

ПОХИБКИ ВИМІРЮВАНЬ У КООРДИНАТНО-ВИМІРЮВАЛЬНИХ МАШИНАХ

У статті розглянуто безконтактний спосіб контролю геометричних параметрів поверхонь деталей. Точність даного методу залежить від наявності шумів. Контроль нерівності поверхні забезпечується залежністю інтенсивності розсіювання світла при відбитті його від мікронерівностей поверхні. Чим більше мікронерівностей, тим більше розсіювання світла. Аналіз отриманих даних та співставлення одержаних результатів із похибкою забезпечується використанням різних методів із математичним описом розподілів, які характеризують чутливість вимірювального приладу та впливу шумів.

In this article is considered the contactless way of the control of geometrical parameters of surfaces of details. Precision of the given method depends on presence of noise. The control of roughness of a surface is provided with dependence of intensity of dispersion of light at its reflection from microroughnesses of a surface. Than more are microroughnesses, more is dispersion of light. The analysis of the received data and comparison of the received results with a margin error is provided with use of different methods with the mathematical description of distributions which characterize sensitivity of the measuring device and influence of noise.

Вступ

У сучасних умовах при обробці виробів і поверхонь складної форми, до точності, виконання яких пред'являються високі вимоги, застосовуються універсальні або спеціальні вимірювальні засоби, що роблять дискретний контроль положення крапок або окремих перетинів оброблюваних поверхонь. Звичайно такі вимірювальні прилади являють собою складні механічні пристрої, оснащені щупом, що рухається по поверхні виробу від крапки до крапки й при цьому фіксується абсолютне відхилення голівки щупа від деякого базового положення. Іноді замість щупа застосовується набір стрижнів або лазерна голівка. Універсальні пристрої контролю, побудовані на цій основі, вимагають створення спеціальних механічних конструкцій, захисту від вібрацій. Як правило, дані пристрої застосовуються при вимірі внутрішніх розмірів або відстаней між отворами.

Використовуючи безконтактний спосіб вимірювання даних стикаємось із функціональним розподілом отриманих даних. При зборі інформації даним методом, суттєвий вплив на загальну похибку складають шуми.

Однієї з істотних складових похибки вимірів лінійних розмірів об'єкта, заснованих на обробці зображень, є координатні спотворення. Максимальна відносна похибка виміру лінійних розмірів, зумовлена координатними спотвореннями, буде спостерігатися при вимірі об'єктів, що перебувають у кутових областях зображення.

Оптична система дає змогу контролювати шорсткість (нерівність) поверхні. Це забезпечується залежністю інтенсивності розсіювання світла при відбитті його від мікронерівностей поверхні (рис. 1). Чим більше мікронерівностей, тим більше розсіювання світла від поверхні й тем менше його попадає на фотоматрицю. Залежність інтенсивності відбитого світла від кута спостереження з достатньою

точністю може бути представлена кривою Гаусса (рис. 2).

$$I(\alpha) = \frac{A}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\alpha - \frac{\pi}{2})^2}{2\sigma^2}}$$

де A — константа, що характеризує максимальне значення інтенсивності відбитого світла $I(\alpha)$; σ — середньоквадратичний розподіл інтенсивності відбитого сигналу; α — кут спостереження.

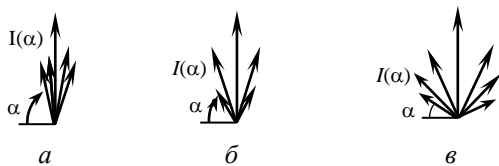


Рис. 1. Залежність інтенсивності розсіювання світла при відбитті його від мікронерівностей поверхні

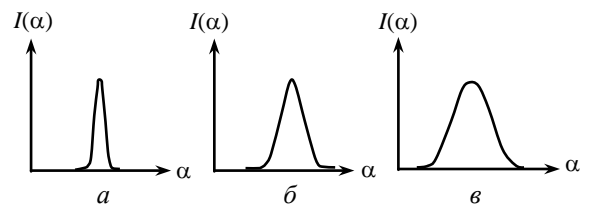


Рис. 2. Залежність інтенсивності відбитого світла від кута спостереження

Безконтактний спосіб вимірювання

Даний спосіб заснований на вимірі різного хвильового випромінювання. Для виміру випромінювання застосовують різні датчики сприймаюче випромінювання в певних діапазонах.

При використанні безконтактного способу, для характеристики використовують різні методи з математичним описом розподілів, які характеризують чутливість вимірювального органа, співвідношення сигнал—шум і вплив інших зовнішніх факторів.

Як приклад приведемо: пуассонівський, синусоїдальний розподіл при гауссівському сигналі який моделюється, шляхом доповнення пуассонівськими розподілами тла й сигналу, а також уведенням реальних розподілів фону, сигналу й чутливості.

Пуассонівський розподіл має місце при невеликій кількості фотонів, що попадають на кожний елемент матричного фотоприймача.

Це можна записати у вигляді:

$$p(Y = m) = (a^m / m!) e^{-a} \quad \text{для } m = 0, 1, 2, \dots,$$

де a — математичне очікування пуассонівської випадкової величини.

Моделювання пуассонівської випадкової величини проводилося в такий спосіб: виходячи з умови поставленого завдання визначаються параметри потім розраховуються ймовірності $p(Y = m)$ для

$m = 0, 1, 2$ і т.д. для якоїсь досить великої кількості фотонів. У даній моделі $m_{\max} = 100$, для якого досягається цілком прийнятна точність обчислення при порівняно високій швидкодії алгоритму.

Так як
$$\sum_{m=0}^{m_{\max}} p(Y = m) \approx 1.$$

Наступний крок моделювання складається з розбивки відрізка прямої від 0 до 1 на частини відповідно з отриманими ймовірностями й генерації рівномірно розподіленого випадкового числа від 0 до 1. Залежно від того, на яку частину відрізка потрапило це число, і вибирається значення шуканої випадкової величини. Очевидно, що вона буде розподілена відповідно до пуассонівського закону.

У моделі із синусоїдальним розподілом чутливості:

$$G(i, j) = G_1 \sin(2\pi(i \cdot \cos A + j \cdot \sin A)/T) + F_0 + G_0,$$

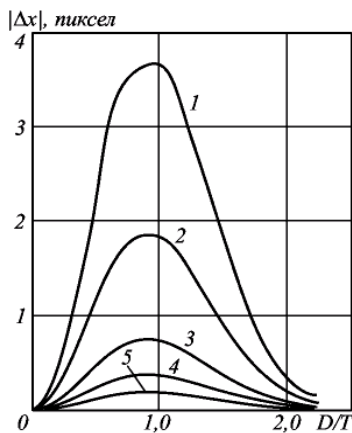


Рис. 3. Залежність похибки виміру координат енергетичного центра освітленості при синусоїдальному розподілі чутливості й гауссівському сигналі. 1-5- $G_1/G_0 = 1; 0,5; 0,2; 0,1; 0,05$ відповідно

де G_0, T, A, F_0 — параметри розподілу, що задаються в обчислювальному експерименті; i й j — дискретні координати по осях Ox і Oy , відповідно, максимальна глибина модуляції чутливості досягається при $G_1 = G_0$, що й зумовило вибір параметрів моделі. Обчислювальний експеримент проводиться для $G_1 = G_0 = 1; 0,5; 0,2; 0,1; 0,05$.

Якщо причиною синусоїдального розподілу чутливості виступають інтерференційні явища, то для лазерних джерел випромінювання, у силу їхньої високої когерентності, випадки $G_1 = G_0 = 1$ зустрічаються досить часто.

Синусоїдальний розподіл чутливості можна інтерпретувати як просторовий фільтр, відгук якого на зовнішній вплив буде екстремальним при збігу його просторового періоду з характерним розміром зображення, що надходить на вхід цього фільтра. Тому результати обчислювального експерименту представлялися в координатах: по осі абсцис D/T , де D — діаметр пучка, а T — просторовий період зміни чутливості; по осі ординат відкладений модуль абсолютної похибки виміру координат ЕЦО в пікселях.

Висновок

Похибка обчислення геометричних параметрів енергетичного центра освітленості при пуассонівському і нормальному розподілі тла не залежать від характеру й параметрів розподілу, таких як середнє значення числа фонових фотонів і дисперсія, інтенсивності тла, а вирішальний вплив на погіршність робить співвідношення сигнал—шум

ЛІТЕРАТУРА

1. Афонин В. Л., Макушкин В. А. Интеллектуальные робототехнические системы Интернет-университет информационных технологий. — ИНТУИТ, 2005.
2. Колмогоров А. Н., Фомин С. В. Элементы теории функций и функционального анализа. — М.: Наука, 1981.
3. Кузин Л. Т. Основы кибернетики. — Том 1. — М.: Энергоатомиздат, 1994.

4. *Лобанов А. Н.* Фотограмметрия. — М. : Недра, 1984.