

宇都宮大学○学生員 佐藤 鉄也
宇都宮大学 正 員 長谷部正彦

1. 目的

最近、治水及び利水上の立場でのダム放流の操作に、ファジ理論を応用したファジ制御を適用する研究が数多くなされてきつつある。ファジ推論法には、その推論の過程において種々の方法が提案されており、各推論法により性能は様々である。このように推論法が異なれば、自ずからダムの操作に影響することが考えられる。本論文では、多くの推論法の中からよく用いられている、いわば代表的な推論法を取り上げ、それらをダム制御のシミュレータに用いることにより、それぞれの性能、計算の容易さ等について比較・評価を行うことを目的とする。

2. シミュレーションの方法

シミュレーションはあるA河川のBダムの出水時のデータを用いて行った。シミュレータのフローチャートを図1に示す。ここでファジ推論を用いるのは点線で囲った部分、すなわち操作内容の決定、上乗せ量(注1)の決定、貯水量(注2)の決定の3操作においてである。そのうち推論法を変えるのは上乗せ量の決定と貯水量の決定においてである。

次にシミュレータに用いた3つの推論法について、その内容を示す。なお、各推論法概念図は図2、図3、図4に示した。

(1) 推論法1(a)

この方法ではif~then -- 型の各規則の適合度を、前件部においてandで結ばれた各条件の適合度の最小値として求める。後件部においては、後件部のメンバーシップ関数を前件部で求めた適合度でカットし、それをその規則の推論結果とする。全体の推論結果は、各規則の推論結果を統合しその重心で与えられる。

(2) 推論法1(b)

この方法ではif~then -- 型の各規則の適合度を、前件部においてandで結ばれた各条件の適合度の積として求める。後件部においては、後件部のメンバーシップ関数をその適合度で高さ方向に縮小し、それをその規則の推論結果とする。全体の推論結果は、推論法1(a)と同様である。

(3) 推論法2

この方法に用いるメンバーシップ関数は単調減少型または単調増加型であり、各規則の適合度の求め方は推論法1(a)または推論法1(b)と同様である。後件部においては、前件部で求めた適合度に対応する出力値を後件部のメンバーシップ関数より求め、全体の推論結果を各規則の出力値に対応する適合度による重み付き平均で与える。

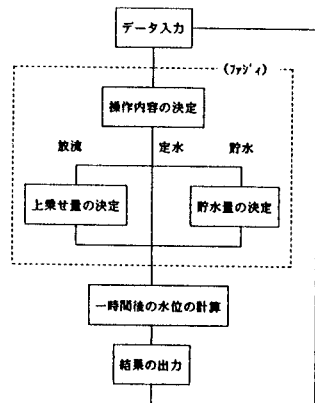


図1 シミュレータのフローチャート

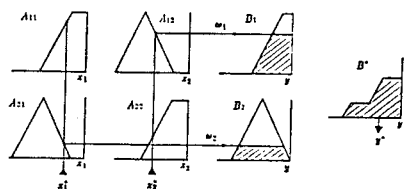


図2 推論法1(a)

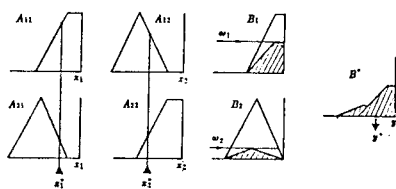


図3 推論法1(b)

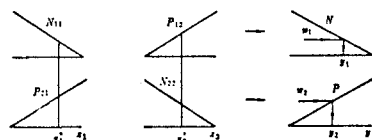


図4 推論法2

3. 結果

実際のダム管理者の操作結果と、各推論法によるシミュレーションの結果として、ダム流入量－水位の相関図を図5～8に示す。また、水位低下放流開始、予備放流開始、全開時の時刻を表1に示す。

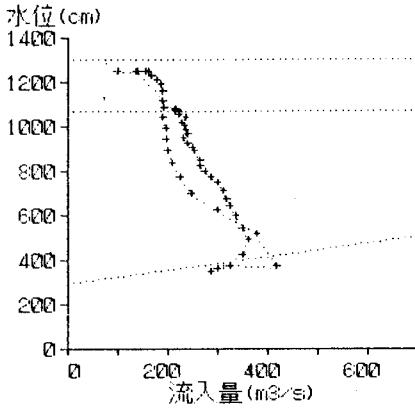


図5 ダム管理者の操作による相関図

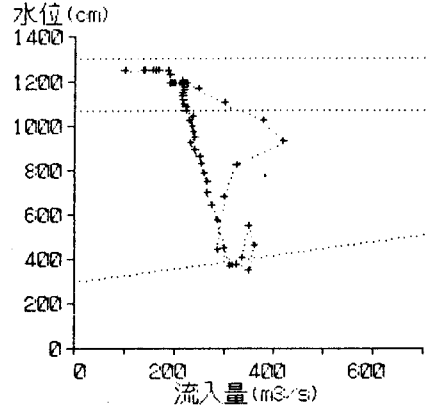


図6 推論法1(a)を用いた相関図

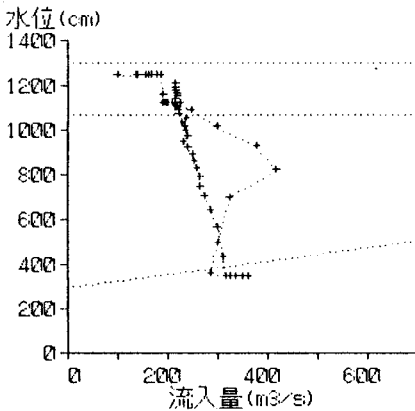


図7 推論法1(b)を用いた相関図

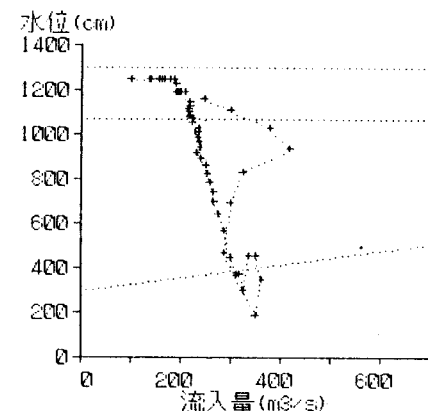


図8 推論法2を用いた相関図

表1 ダム操作の各局面における時刻一覧

放流種別	ダム管理者による	推論法1(a)	推論法1(b)	推論法2
水位低下開始時	5/25 23:00	5/26 2:00	5/26 2:00	5/26 2:00
予備放流開始時	5/26 6:00	5/26 14:00	5/26 13:00	5/26 18:00
全開時	5/25 18:00	5/26 18:00	5/26 18:00	5/26 18:00

(注1) : (ダム放流量－流入量)で求められる値。つまり流入量にどれだけ上乗せして放流するか、という値である。上乗せ量を決めることによりダム水位が調節される。

(注2) : (ダム流入量－放流量)で求められる値。概念的には上乗せ量と同様である。

なお、この研究にあたって、適切なアドバイスをいただいた奥村組の竹内幹雄氏及び背野康英氏に謝意を表します。

参考文献

菅野 道夫 著 : ファジィ制御 : 日刊工業新聞社