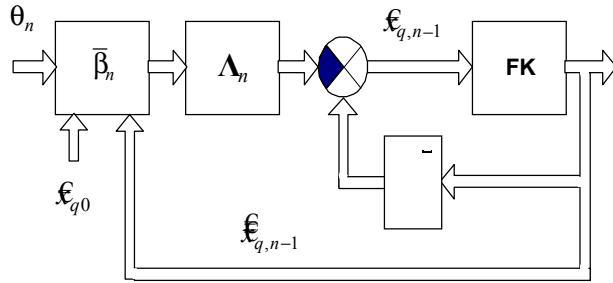


Рисунок. Структурная схема оценивания квантилей помех, реализующая алгоритм (2)-(3).

Для учета коррелированности квантилей в соседних каналах связи могут быть использованы псевдоградиентные (ПГ) алгоритмы, предложенные в [3] для оценивания параметров пространственно-временных деформаций изображений. Применительно к поставленной задаче они позволяют формировать поле оценок квантилей $\epsilon_{q,nk}$, $\{n = \overline{1, N}, k = \overline{1, K}\}$. При этом способ

получения оценок может быть различным и определяться имеющейся информацией о характере помех. Для примера рассмотрим

реализацию алгоритма при формировании поля с использованием фильтра Калмана [4]. Основная идея сводится к следующему. Оценка квантили $\epsilon_{q,nk}$ уровня q радиопомех в k -м частотном канале производится с помощью ПГ процедуры

$$\epsilon_{n+1,k} = \epsilon_{n,k} - \lambda_{n+1} \left(\left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \operatorname{sgn}(\epsilon_{q,n,k} - \theta_{n+1,k}) \right) - q \right), \quad (1)$$

где λ_n - функция, определяющая величину шага; θ_{nk} - очередной отсчет помех; $\epsilon_{q,n-1,k}$ - оценка квантили, полученная для этого канала на предыдущем $(n-1)$ -м временном такте калмановской фильтрацией $f(\{\epsilon_{q,i,j}\})$ оценок $\{\epsilon_{q,n-1,k}\}$, $k = \overline{1, K}$, квантилей всех частотных каналов. Затем оценки $\{\epsilon_{q,nk}\}$ квантили, полученные на текущем n -м временном интервале для всех каналов, уточняются с помощью фильтра Калмана. Полученные уточненные оценки $\epsilon_{q,nk}$ используются для псевдоградиентного оценивания на последующем $(n+1)$ -м временном такте. Тогда

$$\bar{\epsilon}_{qn}, \epsilon_{q,nk} = f(\{\epsilon_{q,nk}\}), \quad k = \overline{1, K}; \quad (2)$$

$$\bar{\epsilon}_{qn} = \bar{\epsilon}_{q,n-1} - \Lambda_n \bar{\beta}(\bar{\epsilon}_{q,n-1}, \bar{\theta}_n), \quad (3)$$

где Λ_n - матрица усиления, определяющая величину шагов ПГ алгоритма; $\bar{\beta}(\bar{\epsilon}_{q,n-1}, \bar{\theta}_n)$ - вектор-столбец ПГ.

Структурная схема, реализующая ПГ алгоритм (2)-(3) формирования вектора оценок квантилей, приведена на рисунке. Она содержит функциональный преобразователь $\bar{\beta}_n$, формирующий ПГ $\bar{\beta}(\bar{\epsilon}_{q,n-1}, \bar{\theta}_n)$, нелинейный преобразователь Λ_n , определяющий приращение оценок квантилей в частотных каналах на n -м шаге, дигратор (состоящий из линии задержки на время шага алгоритма и положительной обратной связи), функциональный преобразователь, формирующий посредством калмановской фильтрации вектор $\bar{\epsilon}_{qn}$. Двойные стрелки соответствуют векторным связям.

При нестационарных значениях интенсивностей помех в каналах связи или в случае изменяющегося закона распределения радиопомех для обеспечения вариабельности оценок квантилей шаги ПГ процедуры должны быть ограничены снизу.

Проведенное статистическое моделирование показало, что алгоритмы, учитывающие взаимную корреляцию квантилей в соседних анализируемых каналах, позволяют значительно увеличить точность измерения квантилей стационарных и нестационарных радиопомех в многочастотных системах связи.

Литература

1. Комарович В.Ф., Сосунов В.Н. Случайные помехи и надежность КВ связи. - М.: Связь, 1977. - 136 с.
2. Асанин А.В. Оптимальное оценивание полей квантилей помех в многочастотных системах связи // Современные проблемы создания и эксплуатация радитехнических систем: Труды III Всеросс. НПК - Ульяновск, 2001. - С. 138-139.
3. Ташлинский А.Г. Оценивание параметров пространственных деформаций последовательностей. - Ульяновск: УлГТУ, 2000. - 131 с.
4. Васильев К.К. Прием сигналов при мультипликативных помехах. – Саратов: СГУ, 1983. – 128 с.



PSEUDOGRADIENT ESTIMATION OF RADIOINTERFERENCE QUANTILLES

Tashlinskii A.

Uljanovsk State Technical University, E-mail: tag@ulstu.ru

Abstract. A possibility of application of mathematical theory of parameter pseudogradient estimation for radiointerference quantile measurement. An example of implementation of the given method with application of Kalman filter is considered.

In multicarrier communication systems it is reasonable to use information about interference in adjacent channels for increase of radiointerference quantile measurement accuracy. [1]. Then the problem of channel selection with minimum error probability can be considered as the problem of estimation of time-varying ($n = 1, 2, \dots, N, \dots$) and frequency-varying ($k = 1, 2, \dots, K$) random field (RF) $\{x_{q,nk}\}$ of interference quantiles [2]. In this case pseudogradient(PG) algorithms proposed in [3] for image space-time deformation parameters estimation can be applied. With reference to the given problem they enable to form a field of quantile estimates $\{x_{q,nk}, \{n = \overline{1, N}, k = \overline{1, K}\}$. For instance, let us consider the algorithm realization when forming a field with application of Kalman filter.

$$\bar{x}_{qn}, \{x_{q,nk} = f(\{x_{q,nk}\}), k = \overline{1, K}; \bar{x}_{qn} = \bar{x}_{q,n-1} - \Lambda_i \beta(\bar{x}_{q,n-1}, \bar{\theta}_i),$$

where Λ_n - gain matrix defining PG algorithm step value. At that the main idea converges to the following. To form a quantile estimate $x_{q,nk}$ with level q of interference in channel the next sample of interference θ_{nk} and estimate $\bar{x}_{q,n-1,k}$ of quantile obtained for this channel at the preceding $(n-1)$ -th time sample through Kalman filtering $f(\{x_{q,i,j}\})$ of the estimates $\{x_{q,n-1,k}\}, k = \overline{1, K}$ of quantiles of all frequency channels. The estimates $\{x_{q,nk}\}$ of the quantile, obtained at the current n -th time interval for all channels are elaborated by means of Kalman filter. The elaborated estimates $\bar{x}_{q,nk}$ are used for PG estimation at the following $(n+1)$ -th time sample.

At non-stationary values of interference intensities in communication channels of in case of varying radiointerference distribution law the steps of the PG procedure should be limited below for provision of quantile estimates variability.

References

1. Комарович В.Ф., Сосунов В.Н. Случайные помехи и надежность КВ связи. - М.: Связь, 1977. - 136 с.
2. Асанин А.В. Оптимальное оценивание полей квантилей помех в многочастотных системах связи // Современные проблемы создания и эксплуатация радитехнических систем: Труды III Всеросс. НПК - Ульяновск, 2001. - С. 138-139.
3. Ташлинский А.Г. Оценивание параметров пространственных деформаций последовательностей. - Ульяновск: УлГТУ, 2000. - 131 с.