

# パルス幅変調を用いた光ファジイ推論エンジンの研究

## Optical Fuzzy Inference Engine Using Spatial Pulse Modulation Filter

紙 谷 卓 之

Takayuki KAMITANI

人間の推論方式に近いとされるファジイ推論を、制御やエキスパートシステム、意志決定支援システムに応用しようとする積極的な取り組みがなされている。しかしながら通常のデジタルコンピュータではファジイ集合の演算に時間がかかるため、システムの高速制御や状況の瞬時判断への利用が難しい。このような背景から、ファジイ推論を高速に行う専用ハードウェアシステム（ファジイ推論エンジン）の研究がなされてきた。しかしながら従来研究では、推論エンジンの構成が複雑で、使用する条件に種々の制限を設けたものや近似計算を用いたものが多く、ファジイ推論を原理通りに実行するシステムは見られない。

本研究では、アナログ光演算により推論を高速に実行するシステムの開発に取り組んだ。まず、単一条件の推論を行うシステムを考案した。ファジイ推論部では、クリスプ値を入力するLEDと、メンバシップ関数型の開口、および円筒レンズを組み合わせることにより、頭切り法を実行する。非ファジイ化部では、ハーフミラーを用いて光路を分岐し、一方を透過率が変化する縦縞のマスクを通過後に集光し、もう一方をそのまま集光することにより、重心演算に必要な光像の1次モーメントと面積を算出する。フォトダイオードにより両者を光-電気変換した後、除算ICに入力することにより、非ファジイ化値として光像の重心値を求めることができる。

次に、この光ファジイ推論エンジンの多重規則への拡張法も考案した。推論結果の統合には、直感によく合うとされる加算統合を採用した。この場合、ファジイ推論部と1次モーメント演算部、面積演算部を規則数だけ作製する。規則毎に求まる1次モーメントの総和を加算回路により求め、これらの加算結果を除算することにより推論結果の重心値を求めることができる。

単一条件、多重条件の場合の光学系を作製し、様々な関数形状の規則および入力条件による検証実験を行った。その結果、推論精度やトータルの推論時間等で十分な性能が得られた。この方式では推論が原理通りに実行できるので、推論結果の信頼性が高い。また、加算統合の場合には、加算回路の入力数を増減するだけで規則数に対応でき、加算回路入力部の抵抗値に重みを付けることにより非線形な推論も可能である。