



УДК 612.844.2

АЛГОРИТМ ВИЗНАЧЕННЯ ФУНКЦІЇ ХВИЛЬОВИХ АБЕРАЦІЙ

Студ. В.І. Ковальський

Наук. керівник доц. Яганов П.О.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Надзвичайно важливе значення має вимірювання аберацій ока для забезпечення корекції зору. В аберометрії методи визначення функції хвильових аберацій базуються на використанні результатів вимірювань поперечних аберацій променю у площині зображень, що дає змогу апроксимувати функцію хвильового фронту поліномами Церніке, коефіцієнти якого встановлюють аберації оптичної системи ока [1].

Для діагностики оптичної системи ока використовують аберометри, що являють собою складні апаратно-програмні комплекси. Наразі актуальним є розробка менш вартісних аберометрів, що є доволі простими та базуються на типових рішеннях. Одним із ключових елементів при створенні даного комплексу є розробка програмної частини, що втілює алгоритм знаходження функції хвильових аберацій.

Розглянемо алгоритм, що дозволяє визначити функцію хвильових аберацій із даних координат променів, спрямованих на зіницю ока, та відповідних поперечних аберацій (δ_y' та δ_x') на поверхні сітківки.

1. Із вихідних даних поперечних аберацій δ_y' та δ_x' для заданої кількості q точок на поверхні сітківки утворюємо матрицю F :

$$F_{(2q,1)} = [\delta_y'(\rho_1, \varphi_1) \quad \dots \quad \delta_y'(\rho_q, \varphi_q) \quad \dots \quad \delta_x'(\rho_1, \varphi_1) \quad \dots \quad \delta_x'(\rho_q, \varphi_q)]^T \quad (1)$$

2. На основі даних про показник заломлення скловидного тіла ока, радіусу очного яблука та координат на зіниці формуємо матрицю A [2]:

$$A_{(2q,t)} = \begin{bmatrix} a_{yy}^{11}(\rho_1, \varphi_1) & a_{yx}^{11}(\rho_1, \varphi_1) & \dots & a_{yy}^{nm}(\rho_1, \varphi_1) & a_{yx}^{nm}(\rho_1, \varphi_1) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ a_{yy}^{11}(\rho_q, \varphi_q) & a_{yx}^{11}(\rho_q, \varphi_q) & \dots & a_{yy}^{nm}(\rho_q, \varphi_q) & a_{yx}^{nm}(\rho_q, \varphi_q) \\ a_{xy}^{11}(\rho_1, \varphi_1) & a_{xx}^{11}(\rho_1, \varphi_1) & \dots & a_{xy}^{nm}(\rho_1, \varphi_1) & a_{xx}^{nm}(\rho_1, \varphi_1) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ a_{xy}^{11}(\rho_q, \varphi_q) & a_{xx}^{11}(\rho_q, \varphi_q) & \dots & a_{xy}^{nm}(\rho_q, \varphi_q) & a_{xx}^{nm}(\rho_q, \varphi_q) \end{bmatrix} \quad (2)$$

3. Визначаємо матрицю C методом найменших квадратів, використовуючи матриці A та F у наступному рівнянні:

$$C = (A^T A)^{-1} (A^T F^T) \quad (3)$$

В результаті отримуємо матрицю наступного виду:

$$C_{(t,1)} = [C_{y11} \quad C_{x11} \quad \dots \quad C_{ynm} \quad C_{xnm}] \quad (4)$$

де C_{ynm} та C_{xnm} – коефіцієнти при поліномах, що визначають відповідні аберації.

4. Переходимо до безпосереднього розрахунку функції хвильових аберацій $W(\rho, \varphi)$:

$$W(\rho, \varphi) = \sum_n \sum_m R_n^m(\rho) N_n^m [C_{ynm} \cos m\varphi + C_{xnm} \sin m\varphi], \quad (5)$$

де $R_n^m(\rho)$ – поліноми Церніке, N_n^m – нормуючі коефіцієнти.

Отже, розглянуто алгоритм розрахунку функції хвильових аберацій, який вже став основою для створення нового програмного продукту у середовищі програмування LabVIEW, що може знайти застосування не тільки у медицині, а й у інших галузях зв'язаних із вимірюванням аберацій оптичних систем.

ЛІТЕРАТУРА:

1. І.Г. Чиж, Г.С. Тимчик, Т.О. Шиша та ін. «Аберометрія оптичної системи ока людини: моногр.» – К.: НТУУ «КПІ», 2013. – 292 с.
2. V. V. Molebny, I. G. Pallikaris, L. P. Naoumidis, I. H. Chyzh, S. V. Molebny, V. M. Sokurenko «Retina ray-tracing technique for eye-refraction mapping».