

表面下散乱の抑制による三次元形状計測の高精度化

学籍番号：90116139 佐藤（宏）研究室 古瀬 達彦

1 はじめに

近年、三次元形状計測のニーズが高まっている。そのためさまざまな計測手法が提案され、産業分野で実用化されているものもある。中でも特に多く用いられているスリット光投影法は投影した光が物体の表面で反射する位置を観測することによって計測を行う。しかし一般に物体の表面で反射した光には、入射光が物体の表面に達し、その点で反射する直接反射成分の他に、間接反射成分が含まれている。間接反射成分とは入射した光が物体内部で散乱したり、複数回の反射を繰り返すことにより、到達した点とは異なる点から射出される光のことを言う。この影響により間接反射成分を含む物体やシーンでは投影光が物体表面に到達する点と反射する点がずれるため計測精度が悪化する。そこで本研究では間接反射成分のうち相互反射や表面下散乱を抑制して精度良く計測を行うため、空間的な明暗配置をもつ高周波スリット光を用いる。

2 提案手法

Nayarらは空間的な高周波パターンを投影することによって直接反射成分と間接反射成分を分離できると述べている。そこでNayarの手法を応用し、図1のようにスリット光を点線状にすることによって高周波パターンとし、直接反射成分と間接反射成分を分離して計測を行う。処理の流れとしては、高周波スリット光をスリットに沿う方向にシフトしながら撮影を行い、得られた輝度値に正弦波関数を当てはめて明暗変化の振幅を求め、この値を重みに利用してスリットの重心を算出する。

次に、M系列スリット光を用いた計測も同様に行った。この方法ではM系列の自己相関性の高さを利用して、投影したパターンと時系列的に観測された輝度値との相関を求めることによってスリットの位置を算出し計測を行う。

また高周波パターンを投影することによって直接反射成分と間接反射成分を分離することは可能であるが、具体的にどのような高周波パターンを用いるのが望ましいのかは分かっていない。そこで投影パターンを入力、観測される輝度値を出力とするような線形システムを考え、フーリエ変換を用いて解析を行った。

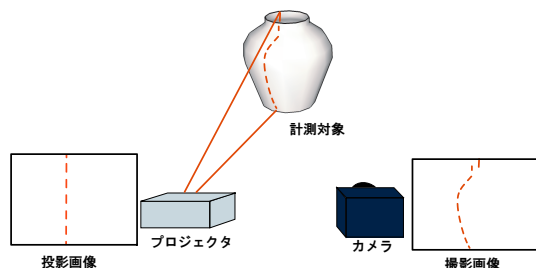


図1 提案システム

3 実験

暗室環境下で、従来のスリット光、高周波スリット光を用いて計測を行った。その結果を図2、図3に示す。相互反射のためスリット光で凹部で誤差が生じるが、高周波スリット光では現れていない。

解析結果のグラフ(図4、図5)も示す。各周波数においてスペクトルをスリット中心で正規化したグラフである。このグラフを見ると、高周波成分ではスリット中心からずれると急激に減衰していることがわかる。そのため高周波パターンを用いると間接反射成分の影響を抑制できる。

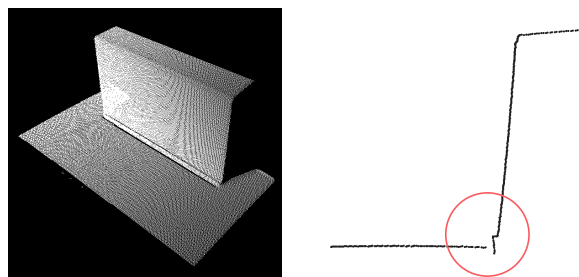


図2 従来スリット光での計測結果と断面図

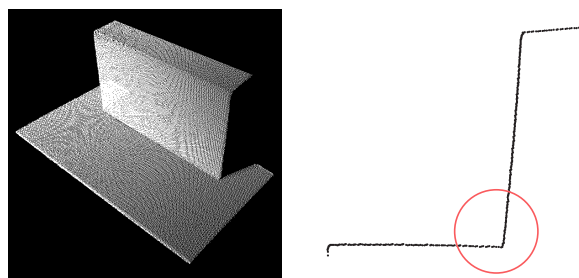


図3 高周波スリット光での計測結果と断面図

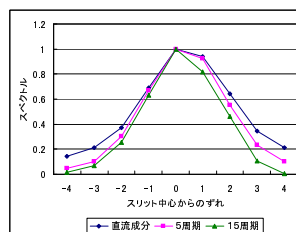


図4 紙

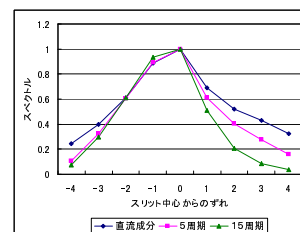


図5 発泡スチロール

4 まとめと今後の課題

高周波スリット光を用いることによって従来のスリット光投影法より精度良く計測可能であるということが確認された。しかしM系列を用いたスリット光では全周波数成分を含むため、低周波成分の影響により計測精度が悪いということが確認された。また解析によって直接反射成分と間接反射成分を分離するのに適している周波数を見つけることができた。問題点として現状の高周波スリット光では計測時間がかかるため実用的ではない。そのため計測の高速化が課題となる。