

УДК.383.8:621.396.96:621.396.6

ОЦІНКА ТОЧНОСТІ ТРИВИМІРНОЇ РЕКОНСТРУКЦІЇ ПОВЕРХНІ ЗА ТРІАДОЮ ЇЇ ЗОБРАЖЕНЬ

Н. Р. Грабовська, аспірант

Фізико-механічний інститут ім. Г.В.Карпенка НАНУ
natahagr@gmail.com

Ю. В. Лисак, к.т.н., н.с.

Фізико-механічний інститут ім. Г.В.Карпенка НАНУ
ylysak@ipm.lviv.ua

Р. В. Торська, м.н.с.

Фізико-механічний інститут ім. Г.В.Карпенка НАНУ
roxana.torska@gmail.com

У статті проведено оцінку похибки тривимірної реконструкції поверхні за тріадою зображень, в залежності від бокових напрямків освітлення, застосованих для відеозйомки зображень.

Hrabovcska N. R, Lysak Y. V, Torska R. V. An estimation of exactness of three-dimensional surface reconstruction on triad of images. This estimation of reconstruction is got, if the lateral direction of illumination of video recording is given and if the error of this direction is given.

Ключові слова: ТРИВИМІРНА РЕКОНСТРУКЦІЯ, ЗОБРАЖЕННЯ, ПОХИБКА .

Keywords: THREE-DIMENSIONAL RECONSTRUCTION, IMAGES, THE ERROR.

Одним з методів отримання тривимірної форми предмету на основі аналізу його зображень є запропонований в [1] метод 3D реконструкції за тріадою зображень. Для відеозйомки зображень використовуються три напрямки освітлення-вертикальний та два бокові. Сама реконструкція відбувається шляхом інтегрального накопичення реконструйованих горизонтальної та вертикальної похідної вектора нормалі. При

практичній реалізації цієї реконструкції необхідно врахувати похибки, які індуковані відхиленням кожного з трьох напрямків освітлення від технологічно запланованого значення.

На данному етапі такого аналізу точності і **метою** цієї роботи є оцінка похибки визначення похідних поверхні при її реконструкції за тріадою зображень в залежності від бокового напрямку освітлення. Реконструкція оцінок похідних за тріадою зображень має наступний вигляд [1]

$$p = \frac{L_{z1e}}{L_{x1e}} - \frac{k}{L_{x1e}} \frac{I_{\lambda 1} - I_a}{I_{\lambda 0} - I_a}, \quad (1)$$

$$q = \frac{L_{z2e}}{L_{y2e}} - \frac{k}{L_{y2e}} \frac{I_{\lambda 2} - I_a}{I_{\lambda 0} - I_a}, \quad (2)$$

де $I_{\lambda 0}, I_{\lambda n}, I_a, L_{xne}, L_{zne}, k, n = 1, 2$ параметри реконструкції визначаються наступним чином. Послідовною змінною освітлення дифузного об'єкта джерелом світла $L_m, m=0,1,2$ ($L_0 = (0, 0, 1), L_1 = (L_{x1e}, 0, L_{z1e}), L_2 = (0, L_{y2e}, L_{z2e})$) відеозйомкою отримується тріада зображень $I_{\lambda m}$, кожне з яких формально описується ламбертівською моделлю відбиття світла від поверхні $I_{\lambda m} = I_a + I_{p\lambda} k_d (N \bullet L_m)$, де I_a - інтенсивність розсіяного світла; $I_{p\lambda}$ - інтенсивність джерела освітлення; k_d - дифузний коефіцієнт; N - одиничний вектор нормалі до поверхні $F(x, y, z) = 0$ у досліджуваній точці,

$$N = \{-p/o, -q/o, 1/o\}, \text{ тут } o = \sqrt{p^2 + q^2 + 1}, \quad p = \frac{\partial z}{\partial x}, \quad q = \frac{\partial z}{\partial y}.$$

У реконструкції застосовано такі джерела світла, що забезпечують $k = I_{p\lambda n} / I_{p\lambda 0} = L_{zne}, n=1,2$. Використовуючи зображення $I_{\lambda 0}$ зі штучним затіненням, можна визначити інтенсивність фону I_a і завершити реконструкцію похідних. На практиці під час зйомки виникають відхилення напрямків освітлення від запланованих значень. В цій ситуації для опису вектору напрямку світла L скористаємось описом [2]: $L = \{-P/O, -Q/O, 1/O\}$, тут $O = \sqrt{P^2 + Q^2 + 1}, P = -ctg\theta$,

$Q = -ctg\theta$ де θ - кут напрямку світла в площині XZ , а θ - в площині YZ . Коли $L_1(P_e, Q_e) \rightarrow \tilde{L}_1(P, Q)$, де $L_1(P_e, Q_e)$ - заплановане значення, то

$$p(P_e, Q_e) = \frac{L_{z1e} I_{\lambda 0} - I_{\lambda 1}(P_e, Q_e)}{L_{x1e} I_{\lambda 0} - I_a} \rightarrow p(P, Q) = \frac{L_{z1e} I_{\lambda 0} - I_{\lambda 1}(P, Q)}{L_{x1e} I_{\lambda 0} - I_a}.$$

Нехай технологічно заплановано $P_e = -1$, $Q_e = 0$. Застосуємо для оцінки точності реконструкції p розклад функції $p(P, Q)$ в ряд Тейлора. Нехтуючи в ряді Тейлора малими членами, визначимо відносну похибку обрахунку горизонтальної похідної

$$\delta p = \delta p_p + \delta p_Q = \frac{(1+P)(1+p)}{2\sqrt{2}p} + Q \frac{q}{\sqrt{2}p}. \quad (3)$$

На основі подібності рівнянь (1) та (2), визначено відносну похибку обрахунку вертикальної похідної викликану змінами напрямку $L_2(P, Q)$.

$$\delta q = \delta q_Q + \delta q_P = \frac{(1+Q)(1+q)}{2\sqrt{2}q} + P \frac{p}{\sqrt{2}q}. \quad (4)$$

В результаті аналізу відносних похибок (3), (4) з використанням технічних характеристик системи тривимірної реконструкції та пристрою бокового променя проведено розрахунок оцінки похибки реконструкції похідних поверхні досліджуваного об'єкта. В результаті аналізу отриманої залежності представлені рекомендації по встановленню експлуатаційних меж кутових відхилень напрямків освітлення та формуванню діапазонів реконструкції похідних.

Література

1. Неруйнівний контроль стану поверхонь, уражених корозійними пітингами /Б.П. Русин, Н.П. Ануфрієва, Н.Р. Грабовська, В.Г. Іванюк // Фіз.-хім. механіка матеріалів. – 2013 –№4 –С. 90–96.

2. Похибка тривимірної реконструкції поверхні тріщини за тріадою зображень /Грабовська Н.Р., Русин Б.П., Іванюк В.Г., Капшій О.В.//Радіоелектроніка і інформатика–2015.–№2.–С. 58–63.