

Редуцированные стационарные фильтры

Как отмечалось применительно к стационарным фильтрам [1], при обработке информации могут использоваться фильтры калмановского типа (ФКТ), в множество которых входят оптимальные (ОФК), редуцированные (РФ), упрощенные (УФ), стационарные (СФ) и другие фильтры этого класса, обобщенное уравнение которых имеет вид:

$$\dot{\hat{\mathbf{x}}} = \mathbf{A} \cdot \hat{\mathbf{x}} + \mathbf{K}(t)[\mathbf{z} - \mathbf{H} \cdot \hat{\mathbf{x}}]; \hat{\mathbf{x}}(0) = \bar{\mathbf{x}}_0 . \quad (1)$$

Здесь $\hat{\mathbf{x}}$ – $(n \times 1)$ – вектор оценок состояний; $\mathbf{K}(t)$ – $(n \times m)$ – матрица коэффициентов усиления фильтра, структура и параметры которой определяют тип используемого ФКТ. Для стационарных фильтров (СФ) $\mathbf{K}(t) = \mathbf{K}$.

Редуцированные фильтры оценивают лишь часть вектора состояний исходной системы или ее модели. Эту часть удобно выделять с помощью диагональной матрицы \mathbf{C} , элементы диагонали которой равны 1 для оцениваемых составляющих вектора состояний, и равны 0 для остальных. Это означает, что формирование РФ проводится без упрощения исходной модели системы, упрощается лишь собственно фильтр (1). Эта особенность РФ достаточно часто позволяет достигать с алгоритмами на основе РФ качества обработки, близкого к качеству ОФК.

Структура матрица коэффициентов усиления РФ (1) определяется равенством $\mathbf{K} = \mathbf{C}\mathbf{K}$ [1, 2]. Это означает, что если матрица \mathbf{C} содержит $n_1 < n$ единиц, то реальная размерность РФ равна n_1 . Так, для рассматриваемой в ресурсе модели 4 порядка, РФ может быть сформирован в предположении, что оценке подлежат лишь составляющие вектора состояний, относящиеся к первому измерителю, т. е. для такого варианта РФ имеет второй порядок

$$\mathbf{C} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}; \mathbf{K} = \begin{bmatrix} k_1 \\ k_2 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} .$$

Оптимизация РФ [2, 3] на всем периоде обработки производится с использованием соотношений, в целом аналогичных приведенным в [1]. При этом получают матрицу коэффициентов редуцированного фильтра $\mathbf{K}_{\text{ропт}}(t)$. Установившееся значение этой матрицы $\mathbf{K}_{\text{ропт}}(\infty) = \mathbf{K}_{\text{ропт}}$ может использоваться в редуцированных стационарных фильтрах (РСФ). Однако при обработке информации с применением РСФ могут возникать проблемы с повышением погрешностей в начальный период, аналогичные описанным в [1]. Одним из способов парирования негативных реакций РСФ в процессе обработки служит использование двухступенчатой матрицы \mathbf{K} его коэффициентов усиления.

Назовем редуцированный субоптимальный фильтр с двухступенчатой матрицей \mathbf{K} двухступенчатым редуцированным фильтром (ДРФ). Первая ступень $\mathbf{K1}$ этой матрицы может быть выбрана с применением различных критериев качества. В данном ресурсе первая ступень задается пользователем. В качестве второй ступени ($\mathbf{K2}$) такого ДРФ выбирается $\mathbf{K}_{\text{ропт}}$. При этом проблема снижения пиков погрешности на начальном этапе обработки может быть решена как выбором $\mathbf{K1}$, так и варьированием момента времени переключения $\mathbf{K1}$ на $\mathbf{K2}$. Этот момент можно найти, решая экстремальную задачу, но значительно проще, как и ранее, результат может быть достигнут путем моделирования. В ресурсе, посвященном ДРФ, момент переключения выбирается пользователем из предлагаемого списка.

Литература

1. <http://mas.exponenta.ru/literature/SF.pdf>
2. Ривкин С.С., Ивановский Р.И., Костров А.В. Статистическая оптимизация.... Л.: Судостроение. 1976, 280 с
3. Ивановский Р.И., Игнатов А.А. Теория чувствительности в задачах управления и оценки. Л.: ЦНИИ «Румб», 1986. 111 с