

М. Ю. Пахнушева (Санкт-Петербург, СПбГУ). **Применение методов геометрических инвариантов для анализа интерферограмм в полосах конечной ширины.**

Одним из универсальных подходов к анализу и идентификации изображений является метод геометрических инвариантов. Набор из семи инвариантов $\{M_1-M_7\}$ обозначим (1) [1], из трех инвариантов $\{I_1-I_3\}$ обозначим (2) [2], значения которых ставятся в соответствие конкретному изображению, позволяют переходить из пространства образов в пространство инвариантов. Универсальность данного подхода позволяет применять его как для анализа фигур общего вида, так и для штриховых изображений, например, букв и цифр. В данном докладе предлагается применение метода геометрических инвариантов к решению задач экспериментальной газодинамики — расшифровке интерферограмм в полосах конечной ширины.

Известно, что один из ключевых этапов расшифровки интерферограмм — выделение интерферограммы настройки, которая представляет собой изображение, состоящее из эквидистантных темных полос. И если знать код такого изображения в пространстве инвариантов, то можно с большой вероятностью утверждать, что рассматриваемое изображение является интерферограммой настройки.

Аппроксимируем интерферограмму настройки изображением, на котором полосы длины b и ширины a находятся в центрах с координатами c_i , $i = 1, 2, \dots, k$ (см. рис.).

Тогда для инвариантов справедливы следующие выражения:

$$\begin{aligned} M_1 &= \frac{a^2 + b^2}{12abk^2} + \tilde{\eta}_{02}, & M_2 &= \frac{a^4 + b^4}{144(abk)^2} - \frac{ab}{72abk^2} + \frac{(a^2 - b^2)\tilde{\eta}_{02}}{6abk} + \tilde{\eta}_{02}^2, \\ M_3 &= \frac{4\bar{y}^6}{(abk)^3} + \frac{4\bar{y}^3\tilde{\eta}_{03}}{(abk)^{3/2}} + \tilde{\eta}_{03}^2, & M_4 &= M_3, \\ M_5 &= -2 \left(\frac{16\bar{y}^{12}}{(abk)^6} + \frac{32\bar{y}^9\tilde{\eta}_{03}}{(abk)^{9/2}} + \frac{24\bar{y}^6\tilde{\eta}_{03}^2}{(abk)^3} + \frac{8\bar{y}^3\tilde{\eta}_{03}^3}{(abk)^{3/2}} + \tilde{\eta}_{03}^4 \right), \\ M_6 &= -\frac{4\bar{y}^6(b^2 - a^2)}{12(abk)^4} - \frac{4\bar{y}^3(b^2 - a^2)\tilde{\eta}_{03}}{12(abk)^{5/2}} - \frac{\tilde{\eta}_{03}(b^2 - a^2)}{12abk} \\ &\quad + \frac{4\bar{y}^6\tilde{\eta}_{02}}{(abk)^3} + \frac{4\bar{y}^3\tilde{\eta}_{02}\tilde{\eta}_{03}}{(abk)^{3/2}} + \tilde{\eta}_{02}\tilde{\eta}_{03}^2, & M_7 &= 0, \end{aligned}$$

где

$$\begin{aligned} \bar{y} &= \frac{m_{01}}{m_{00}} = \frac{ab \sum_{i=1}^k kc_i}{kab} = \frac{\sum_{i=1}^k c_i}{k}, & \tilde{\eta}_{02} &= \frac{\sum_{i=1}^k c_i^2 - k\bar{y}^2}{abk^2}, \\ \tilde{\eta}_{03} &= \frac{\sum_{i=1}^k c_i^3 - 3\bar{y} \sum_{i=1}^k c_i^2}{(ab)^{3/2}k^{5/2}}. \end{aligned}$$

А значения инвариантов $\{I_1-I_3\}$ будут равны:

$$I_1 = \frac{1}{144k^2} + \frac{1}{12k^3a^2} \left(\sum_{i=1}^k c_i^2 - k\bar{y}^2 \right), \quad I_2 = I_3 = 0.$$

Для случая интерферограммы настройки с бесконечным числом полос получаем следующие предельные значения инвариантов: $M_1 = 1/3$, $M_2 = M_3 = M_4 = M_5 = M_6 = M_7 = 0$, а $I_1 = 1/36$, $I_2 = I_3 = 0$.

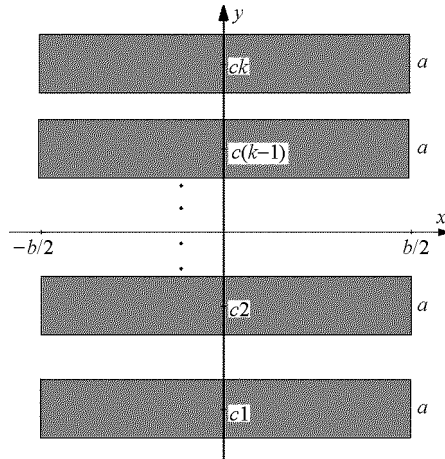


Рис. Модель интерферограммы настройки

Численные вычисления и моделирование подтвердили справедливость аналитически полученных значений.

Таким образом, при обращении к инвариантам уменьшается доля адаптивного анализа в идентификации интерферограммы настройки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Hu M.* Visual pattern recognition by moment invariant. — IRE Trans. Inf. Theory, 1962, v. 8, p. 179–187.
2. *Flusser J., Suk T.* Pattern recognition by affine moment invariants. — Pattern Recognition, 1993, v. 26, № 1, p. 167–174.
3. *Жигалко Е. Ф., Пахнушева М. Ю.* Исследование свойств метода моментных инвариантов применительно к линейной классификации и идентификации изображений. — Обозрение прикл. и промышл. матем., 2009, т. 16, в. 2, с. 327–329.