

II-70

ファジ理論のダム操作支援システムへの応用について

栃木県土木部 正員○長山八州稔

宇都宮大学工学部 正員 長谷部正彦

宇都宮大学工学部 正員 桑川 高徳

1. はじめに

ダム機能は社会的背景から環境と資源の高度利用や災害防止などといった多くの役割を果たしているが、多機能なダム管理システムはより複雑になる一方、費用の面で運用にかかわる人手の省力化も望まれている。一方、生産性や有効性などを高める目的で、OA (Office Automation), FA (Factory Automation) またはSA (Store Automation) といったコンピューターによる管理運営の自動化が近年では進み、このためシステムの技術も従来の自動化ソフトの開発から人間により近いものに注目が集まっている。その中に人間の働きをまねたシステムAI (人工知能) の知的な働きを持つコンピューターの実現を図るために研究が行われている。なかでも人間の体験を含めた高度な心理的、精神的な働きをまねたファジシステム、および人間の脳に含まれる神経細胞機能の働きをまねたニューラルネットワークシステムの概念は実用化されるつつある。

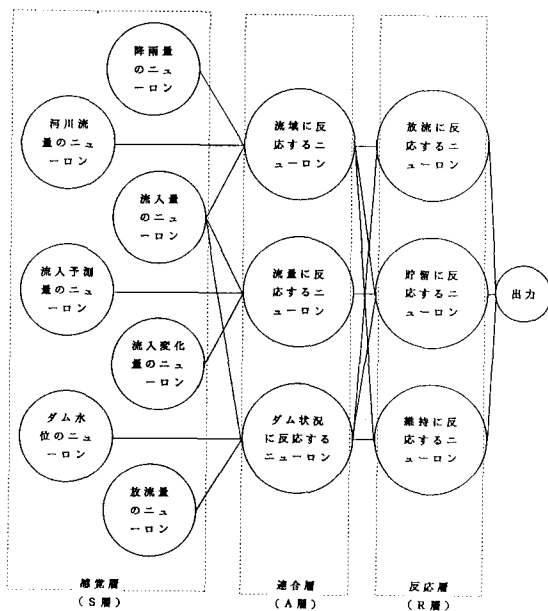
本研究では、質的判断をニューラルネットワーク理論で、量的判断をファジ理論で決定するニューラルネットワーク・ファジシステムと、全ての判断をファジで決定するファジシステムの2つを構築し、両者の比較を交えて洪水時の治水ダムにおけるダム支援システムに関する検討を行う。

2. システムの概要

ダム制御システムでは放流計画を操作方針と操作量の2つに分けて決定している。ダムの操作方針はまず気象、河川の6つの情報を感覚層とした3層パーセプトロンから成るニューラルネットワークを用いて水位低下放流、貯留、水位維持の中から適切な解を導く、三者択一計算を行い決定するもので、ニューラルネットワークの構成はダム管理指示者や過去のデータをもとに図-1のように作成を行った。また出力関数のモデルは線形しきい値モデルを用いており、シグモイド関数は一般的な式(1)のタイプを用いた。

$$f(u) = 1/(1+\exp(-u)) \quad (1)$$

次に操作量は、ダム流入量とフィルターAR法により計算されたダム流入予測量を、前件部変数としてメンバーシップ関数にあてはめてファジ合成を行い、その適合値を求め、さらに後件部メンバーシップ関数に適合値をあてはめ、該当するファジ集合ラベルの代表点を重心法などにより求め出力する直接法を用いて量的決定を行っている。今回推論法についてはいくつかある直接法の中から統合と一点化の順にMIN・MAX-重心法と代数積・MAX-重心法の2つを取り上げ検討することにした。



(図-1) ニューラルネットワークの構成

3. 実流域への適応

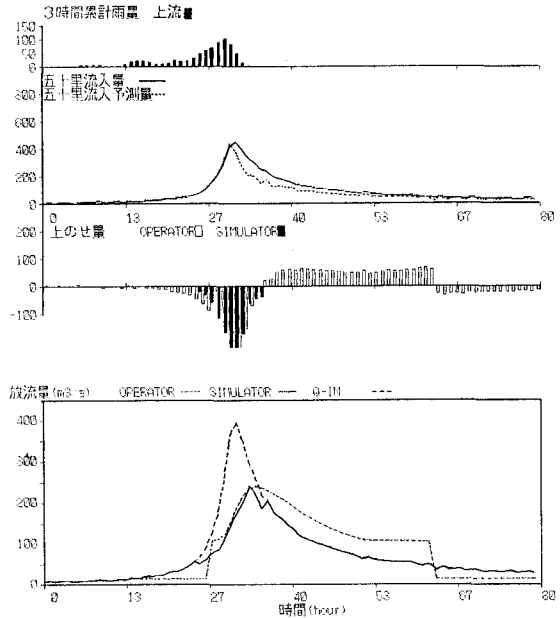
図-2は一定率一定量調節ダム（治水型）で昭和60年から平成3年の7年間で得られた8データの中で最も規模の大きいデータに操作方針と操作量の両者をMIN-MAX-重心法を用いたファジィシステムでシュミレートした結果である。これは比較的に管理指示者の放流曲線に近い値を取っているが、流入量のピーク終了後に2山型洪水に備えて行われるべき水位低下放流の指示が水位維持放流となっている。これにより全治水量は向上し、下流域への影響は少なく、経済効果も高まるが、支援システムとして危険性を含むものとなった。そこでダム操作方針の決定にニューラルネットを用いたニューラルネット・ファジィシステムでシュミレートし図-3のような操作結果を得た。

4. 結果考察

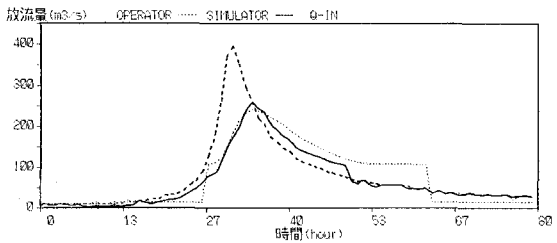
本研究では、治水型ダムでファジィ、およびニューラルネット・ファジィ支援システムを構築し、実流域においてシュミレートした。図-4は、左からダム流入量、管理指示者、ニューラルネット・ファジィ（MIN-MAX）、ニューラルネット・ファジィ（代数積-MAX）、ファジィ（MIN-MAX）、ファジィ（代数積-MAX）のピーク放流量と全治水量の8データ合計値を示しているが、MIN-MAX型のニューラルネットとファジィシステムではほぼ同じ値を示しており、代数積・MAXのシステムに比べ操作の量的判断はMIN・MAX-重心法の推論法が比較的に適切であると思われる。しかし、操作方針の細かい点における精度は、ファジィシステムに比べニューラルネット・ファジィシステムを用いたほうが高いものと思われる。

（参考文献）

1) 中野肇：ニューロコンピューターの基礎、コロナ社、1990 2) 小尻利治：人工知能概念を用いた治水用貯水池操作のエキスパート化に関する研究、平成4年度科研補助研究成果報告書、1993 3) 菅野道夫：ファジィ制御、日刊工業新聞社、1988

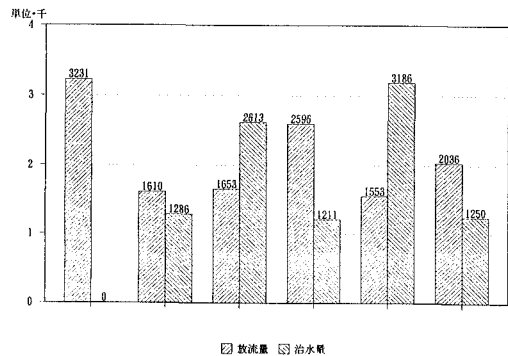


（図-2）放流曲線（ファジィシステム）



（図-3）放流曲線

（ニューラルネット・ファジィシステム）



（図-4）放流量、全治水量

（8データ合計値比較）