УДК 519.2

А.В. Овсянников, доц., канд. техн. наук (БНТУ, г. Минск);
О.Г. Барашко, доц., канд. техн. наук (БГТУ, г. Минск)

МОДИФИКАЦИИ АМПЛИТУДНЫХ ФИЛЬТРОВ ДИСКРЕТНЫХ СОСТОЯНИЙ

В автоматизации производственных процессов, роботизации промышленных предприятий нередки задачи, связанные с обработкой телеметрической информации, условно статических изображений или потоковых видеоданных. Важнейшими параметрами являются скорость и качество такой обработки.

Одними из простейших по реализации и в тоже время охвату широкого спектра решаемых задач могут рассматриваться амплитудные фильтры, вычисляющие амплитудное значение (оценку) $x_{i,j}^{*}$ в центре некоторой дискретной области $Y^{i,j}$ в соответствии с некоторым оператором

$$x_{i,j}^{*} = L\left\{R^{i,j}\right\}, \tag{1}$$

где $R^{i,j} = \left(a_{s,t} y_{s,t}\right)$ (2) – набор значений по всем координатам (*s,t*), принадлежащим дискретной области с центром (*i,j*), $y_{s,t}$ – наблюдаемые значения из области $Y^{i,j}$, $a_{s,t}$ – весовые коэффициенты.

Известным простейшим случаем (1), (2) является дискретная двумерная свертка

$$x_{i,j}^{*} = A^{i,j} * Y^{i,j}, \tag{3}$$

где $A^{i,j}$ – ядро фильтра, в общем случае, переменное, зависящее от координат (*s,t*).

Выбор ядра фильтра определяет тот или иной его тип. Зачастую в сфере автоматизации производственных процессов имеется определенная доля априорной информации о характере телеметрической информации, параметрах обрабатываемых изображений. Поэтому представляется возможным и целесообразным ее учет через расчет весовых коэффициентов ядра фильтра.

В случае низкочастотного исходного изображения для вычисления весовых коэффициентов ядра фильтра можем воспользоваться схемой использования априорной информации, предложенной в [1]. В двумерном случае имеем следующую систему уравнений

$$\left(\mu_{s,t} x_{s,t}\right) = const_{i,j}, \tag{4}$$

где $\left(\mu_{s,t} x_{s,t}\right)$ – массив значений по всем координатам (*s,t*), принадлежащим дискретной области с центром (*i,j*), $\mu_{s,t}$ – коэффициенты, такие, что выполняется условие нормировки $\sum_{\forall s,t \in X^{i,j}} \mu_{s,t} = K_{i,j}$. Решением (4) является значения констант $const_{i,j} = K_{i,j} H(X^{i,j}) / n$, где $H(X^{i,j})$ – гармоническое среднее по области $X^{i,j}$, n – число элементов дискретной области $X^{i,j}$.

Перейдем к конкретизации (1), (2) с учетом последних решений. При выборе оператора *L*, как оператора среднеарифметического значения получим (3) с ядром фильтра $A^{i,j} = n^{-1}\left(x_{i,j} / x_{s,t}\right)$. При этом если ошибок наблюдения нет алгоритм (3) приводит к истинным значениям. Если ошибки наблюдения присутствуют в каждой точке дискретной области $Y^{i,j}$, то получаем ошибку оценки $\Delta x^{*}_{i,j} = A^{i,j} * E^{i,j}$, где $E^{i,j} = \left\{\varepsilon_{s,t}\right\}$ – абсолютная ошибка наблюдения. В промежуточном случае, когда поражена только часть дискретной области наблюдений ошибка оценки $\Delta x^{*}_{i,j} = A^{i,j} * \left(mX^{i,j} + (1-m)E^{i,j}\right)$, где m – число пораженных данных, $m \le n$.

Еще одним вариантом (1) является медианный фильтр с априорной информацией при использовании оператора $L = median\left\{a_{s,t} y_{s,t}\right\}$, где ядро фильтра $A^{i,j} = \left(x_{i,j} / x_{s,t}\right)$. Амплитудный медианный фильтр, очевидно, обладает большей устойчивостью к аномальным ошибкам наблюдения.

В работе проведено моделирование рассмотренных амплитудных фильтров, которое подтверждает результаты теоретических исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Овсянников А.В. Моделирование алгоритмов гистограммной фильтрации на пространстве дискретных состояний динамических систем [Электронный ресурс] : сборник статей / Управление информационными ресурсами // Академия управления при Президенте Республики Беларусь, редкол.: О.Н. Солдатова (общ. ред.) [и др.]. – Минск : Научное электронное издание БГУ, 2023. – Загл. с экрана, ISBN 978-985-527-663-1. С. 294-295 https://www.pac.by/upload /medialibrary/004/Сборник%202023%20УИР.pdf