

КОНТРОЛЬ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ МАЛОГАБАРИТНИХ ОБ'ЄКТІВ СКЛАДНОЇ ФОРМИ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ СУБПІКСЕЛЬНОГО ВИМІРЮВАННЯ

Ірина Сухоцька, аспірантка кафедри електроніки, Вінницький
національний технічний університет (ВНТУ), Україна

Йосип Білинський, д.т.н., професор, завідувач кафедри електроніки,
ВНТУ, Україна

На сьогодні, область вимірювань геометричних параметрів характеризується великим числом вимірювальних задач, методів і досліджуваних об'єктів. Визначення геометричних параметрів малогабаритних об'єктів складної форми за допомогою методів візуалізації в сучасних вимірювальних технологіях набуває широкого розповсюдження. Основною проблемою знаходження геометричних параметрів об'єктів є те, що їх розміри знаходяться на межі просторового розширення систем реєстрації. Крім того, розмір поверхні, вимірюваний у самого краю, не завжди є тим дійсним розміром поверхні, за допомогою якої деталь виконує своє функціональне призначення. При спробі провести вимір в перетині, розташованому нижче верхньої межі об'єкта, зображення зони візування стає нечітким, розмитим через вплив точок об'єкта, розташованих вище фокальної площини об'єктива.

Зазвичай, координати зображення точки об'єкта визначаються з точністю до пікселя або $1/2$ пікселя, що не завжди є достатнім [1]. Тому в роботі пропонується застосувати додаткове тіло, що вводиться в зону вимірювання оптичного мікроскопа та дозволяє підвищити точність візування, і використати субпіксельний метод для визначення координати краю зображення об'єкта, що дозволить підвищити точність знаходження геометричних параметрів.

Одним з основних геометричних параметрів є площа, оскільки характеризує загальні розміри об'єкта. За традиційними способами обчислення площа визначається як сума всіх пікселів об'єкта за винятком граничних [2]

$$S = \sum_{\text{об'єкт}} \begin{cases} \frac{1}{2} \text{unit} & \text{— для діагональних пікселів;} \\ \text{unit} & \text{— в іншому випадку.} \end{cases}$$

А з врахуванням субпіксельного зміщення [3] площа об'єкта буде визначатись як

$$S = \sum_{\text{об'єкт}} \left(\frac{1}{2} \pm \frac{\delta}{10} \right) \text{unit},$$

де δ – субпіксельне зміщення.

Багато характеристик є похідними від площі, наприклад, діаметр визначається за формулою

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot \sum_{\text{об'єкт}} \left(\frac{1}{2} \pm \frac{\delta}{20} \right) \text{unit}}{\pi}}.$$

Компактність описує форму об'єкта та визначається як відношення площі об'єкта до площі кола з однаковими периметрами, оскільки коло вважається об'єктом самої компактної форми (для нього компактність дорівнює 1)

$$C = \frac{4 \cdot \pi \cdot S}{P^2} = \frac{4 \cdot \pi \cdot \sum_{\text{об'єкт}} \left(\frac{1}{2} \pm \frac{\delta}{20} \right) \mu_{nit}}{P^2},$$

де P – периметр об'єкта, що рівний периметру кола.

Еліптичність обчислюється за допомогою центральних моментів. Результат обчислення може змінюватися від 0 до 1.

$$E = \frac{(\mu_{02} - \mu_{20})^2 + 4 \cdot \mu_{11}}{S} = \frac{(\mu_{02} - \mu_{20})^2 + 4 \cdot \mu_{11}}{\sum_{\text{об'єкт}} \left(\frac{1}{2} \pm \frac{\delta}{20} \right) \mu_{nit}},$$

де μ_{02} , μ_{20} та μ_{11} – центральні моменти.

Для протяжних об'єктів, в поздовжньому перетині багато вимірювань мають свою специфіку, наприклад довжина звичайного об'єкта визначається як максимальна відстань між двома точками об'єкта, в той же час основний фізичний зміст мають довжина й товщина розгорнутого, витягнутого об'єкта [2]. Така довжина (L) відповідає розмірам середньої лінії, а товщина (W) – мінімальній відстані між двома граничними точками всередині об'єкта і може визначатися як

$$L = \frac{P - \sqrt{P^2 - 16 \cdot S}}{4} = \frac{P - \sqrt{P^2 - 16 \cdot \left(\sum_{\text{об'єкт}} \left(\frac{1}{2} \pm \frac{\delta}{20} \right) \mu_{nit} \right)}}{4},$$

$$W = \frac{S}{L} = \frac{4 \cdot \left(\sum_{\text{об'єкт}} \left(\frac{1}{2} \pm \frac{\delta}{20} \right) \mu_{nit} \right)}{P - \sqrt{P^2 - 16 \cdot \left(\sum_{\text{об'єкт}} \left(\frac{1}{2} \pm \frac{\delta}{20} \right) \mu_{nit} \right)}}.$$

Отже, використання запропонованого методу знаходження субпіксельних координат контурних точок зображення об'єкта для визначення геометричних параметрів мікрооб'єктів дозволяє зменшити похибку до 10% ширини пікселя, а використання щупа – контролювати параметри з високою точністю.

Література

1. Бондаренко И.Д. Принципы построения фотоэлектрических автоколлиматоров / И.Д. Бондаренко. – Мн. :Изд-во «Университетское». – 1984. – 190 с.
2. Абламейко С.В., Недзьведь А.М. Обработка оптических изображений клеточных структур в медицине / С.В. Абламейко, А.М. Недзьведь. – Мн.: ОИПИ НАН Беларуси, 2005. – 156с. – ISBN 985-6744-09-1.
3. Білінський Й.Й., Сухоцька І.В., Юкиш С.В. Метод знаходження субпіксельних координат контурних точок зображення об'єкта, отриманих тактильно-оптичним сенсором / Й.Й. Білінський, І.В. Сухоцька, С.В. Юкиш // Вісник Кременчуцького національного університету ім. Михайла Остроградського. – вип. 3. – 2014. – С.94-99. – ISSN 1995-0519.