

回転光平面を用いた光切断法による3次元物体の計測

新技術応用部 石川 友彦

松下 俊夫*

1. はじめに

本報告は、昭和60年11月～12月の2カ月間にわたり、通産省電子技術総合研究所において行った技術研修をまとめ、昭和61年4月船橋市において開催された電気学会全国大会にて発表したものである。

2. 緒言

3次元計測はロボットの視覚にとって重要な機能である。視覚による距離計測では光切断法が処理の容易さからよく用いられる。しかし、光切断法には、大域的データのサンプルでは切断面の走査のため時間がかかることや、対象物の稜線方向と切断面の方向が近づくと正確な端点部のデータが得られないなどの問題がある。後者の問題に対しては、対象物の向きにより直交する切断面を使い分ける方法がある¹⁾。しかし、ロボットによる作業へ適用する場合には、精度の向上のみならず、状況に応じた能動的な処理のためにも、より柔軟な切断面の位置と方向の制御が必要となる。本報告では、我々が開発した、光切断面回転方式とこれを利用した3次元物体の計測について述べる。

3. 光切断面の回転

光切断面の生成は、走査方向が互いに直交する2つの1次元偏向器によるレーザビームの走査で行う。偏向角が入力信号に比例するとして、次式による信号を各偏向器の入力とする。

$$V1=A1 \cdot F(t) + B1$$

$$V2=A2 \cdot F(t) + B2$$

偏向角が入力信号に比例し、かつ、 \tan^2 であるものとする、ビーム中心軸に垂直な平面上でのビーム座標は次式のよかこなる(図1にX軸方向の関係を示す)。

$$X=2 \cdot (C1 \cdot A1 \cdot F(t) + C1 \cdot B1) \cdot d$$

$$Y=2 \cdot (C2 \cdot A2 \cdot F(t) + C2 \cdot B2) \cdot d$$

$C1, C2$ はミラー回転の比例定数

ここで、 $F(t)$ を消去すると、 X と Y の関係は(3)式となる。

$$C2 \cdot A2 \cdot X - C1 \cdot A1 \cdot Y = 2 \cdot C1 \cdot C2 \cdot (A2 \cdot B1 - A1 \cdot B2) \cdot d \quad (3)$$

そこで、 $A1, B1, A2, B2$ に適当な値を指定することにより、偏向器の中心を通る、任意の光切断面

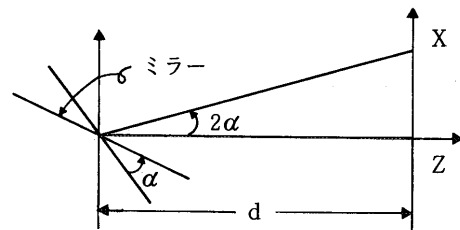


図1 偏向角とビーム位置

* 工業技術院 電子技術総合研究所

を発生できる。

なお、 $F(t)$ としては鋸歯状波を用いている。

4. 3次元物体計測への応用

光切断面の回転と移動を行うと、対象物の計測に最も適した切断面を選択できる。例えば柱状の対象物に対しては、側面の傾きあるいは長軸の方向は、長軸方向と直交するような2枚の切断面を用いて、両側エッジ上の2点の座標をそれぞれ求めることで計算できる。長軸方向の長さや端点座標は、長軸方向の切断面を用いて、効率的に求めることができる。また、環境内での姿勢が予測できない場合でも、物体のモデルが与えられていれば、試験的に光切断面を投射して切断プロフィールを得ることで、適切な切断方向が推定可能となる。

5. 装置構成

本装置の構成を図2に示す。偏向器としてはガルバノメータ型ミラーを使用し、ビーム源には5mW, He-Ne レーザを用いた。鋸歯状波を駆動信号とした場合、ビームはミラーの振れの戻り時には、それぞれのミラーに対する信号位相のずれや機械的特性の違いに由来すると思われる非直線的な移動を行う。このため光シャッターを鋸歯状波に同期させて帰路のビームを遮断している。画像はテレビカメラで撮像し、光切断面による切断輪郭を、画像信号の水平走査線上の最明部としてハード的に抽出している。このため、2組のステレオカメラを直交させて配置し、切断面の向きに応じて切替えて使用する。

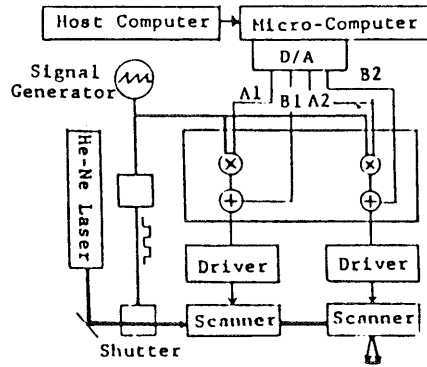


図2 装置の構成図

6. 実験

本装置が3次元物体の計測へ適用可能なことを示すため、4角柱を対象物体として、計測と切断面の生成実験を行った。写真1は角柱側面の傾きを求めるために投射された水平切断面の画像である。

得られたエッジ上の点の座標から、側面の中央部で長軸方向に角柱を切断する平面を求めた。写真2は、正しくこの切断面が生成された状態を示している。なお、ステレオカメラ系により求めたミラー系の較正データを使用したときの、試作した装置の精度は、ビーム中心軸回り

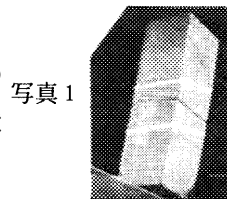


写真1

面の向きと位置の計測
(2重露光で示す)



写真2

長軸方向への
投射結果

の回転角誤差は最大で2.5度以下,軸からの垂直方向偏移角誤差は振り角7度以内で2.5%以下であった。

7. 結 言

回転光平面を用いた光切断法による3次元物体の計測法を示した。本装置による光切断面の制御とこれを用いた3次元計測機能は、ロボットビジョン言語 RVL²⁾の命令でサポートされており、今後、ハンドアイシステムのための能動的ペリフィケーションビジョンシステム³⁾で利用する計画である。

8. おわりに

本研修をすすめるにあたり、終始御指導を戴いた電子技術総合研究所制御部情報制御研究室、松下俊夫主任研究官、柿倉正義室長並びに情報制御研究室、システム制御研究室の各諸氏に深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 柿木ら;三次元姿勢計測による実装部品検査技術
信学技報, PRL85-34 (1985)
- 2) 松下 ;3次元物体の検出・測定を行うためのロボットビジョン言語
ロボット学会誌, 2. 6 (1984)
- 3) 松下ら;距離プロフィール処理に基づく能動的ペリフィケーションビジョン
第21回 SICE 学術講演会予稿 P367~368 (1982)