

## II-299

## 知識獲得と異常状況を備えた貯水池操作支援システム

|           |     |       |
|-----------|-----|-------|
| 京都大学大学院   | 学生員 | 花谷慎太郎 |
| 京都大学防災研究所 | 正員  | 小尻利治  |
| 京都大学防災研究所 | 正員  | 友杉邦雄  |
| 京都大学大学院   | 学生員 | 塩出貴保  |

1 はじめに ダムの貯水池管理者は大洪水の経験が少なく、異常出水時の支援システムが要求されている。本研究では、実時間操作においては、現在の対象台風と知識ベース内に蓄えられた過去の台風情報からファジィ理論<sup>1)</sup>によって類似度(fuzzy grade)を算定し、異常状況の判定を行なう。同時に過去の操作事例をもとにして危険度(risk grade)を求め、管理者への支援情報を提供する。また、洪水終了後には、同様にファジィ推論によって類似度を算定し、通過した台風情報が新たな知識か、あるいは既に蓄えられている知識の一つと同等かを判断を行い、知識を追加、変更していく知識獲得過程<sup>2)</sup>を作成する。貯水池操作支援システムの基本フローを図1に示す。

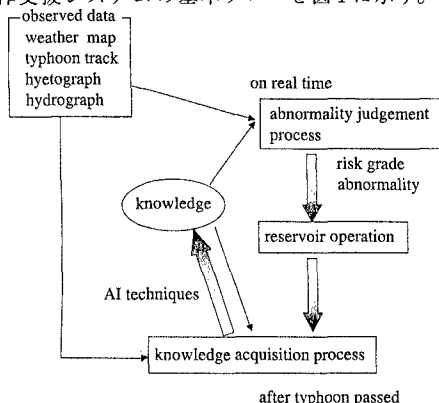


図1: 貯水池操作支援システムの基本フロー

2 知識獲得過程 知識獲得過程においては、台風通過後に知識ベース内の知識と対象台風の情報からファジィ理論を用いて類似度(fuzzy grade)を算定する。それから類似性を判別し、類似度が小さい場合には、その対象台風を新しい情報として知識ベース内知識に追加する。類似度が大きい場合には、対象台風の情報を知識ベース内知識の一つと同じパターンとみなし、従来の知識との平均化により、知識を変更する。

本研究では、台風の類似度を評価する指標として

天気図、台風進路、ハイトグラフ、ハイドログラフを用いる。メンバーシップ関数

$$fg = \max\{1 - dist/I, 0\} \quad (1)$$

より類似度を導く。ここに $dist$ は知識ベース内知識と対象台風のそれぞれの指標における差、 $I$ はメンバーシップ関数の傾きである。これらの4つの指標の類似度のファジィ積をとって対象台風の類似度とする。対象台風の類似度がある閾値より小さければ、それを新しい知識とみなし、大きければ新しいパターンとして合成する。

3 異常状況判断過程 異常状況判断過程では、台風情報の異常を認知し、異常状況である場合とない場合の双方で、貯水池管理技術者に対して有用な情報を提供することを目指す。実時間操作である異常状況判断過程では各時間ごとに類似度を算定する。類似度は知識獲得過程と同様にファジィ理論を用いて算定する。求められた類似度がある閾値より小さければ異常状況と判断する。

異常状況でない場合には、知識ベース内台風データの危険度(貯水池オーバーフロー、氾濫の可能性)を知識ベース内洪水危険度 $krg$ と定義し、その知識ベース内洪水危険度 $krg$ を用いて、次のように各時間の危険度 $rg(t)$ を導く。

$$rg(t) = \frac{\sum_i krg \times fg(t)}{\sum_i fg(t)} \quad (2)$$

洪水危険度は、図2のように計画高水量に応じて決めておく。

一方、異常状況と判断され、かつ、対象台風のハイドログラフが知識のものより大きい場合には、人間の異常状況下における判断過程を考慮して、知識情報を危険側にみなし、知識内洪水危険度を1ランク上げて危険度を算定する。

求められた危険度を目安に、貯水池管理技術者は貯水池操作を行うことになる。

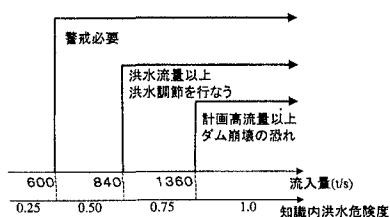


図2：知識ベース内洪水危険度

4 適用と考察 本研究では、Aダムを対象とし、1972年9月15日～16日の台風T7220、1982年7月31日～8月3日の台風T8220、1994年9月29日～30日の台風T9426、1997年7月25日～27日の台風T9709の4ケースを扱う。

知識獲得過程での新しい情報と既に入手している情報間の閾値を0.5、異常状況判断過程での閾値を0.2とする。各STEPにおける類似度の時系列変化を図3に示す。

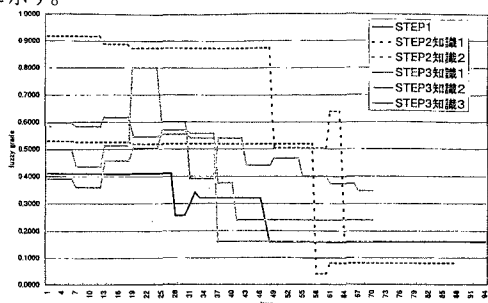


図3：類似度の時系列変化

まず、STEP1では、知識ベース内知識としてT7220の情報が格納され、対象台風としてT8210が通過していると想定する。48時間目から対象台風の類似度は0.16となり異常状況と判断した。異常状況と判断した時点でのハイドログラフの差は、対象台風の方が大きいことが示されている。したがって知識ベース内知識の知識内洪水危険度を1ランク上げて危険度を計算すると、システムは、この台風は過去の情報を基にした操作規則では対応できないと判断した。

洪水終了後の知識獲得過程において、STEP1では類似度が0.16となるので、閾値を越えず、T8210の台風情報を新しい知識として知識ベースに格納する。知識ベースは失敗したことを学習し、体験を通して知識を得たわけである。

次に、STEP2では、知識ベース内知識はT7220(知識1)と新たに格納されたT8210(知識2)の情報であ

り、対象台風としてT9426が通過中と想定する。対象台風は知識2に対して、9時間後に0.16となって異常状況と判断される。しかし、この場合は、ハイドログラフの類似度を決定する点で、対象台風のほうが流量が少ない。そのまま危険度を計算すると、現行の操作規則で対応できると判断される。知識獲得過程では知識1に対する類似度は0.16で、知識2は0.08であり、T9426の台風情報も新しい知識と認識され、知識ベースに格納される。

STEP3においては、対象台風としてT9709が通過していると想定する。異常状況判断過程において、この台風通過中は異常状況と判断されない。危険度からは洪水調節を行わなくてよいだろうという目安がつく。知識獲得過程での類似度は、知識3に対して類似性がやや高いとみれるが、閾値である0.5を越えていないので、これもまた新しい知識として知識ベースに格納する。

STEP1における、Aダムの操作規則に基づいた貯水池操作のシミュレーションを図4に示す。まず水位を下げるための予備放流が行われ、流入量が増えるとき一定量放流形式で洪水調節が行われる。

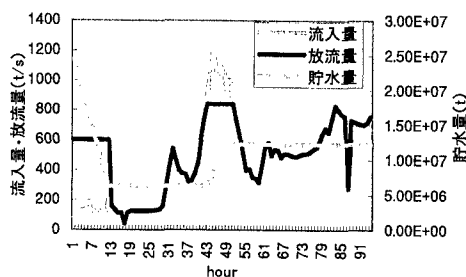


図4：貯水池操作（STEP1）

5 おわりに ファジ理論をベースに、貯水池の実時間操作、台風情報の経験を積むごとに、知識の整理と判断精度の向上を図るという自己成長型システムを構築できた。今後、適用事例を増やし、支援システムとしての実用化を図りたい。

#### 参考文献

- [1] 菅野道夫:ファジイ制御, 日刊工業新聞社, pp.5-18.
- [2] 野口正一監修、山崎晴明、宮崎収兄共著:分散知識処理入門 オーム社出版, pp.51-54 1989.