

金属加工用炭酸ガスレーザーの オートアラインメントに関する研究 (1)

東京理科大学理学部物理学教室

教授 長坂啓吾

(昭和63年度研究開発助成 AF - 88015)

1. 研究の背景

現在、各種レーザーは機械加工、医療、長さ測定、基礎研究など多様な分野で、使用されている。各々の分野で、程度の差こそあれ、レーザーの保守作業は重要であり、単純化が叫ばれている。例えば、炭酸ガスレーザーについては、発振出力、発振周波数などの自動制御は確立している。しかしながら、横モードは、ビームの性質を決定するものであり、一番重要であるが、この自動制御は完成されていない。そのため、現状では人手による再調整が要求されている。

この報告は、横モード自動制御の中間報告である。

2. 研究の目標

本研究では、炭酸ガスレーザーの横モードの自動制御を、以下の段階を踏んで、行っている。

- (1) 炭酸ガスレーザーの横モードパターンをデジタル信号として取り込む。
- (2) 取り込んだ画像を使用して、横モード制御用フィードバック・システムの方式を研究する。
- (3) ある横モードパターンからTE00モードパターンへ、ミラー系を制御して、収斂させる。
- (4) 収斂する過程における問題点の検討を行う。
- (5) 横モードパターン制御システムを完成する。

3. 研究成果の概要

振動緩和、電流制御などによる出力安定化がなされた。その上で(1)、(2)の項目はなされた。現在、(3)の研究に入っている段階である。

(1) 波長 $10\mu\text{m}$ 帯の横モードパターン取り込み方式に関する研究は、報告されていない。

全系を図1に示す。炭酸ガスレーザービームをビーム・スプリッターの反射光を耐熱繊維に照射し、波長 $300\text{m}\mu\text{m}\sim 1\mu\text{m}$ 領域の光に変換し、これをCCDカメラで 256×256 以下の画素の取り込みに成功した。これは十分細かい部分の情報を取り込んでいる。これによって、横モードパターンをビデオ信号に変換し、ビデオ入力インターフェースを通して、コンピュータに取り込んでいる。この方法で、各中間段階の横モードパターン

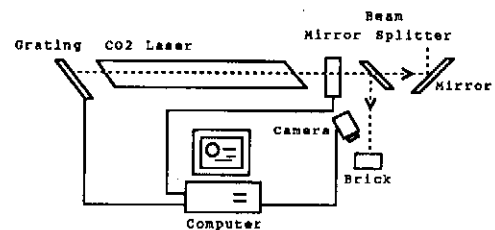


図1 装置全体図

が取られた。これは充分高いS/N比のものであった。

(2) 横モード制御用フィードバック法

人手によってミラーアラインメントをし、TE00モードを得た上で、2組のミラーの4自由度の内、1自由度のみを変化させると、横モードパターンは単峰型の変化は示さない。すなわち、多数の極大値を取りながら、TE00モードを通過して変化して行く。そのため、古典的な自動制御を行うと、誤差関数の極小値に落ち込む結果になり、最良のモードパターンは得られない、また、横モードパターンは2次元的情報であり、誤差関数

の一価関数ではない。一言で言えば、自動制御は困難な仕事である。そのため、古典的制御をあきらめ、ニューラル・ネットワークを利用することを考えて、次の試みがなされた。

(3) ニューラル・ネットワークによる横モード制御
横モード制御を実現するためのアルゴリズムを示すことは困難である。しかしながら、人は適切な判断をしてTE00モードへ調整することが可能である。そこで、横モードパターンとそれに対応する人の操作をコンピュータに学習させることをにした。単に画像のまま記憶してパターンマッチングに基づいて制御するのは記憶量・計算量の点で不利である。それを解決するために横モードパターンをニューラル・ネットワークに入力し、その出力が期待される操作になるように学習を行わせる。

ここでいうニューラル・ネットワークとはバックプロパゲーション・アルゴリズムに基づく教師あり学習を行うものである。図2に示したように横モードパターンが入力層に与えられる。中間層(複数存在する)で各細胞ごとにシナプス結合をシミュレートしながら出力細胞に伝わり、興奮/鎮静の信号を出力する。この場合、ある出力細胞が

興奮すると、特定のミラーの角度を1ステップだけ変えるように対応づけておく。人の操作とこのニューラル・ネットワークの出力が等しくなるように学習させるのである。

現時点では、ニューラル・ネットワークに対しモード制御に関する学習を行ない、10種程度のモードパターンに対しては正しい制御出力を得るところまで研究が進められた。

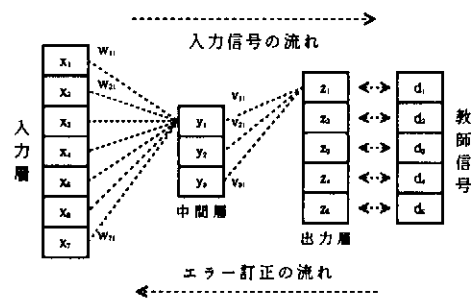


図2 バックプロパゲーション法でのニューラルネットの例

4. おわりに

本研究は、天田金属加工機械技術振興財団研究助成金によって円滑に進められていることを付記する。