

**Модификация  
теоретического корреляционного отношения для  
классификации объектов полутоновых изображений**

Бокуть Л. В., Кулешов А. Я.  
Белорусский национальный технический университет

Полутоновое изображение космического снимка участка местности характеризуется значением оптической плотности и его внешним очертанием. В этой связи использование оптимальных интервалов порогового значения яркости и локальной анизотропной фильтрации зон поиска ближайшей точки позволяют получить более качественное контурное представление объектов полутонового изображения и сформировать в процессе отслеживания границ его векторную модель.

В работе рассматриваются вопросы классификации объектов полутоновых изображений на основе модификации известного понятия - теоретического корреляционного отношения (ТКО).

В общей постановке проблема классификации объектов заключается в том, чтобы всю совокупность объектов разбить на сравнительно небольшое число классов, однородных в определенном смысле. Понятие однородности объектов определяют либо заданием расстояния между объектами из рассматриваемой совокупности, либо степенью сходства тех же объектов. В качестве меры сходства исследуемых объектов, когда имеется ограниченное количество экспериментальных данных и их зависимость нелинейная, рекомендуется использовать ТКО:

$$\eta = \sqrt{\frac{\bar{\delta}_i^2}{\sigma^2}},$$

где  $\bar{\delta}_i^2$  - межгрупповая дисперсия;  $\sigma^2$  - общая дисперсия.

В качестве инвариантных информационных признаков воспользуемся весовыми значениями векторов отслеживаемого контура, описываемого аналогично цепному коду.

Экспериментально было получено, что существуют объекты, для которых описания контурных представлений

векторных моделей различны, но значения ТКО будут одинаковы. В таких случаях имеет смысл ввести коэффициент  $k_1$ , расположения вычитаемых векторов в формулы определения средней из частных дисперсий. Введение коэффициента  $k_1$ , расположения вычитаемых векторов является первой модификацией ТКО. Коэффициент  $k_1$ , можно вычислить с помощью следующих формул, причем выбор коэффициента  $k_2$  более предпочтителен:

$$k_1 = \sqrt{\frac{i}{n} \left| \frac{A[i] + B[i]}{S_1 + S_2} \right|}; \quad k_2 = \left\{ \sqrt{\frac{i}{n} \left( \frac{A[i]}{S_1} + \frac{B[i]}{S_2} \right)} \right\}; \quad k_3 = \sqrt{\frac{i}{n}},$$

где  $i$  - порядковый номер вектора исследуемого объекта, для которого разность весовых значений не равна нулю;  $n$  - число векторов эталона или исследуемого объекта (выбирается большее из них);  $S_1$  - сумма весовых значений векторов эталона;  $S_2$  - сумма весовых значений векторов исследуемого объекта. Тогда получим различные значения ТКО для исследуемых объектов  $B_2$  и  $B_3$ :

$$\eta(A, B_2) = \eta(B_2, A) = 0,99437419; \quad \eta(A, B_3) = \eta(B_3, A) = 0,99209212.$$

Второе направление модификации ТКО связано с выполнением требования симметрии меры сходства  $\eta(A, B) = \eta(B, A)$ . Составим следующие дисперсионные отношения:

$$D_1 = \frac{\bar{\sigma}_R^2}{\sigma_R^2}, \quad D_2 = \sqrt{\frac{\sigma_R^2}{\sigma_R^2 + \bar{\sigma}_i^2}}, \quad D_3 = \sqrt{\frac{\bar{\sigma}_i^2}{\sigma_R^2 + \bar{\sigma}_i^2}},$$

где  $\bar{\sigma}_R^2 = \bar{\sigma}_A^2 + \bar{\sigma}_B^2$  - сумма межгрупповой дисперсии эталона (А) и исследуемого объекта (В),  $\sigma_R^2 = \sigma_A^2 + \sigma_B^2$  - сумма общей

дисперсии эталона (А) и исследуемого объекта (В),  $\bar{\sigma}_i^2$  - удвоенная средняя из частных дисперсий.

Рассмотрим следующие модификации ТКО, полученные на основе приведенных выше дисперсионных отношений:

$$\eta_1 = \sqrt{\frac{\bar{\delta}_R^2}{\sigma_R^2}}, \quad \eta_2 = \sqrt{\frac{\sigma_R^2}{\sigma_R^2 + \bar{\sigma}_i^2}}, \quad \eta_3 = \sqrt{\frac{\bar{\delta}_R^2}{\sigma_R^2 + \bar{\sigma}_i^2}}.$$

Важной проблемой при классификации объектов является формирование равномошного множества признаков, так как на практике количество векторов контурного представления исследуемых объектов, как правило, различно. Решить данную проблему можно тремя способами: дополнить недостающие весовые значения векторной модели эталона или исследуемого объекта 1) нулевыми значениями, 2) весовыми значениями начальных векторов направлений векторной модели, имеющей меньшее число векторов, или 3) математическим ожиданием векторной модели. Экспериментальные исследования показали, что выбор дополняющих нулевых и начальных весовых значений векторов не обладает достаточной устойчивостью меры сходства.

Используя дополнение недостающих весовых значений векторов направлений до равномошного множества признаков значениями математического ожидания, а также учитывая коэффициент  $k_2$  расположения вычитаемых векторов, была проведена классификация исследуемых объектов аэрокосмических снимков участков местности по пороговым показателям меры сходства, определяемой предложенными модифицированными ТКО. Экспериментально было установлено, что применение модифицированного ТКО  $\eta_3$  повышает чувствительность идентификации исследуемых объектов в 1,672 раза относительно модифицированного ТКО  $\eta_M$  и в 2,14 раз относительно модифицированного ТКО  $\eta_2$ .