

Ю. П. Шумилов (Москва, ИПИР). **Методика реализации оптимального алгоритма обнаружения космических объектов.**

В работе [1] был синтезирован оптимальный алгоритм (далее алгоритм) обнаружения космических объектов, наблюдаемых в оптическом диапазоне. Реализация алгоритма потребовала разработки методики, учитывающей особенности, связанные с режимом функционирования оптико-электронной системы с матричным приемником, ее характеристиками и требованиями к выходным результатам.

Первый этап реализации методики: на основе FWHM определяем размер маски преобразования. Второй этап: вычисляем минимально обнаруживаемую звездную величину $m_{c \min}$, при измеренных фонах, шумах, требуемых характеристиках обнаружения и определяем количество кадров, необходимых для обнаружения в сеансе. Для диапазона 0,4–0,8 мкм выражение для $m_{c \min}$ имеет вид

$$m_{c \min} = 2,5 \lg(1,92 \cdot 10^6 S \tau_a \tau_{оп}) \eta t - 2,5 \lg \left(\frac{1}{3N} (\ln 2(1-D))^2 - \frac{1}{\sqrt{N}} \sigma_{ш} \ln 2F \right. \\ \left. - \ln 2(1-D) \sqrt{\frac{1}{9N^2} (\ln 2(1-D))^2 - \frac{2}{3} \ln 2F \frac{1}{N\sqrt{N}} \sigma_{ш} + \frac{\sigma_{ш}^2}{N}} \right),$$

где $n_{\Phi} + n_T + \sigma_{сч}^2 = \sigma_{ш}^2$ есть дисперсия фоношумовых фотоэлектронов (ФШФ) под маской [1], N — количество кадров, D — вероятность правильного обнаружения, F — вероятность ложной тревоги, $\sigma_{ш}^2$ — дисперсия шумов считывания, n_{Φ} — средний уровень потока фоновых фотоэлектронов (ФЭ), n_T — средний уровень темновых ФЭ, η — квантовый выход приемника, S — площадь апертуры, T — время экспозиции, $\tau_{оп}$ — коэффициент пропускания оптики, τ_a — коэффициент пропускания атмосферы. На третьем этапе, определяем порог как (в том числе) функцию вероятности правильного обнаружения в одном кадре $h_D = n_{сш} - (\sigma_{сш}/\sqrt{2}) \ln 2(1-D)$, где $n_{сш}$ — среднее количество сигнальных и ФШФ под маской, $\sigma_{сш}$ — дисперсия сигнальных и ФШФ под маской. Необходимо осуществлять обработку каждого кадра, постоянно контролируя уровень ложной тревоги по формуле $F = 2^{-1} \exp\{-\sqrt{2}(h_D - n_{ш})/\sigma_{ш}\}$. Когда значение F будет удовлетворять заданным требованиям, принимается решение об обнаружении объекта в заданной постановке задачи. Методика буквально работает при применении алгоритма по движущимся с малыми скоростями объектам. Когда речь идет об объектах, которые за время регистрации кадра оставляют на матрице протяженный след-трек, методика существенно усложняется. Здесь актуальны априорные данные по яркости, скорости и направлению движения объектов. Кроме того, трек может иметь провалы или ложные максимумы, которые обусловлены шумами считывания, дефектом пикселя, космическими частицами. Алгоритм осуществляет адаптацию к этим искажениям и является прецизионным инструментом на заключительном этапе обработки кадров, следующем за астрометрической редукцией. Однако при незначительной доработке алгоритм может обходиться и без астрометрической редукции при наличии мощных вычислительных средств.

Проведено моделирование работы алгоритма по приведенной методике. Показано, что при выборе маска с гауссовским профилем дает существенный выигрыш по сравнению с маской с прямоугольным профилем по времени и качеству обнаружения особенно движущихся объектов. Это обусловлено тем, что при правильном расчете параметров маски осуществляется практически согласованная фильтрация сигнала от объекта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bakut P. A., Vygon V. G., Shargorodskii V. D., Shumilov Yu. P. Statistical Synthesis of the Optimal Algorithm for Detecting Celestial Objects Observed in the Optical Band. — Journal of communications technology and electronics, 2009, v. 54, № 8, p. 925–936.