

光変調・同期検出方式による高速・連続3次元計測法

3R-2

清水 優、 荒木 和男
中京大学情報科学部

1. はじめに

筆者らは、スリット光投影法を用いた高速かつ連続的に計測できる3次元計測装置を開発し、その有効性を確認した⁽¹⁾⁽²⁾。しかし、遠距離や自然光の下での計測にいくつかの課題を残している。そこで、これらの課題を解決し、あわせて、スリット光投影法特有の死角の問題を軽減するための多光源化を容易にする1手法として、光変調・同期検出方式による計測法を提案する。

2. 光変調・同期検出方式リアルタイム4次元計測法

2.1 スリット光投影法の高速化

筆者らの計測装置はスリット光投影法に基づいている。スリット光投影法は、スリット光を対象物体に投影し、そのときのスリット光の角度情報と撮像面上のスリット像の位置情報から三角測量の原理を用いて3次元形状を計算する。従って、スリット光投影法を高速化する鍵は、スリット光の角度情報とスリット像の位置情報を高速に獲得することにある。スリット光の角度情報は、スリット光を偏向させる装置の制御などによって予め定めたシーケンスで制御できるので、実際に高速化のポイントになるのは、スリット像の位置情報を高速に獲得することである。その問題に対しては、撮像面を走査しない非走査型撮像素子が有効である。そこで、筆者らはPSDを用いた高速な非走査型の撮像素子を新たに考案開発し、それを用いた高速で連続な計測法を提案した⁽¹⁾。

2.2 非走査型撮像素子の構成

筆者らが開発した非走査型撮像素子は、1次元PSDセンサを垂直方向に128個整列配置したPSDセンサアレイである。各PSDセンサには各々独立にアナログ信号処理素子、A/D変換器およびメモリ素子を接続する。これによって、各PSDセンサによって得られたスリット像の位置情報は、各々のPSDセンサに接続された処理系によって並列的に処理される。従って、この撮像素子では高速にスリット像の位置情報を獲得することが出来る。

2.3 光変調・同期検出方式リアルタイム4次元計測法

図1に本報で提案する計測法の概念図を示した。本計測法の撮像素子には、前述の非走査型撮像素子であるPSDアレイセンサを使用した。本報の手法が、筆者らが今まで開発してきた計測法と異なる点は、スリット光に変調をかけていること、および、それに対応してアナログ信号処理部の機能を1部変更していることであり、それ以外は従来の方法と同じである。本計測法では、スリット光の発光強度を変調用信号によってパルス波状に変調する。このように変調されたスリット光を以下では変調スリット光と呼ぶ。この変調スリット光を、回転ミラーなどを使用したスリット光走査機構によって一定の角速度 ω で偏向して対象物体の表面を走査し、そのスリット像を撮像装置の撮像面上に結像させる。撮像面は前述のPSDアレイセンサで構成されているので、リアルタイムでスリット像の位置情報を出力する。

一方、変調スリット光が予め定めておいた基準位置を通過する時点で基準位置信号を出力させ、その瞬間からスリット像をサンプリングするまでの経過時間をカウントしておく。変調スリット光は一定の角速度で偏向されるので先ほどカウントした経過時間がすなわちサンプリングしたスリット像を与える変調スリット光の投射角度を表すことになる。そこで、この経過時間と撮像面から出力されるスリット像の位置情報とを、信号処理・演算部へ導き以下のように処理する。

信号処理部・演算部では、入力されてくるスリット像の位置情報信号を変調スリット光の変調用信号の周波数を中心周波数として各チャンネル毎に帯域増幅した後、変調用信号に同期させてA/D変換しメモリに格納する。このとき、前述の基準位置からの経過時間とA/D変換した位置情報を格納するメモリのアドレスを対応づけておく。すると、位置情報をメモリから読み出すときのアドレスから、その変調スリット光の投射角度を算出できる。したがって、三角測量の原理を用いて対象物体上の空間座標（3次元座標）値を求

めることができる。

以上のように、変調スリット光を使用し、非走査型撮像素子からリアルタイムで出力されるスリット像の位置情報信号を帯域増幅し、有効信号成分を検出する方式を採用したことにより、対雑音性能が向上し、遠距離にある対象物も計測可能となる。また、自然光下の定常的、低周波的な光の揺らぎも除去できる。

現在、本方式に基づく計測システムを制作し、その性能評価に向けて予備実験中であるが、約200cmの位置に置いた鉛直平板に対する測定結果によると測定精度±2%程度となっている。今後、装置の較正を行えば、測定精度がさらに向上するものと考えている。

3. 光変調・同期検出方式による多光源化

スリット光投影法では投射光に対して影になる部分が計測できないという、いわゆる死角の問題があり、この問題を軽減するために第2, 第3, …, 第nの光源を設けてそれぞれ異なる方向から順に投射して計測を行う多光源方式を採用することがある。しかし、この多光源化は、各光源間の測定結果に時間差が発生するという問題点を持っている。しかし、本報の光変調・同期検出方式によれば次のようにこの問題を解決できる。すなわち、複数個の光源(以下光源1, 2, 3, …, nとする)を使用し、これらを図2に示すように、予め定めた順序、たとえば、光源1, 2, 3, …, nの順序で発光させ、これを1シーケンスとして繰り返すようにする。そして3次元座標を計算するときには、各スリット像の位置情報に対応する光源がどの光源だったのかを考慮すればよい。この結果、シーン間の時間的ずれは前述の1シーケンスに要する時間に短縮できる。

4. まとめ

本報では筆者らが開発してきた高速・連続3次元計測システムの測定距離を拡大し、対雑音性を向上し、さらに、多光源化を容易にする光変調・同期検出方式を提案した。スリット光に変調をかけ、信号処理部でスリット像の位置情報信号のみを帯域増幅することにより、測定距離の拡大と自然光条件下での性能の改善が期待できる。また、変調用信号と同期させてスリット像の位置情報信号を検出することにより、複数の光源を順次発光させながら計測できるので多光源化が容易になり、死角の問題を軽減できる。

参考文献

- 1) 荒木和男, 田中伸宣: "高速レンジファインダーの提案", 信学論 D, Vol. J72-D-II, No.3, pp455-457 (1989)
- 2) Kazuo Araki et al., "High Speed and Continuous 3-D Measurement System.", The 11th Conf. on Pattern Recognition(The Hague, The Netherlands), Vol.4, pp62-65(1992)

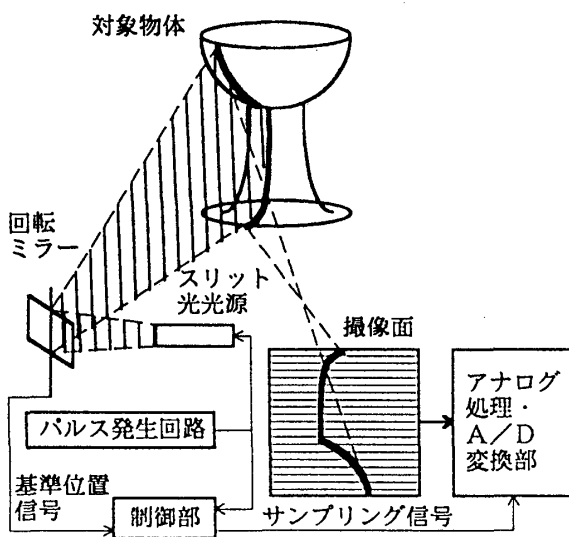


図1 光変調・同期検出方式3次元計測法

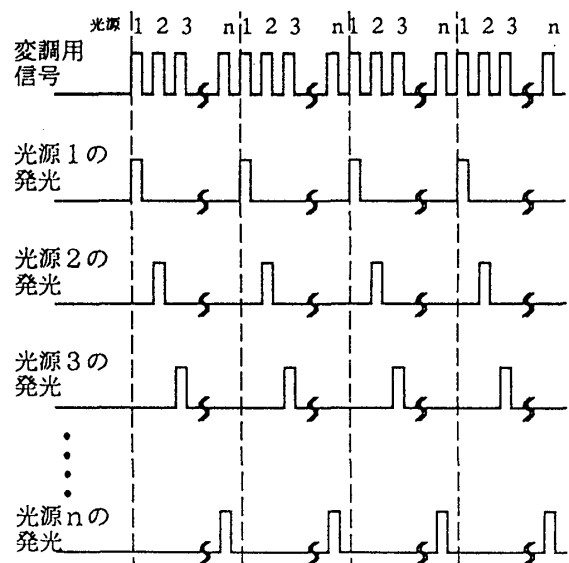


図2 本方式による多光源発光手順