

II-46 エキスパートシステムによるダム制御

東京工業大学大学院 学生員 日向博文
 東京工業大学工学部 福西 祐
 東京工業大学工学部 正 員 日野幹雄

1. はじめに

ダム制御はダム管理者がダム操作規程にもとづいて行うものであるが、実際の運用はダム管理者の経験や勘に頼っている部分も少なくない。ところが近年熟練ダム管理者が不足してきており、さらにダム管理者の負担を軽減するためにもダム制御の自動化が望まれている。そこで我々はダム管理者の知識をコンピュータ内に蓄積し、この知識にもとづいてダム制御を行うダム管理エキスパートシステムを構築した。

2. ダム管理エキスパートシステムの概要

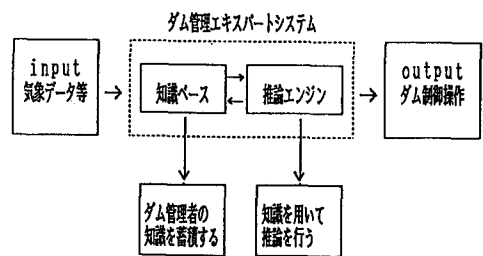
我々が開発したダム管理エキスパートシステムは、高知県奈半利川にある3つの発電用ダムを対象としている。これら3つのダムは利水ダムであるため、洪水調節機能だけでなく常に効率的な発電が行われるようにダム水位を保つような操作が要求される。エキスパートシステムは気象データ等のインプットに対し、ダム制御操作をアウトプットする。またこのエキスパートシステムはダム管理者の知識を蓄積するための知識ベースと、これらの知識を用いてファジィ推論を行うファジィ推論エンジンからなっている（図1）。次にシステムについて詳しく説明する。

1) ファジィ集合 ファジィ集合とは美人の集合、若者の集合、背の高い人の集合等のように、その境界がはっきりしない集合である。これらのファジィ集合はメンバーシップ関数 μ ($0 \leq \mu \leq 1$) で特徴づけられ、要素 u がファジィ集合 F に属する度合いが高いほどメンバーシップ関数 $\mu(u)$ は1に近づく（図2）。

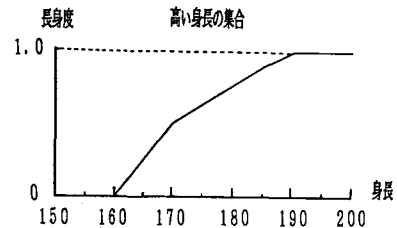
2) 知識ベース ダム管理者の知識には「もし～だったら・・・である」という類の知識（プロダクションルール）が多い（図3）。我々はこの形の知識をProlog言語の発展型を用いて表現した。Prolog言語はプロダクションルールを表現しやすく、分かりやすいという利点を持っている。さらに新たな知識の追加が簡単であり、知識ベースを徐々に成長させていくことが可能である。

3) 推論エンジン 推論エンジンが行っている推論方法を概説する。まずシステムに対し質問がなされると、推論エンジンは知識ベース内の知識（

ダム管理エキスパートシステムの構造



(図1)



(図2)

ダム管理者から採取した知識の一例

◆流入量予測に関する知識

1. (10分間の二又測水所の水位が少し上昇した)
 (10分間の弘瀬測水所の水位が少し上昇した)
 → (流入量が少し増加する)
2. (10分間の二又測水所の水位が少し下降した)
 (10分間の弘瀬測水所の水位が少し下降した)
 → (流入量が少し減少する)
3. (10分間の二又測水所の水位が大きく下降した)
 (10分間の弘瀬測水所の水位が大きく下降した)
 → (流入量が大きく減少する)

⋮

(図3)

ルール）を用いて、その質問に答えるためにはどんなデータが必要かを調べる後向き推論を行う。必要なデータが全て知識ベース内にそろって（インプットされて）いることが分かったら、それらのデータとルールを用いてファジィ推論（前向き推論）を行う。最初に後向き推論を行う理由は、この推論方法が質問に対してのみ答える、つまり不必要な推論を行わないためである。さらに質問に答えるために必要なデータが不足している場合、どんなデータが必要かを出力させることが可能であるという利点も持っている。最後に行うファジィ推論の方法には様々なものがあるが、我々のシステムではママダニの推論方法を採用している。

3. システムによるダム制御操作

昭和63年5月の奈半利川における出水を例にとり実際のダム管理者の行った操作とシステムが行った操作を比較した（図4）。ダム管理者の行った操作に近い操作を示しているといえるが、所々で生じているダム管理者が行った操作とのずれは、システムの知識（ルール）不足と知識（ルール）の正確さの問題であると考えられる。また図5に例として18時における推論結果を示す。これはママダニの推論方法を表すもので、4通りの推論結果を重ね合わせ、最終的な推論値（CG）を求めている。

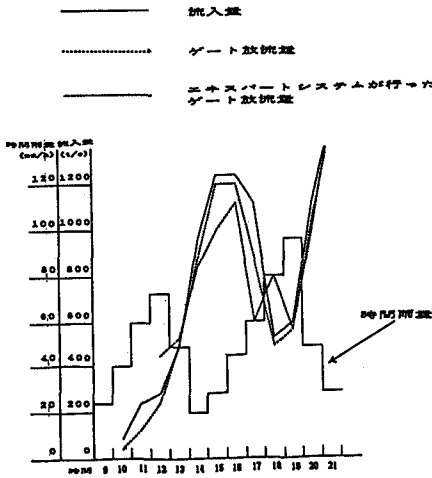
4. おわりに

現在はダム管理者を目標としてエキスパートシステムを開発中であるが、将来においては理想的なダム制御を行うようシステムを成長させていくつもりである。

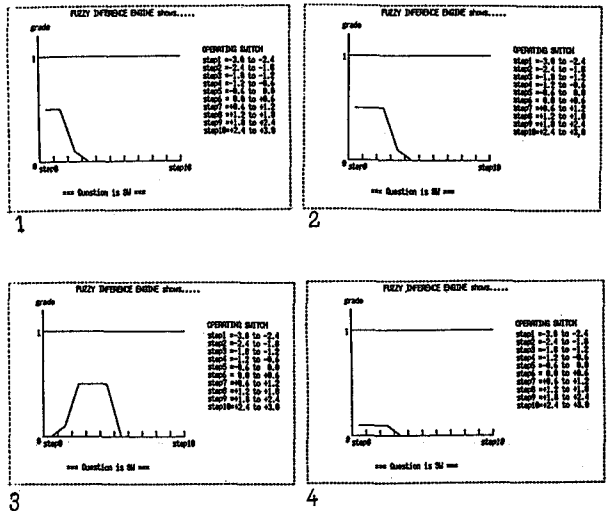
（参考文献）

- 1) 水本雅晴（1988）：FUZZY推論と近似的推論，別冊『数理科学』ファジィへの道，p101～p111
- 2) 水本雅晴（1988）：FUZZY論理とFUZZY推論，『数理科学』no284，p10～p18
- 3) 寺野寿郎，浅居喜代治，菅野道夫：ファジィシステム入門，オーム社
- 4) 田村進一，柳原圭雄，唐沢博：人口知能の世界，技術評論社

ダム管理者とエキスパートシステムとのゲート操作比較



（図4）



（図5）