

移動縞投影法による大型構造物の形状計測の検討

Investigation of Shape Measurement of Large Structure by Moving Fringe Projection Method

宇大工¹, 宇大 CORE² ○青木 皓志¹, 茨田 大輔^{1,2}Utsunomiya Univ.¹, CORE, Utsunomiya Univ.², ○Koshi Aoki¹, Daisuke Barada²

E-mail: barada@cc.utsunomiya-u.ac.jp

縞投影法は、立体形状計測方法として非常に有用であることが知られている。しかし、建築物など大きな構造物の形状を取得する場合、構造物全体を一度に撮影しようとする、細かい縞を撮影することができない。そのため、精度が悪くなり、構造物の大きさや精度はトレードオフの関係となる。本研究では、位相が時間変化する縞を投影しながら、連続的に複数枚撮影した画像を用い、それをつなぎ合わせることで、大型構造物の形状計測を行うことを検討する。

撮像素子の各画素にはいる光線は、画素とレンズの主点を結ぶ直線に平行である。その直線上の位置を媒介変数 l を用いて

$$x = a_x l + x_0 \quad (1)$$

$$y = a_y l + y_0 \quad (2)$$

$$z = a_z l + z_0 \quad (3)$$

と表現すると、ここで、 (x_0, y_0, z_0) は基準位置、 a_x, a_y は画素位置に依存する係数、 a_z は $l = 1$ のときの z 位置を定義する定数である。また、この光線と投影面との交点を (x_s, y_s, z_s) とする。また、プロジェクターの主点位置を (x_p, y_p, z_p) とすると、投影される縞は、

$$I = a \cos \phi + b \quad (4)$$

$$\phi = K(x_s - x_p + y_s - y_p) - \omega t \quad (5)$$

$$K = \frac{K_0}{k(z_s - z_p)} \quad (6)$$

と書ける。ここで、 $a, b > a$, k は定数である。また、 ϕ は投影する縞の位相であり、縞は角周波数 ω でシフトさせるとする。この縞を時間と空間 2 次元の 3 次元フーリエ解析すると、 ϕ



Fig. 1: Fringe pattern

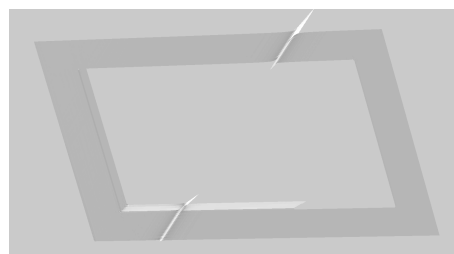


Fig. 2: Reconstructed shape

の時間と空間 2 次元における勾配が得られ、勾配を時間と空間 2 次元の三次元空間で線積分すると、 ϕ が得られる。この ϕ より、式 (1), (2), (3), (5) を使って各画素に対応する l および投影面との交点 (x_s, y_s, z_s) を求めることができる。この交点をつなぎ合わせることで、立体構造物の形状を再構成することができる。ただし、 ϕ の勾配を線積分する際、線積分の始点は既知でなければならない。この始点については、別の方法で求めておく必要がある。

本稿では、計算機内で模擬構造物を生成し、提案手法によって形状の再構成を行った。模擬構造物として横 2000mm、縦 1000mm、奥行 100mm の枠を用いた。Fig.1 は、縞投影した画像例である。また、この縞画像より形状を再構成した結果を、Fig.2 に示す。この結果より部分的に再構成可能であることがわかり、複数枚の画像をつなぎ合わせることで全体の形状を再構成可能となる。