

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

1 初言 本研究では、貯水池操作支援システムとして次のようなものを提案する。まず、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イ理論によって類似度 (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、台風通過後には、同様にファジイ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。

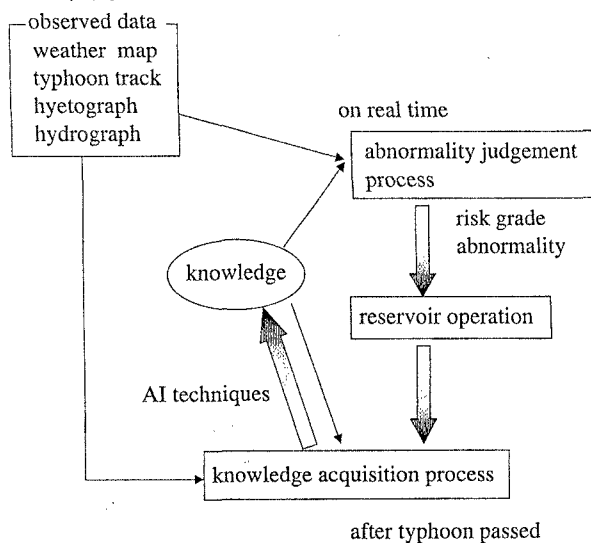


図 1：貯水池操作支援システムの基本フロー

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イ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イ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イ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。

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

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。

4 適用と考察 本研究では、対象貯水池を淀川水系ヶ瀬ダムとし、対象台風として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。

初期状況として、知識ベースにT7220の情報を知識として格納する。そこからT8210、T9426、T9709が順にやって来ると想定し、その都度異常状況判断過程による実時間操作と知識獲得過程による台風通過後操作を行なう。便宜上T8210が通過中の操作をSTEP1、T9426が通過中の操作をSTEP2、T9709が通過中の操作をSTEP3と呼ぶことにする。ここではSTEPごとに異常状況判断過程と知識獲得過程が、どのように判断し、推論を行なったかを考察する。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2に示す。

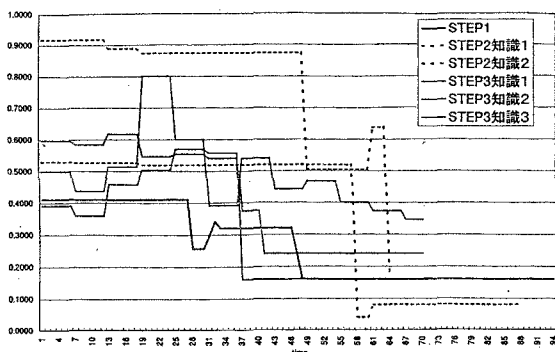


図2：類似度の時系列変化

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。

しかし、この後のハイドログラフを追ってみると、計画高水流量を越えず、操作規則に従って操作を行なってみても、対応可能である。つまり、システムは判断を誤ったことになる。これは、この段階では、知識ベース内知識が一つしかなく、人間で言えば赤ん坊のような段階で、知識ベースの貯水池操作に対す

る習熟度が低かったからである。あるいは、1ランク上げるという手順が過剰すぎたのかもしれない。

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。

そして、STEP3においては、知識ベース内知識としてT7220(知識1)とT8210(知識2)とT9426(知識3)が格納され、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な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。

このように、3STEPを通して知識ベースは失敗をしながらも知識を増やしていった。最初の知識が一つの段階に比べて、いろんな状況に対応できるようになり、異常状況に対しても、判断の精度が上がったと考えられる。

5 結論 ファジイ理論をベースに、貯水池の実時間操作、台風通過処理という一連の流れを提案し、経験を積むごとに判断の精度が上がるという、自己成長型システムを構築できた。

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.