

II-21

多段階知識構成法を用いた協調問題解決型洪水制御支援システムの構築

京都大学工学部 正 員 高棹琢馬

京都大学工学部 正 員 堀 智晴

京都大学大学院 学生員 久木田淳

京都大学工学部 正 員 椎葉 充晴

建設省 正 員 上野山智也

1. 目的 AI技術を利用して洪水制御を支援するシステムとして様々な形態のものが提案されているが、システムを開発する過程で支援のための知識をいかに獲得するか、また、システムを成長させるにはどのようなシステム構成がよいかといった問題が顕在化してきている。さらに、これらのシステムが今後十分実用に耐えるためには、推論に用いる情報のレベルに応じてどの程度の能力があるのかを明らかにする必要がある。本研究では以上の問題点に着目し、洪水制御支援のシステムを支援のための判断に用いる情報が増加した場合でも既に獲得した知識や判断ロジックを包含した形で成長させる方法について考察した。

2. 洪水制御支援のための知識構成

ダム操作支援知識

ベースシステムが洪水時ダム操作で実用化されるためには、(1)現時点での実務者の知識を格納しているだけではなく、新しい技術やシステムを利用するための知識を提供できること、(2)知識を構成するロジックが理解し易いものであること、(3)各ダムに定められている操作規則の遵守を保証する知識構成であることを満たす必要がある。この条件を満たすため、高棹¹⁾の提案した協調問題解決型推論システムを拡張し、操作規則が要求する判断項目を支援する推論単位を、1つの知識システムから、判断材料として利用すべきデータを直接扱う複数の下位知識システム群とそれらを統括するメタ知識システムに分割した多段階推論システム構成を提案する(図-1)。高棹らのシステムは図1中のレベル0にあたり、推論ルール

の条件部に観測データに関する項目と予測情報が混在している。レベル1において、最も単純な判断方法として観測データのみから判断する知識システムの集合を考え、雨量や流量について判断根拠になる情報の種類に応じて複数の知識システムを考える。これらの知識システムが異なるデータをもとに同一の判断項目について異なる出力をするが、これらの出力値をもとにメタ知識システムが最終的な結論を出すことになる。レベル2においては、利用可能となった予測情報を判断根拠とする知識システムを、レベル1の拡張として扱えるようにするために、下位の知識システム群と並列に配し、メタ知識システムを更新する。

3. 多段階知識ベース構成法にもとづく推論システム設計

2. で述べた多段階知識構成法で洪水支援システムを構築するために必要な議長型システム・データ参照システム・メタ知識システムを設計する。議長システムは、1. 推論開始の指示を受け取る機能、2. 自分の推論結果を上位システムに返す機能、3. 協調推論に参加する下位システムの登録機能、4. 登録されている知識システムへの推論依頼機能、5. 登録されているシステムからの問い合わせを処理する機能、6. 推論の終了を判断する機能、7. 観測データ参照システムへの問い合わせ機能、8. 推論結果あるいは推論過程の記録機能、を持っている。図-2は、天ヶ瀬ダムに適用した洪水支援システムの全体構成図である。この図でchairpersonが議長型システムにあたり、8つの機能を用い下位の知識システムを管理する。また、データ参照システムはLANを用いて他の計算機上で動いているデータ管理システムや手続き型知識システムと通信を行い必要なデータを受け取る機能を持つ。このシステムを利用することにより、洪水制御支援のための処理負荷を分散することを可能し、事前

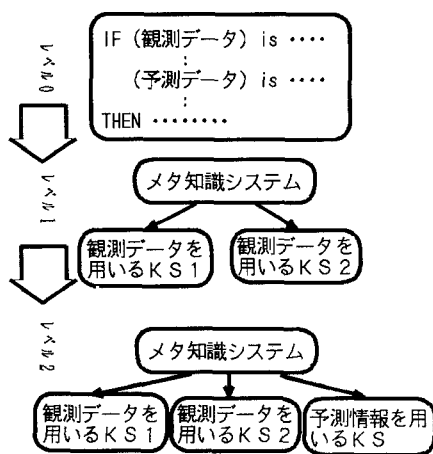


図1 多段階知識ベースシステム

にすべての観測値・予測値を推論システムに転送し推論システム側で管理するというデータの2重管理を避けることができる。メタ知識システムは下位の知識システムを管理する機能と推論機能を必要するので、議長型システムとプロダクションシステム・ファジィ推論システムとの両方の機能を引き継ぐことにより作成できる。

4. 適用と考察 本システムを1982年10号台風による洪水に適用した。まず、図-2のメタ知識システムが観測データによる判断を行う知識システムのみを採用する場合(図-3)、予測情報を用いた知識システムのみを採用する場合(図-4)、その両方を採用する場合(図-5)の3通りのシミュレーションを行った。すべてのケースで枚方水位の最大値生起時刻は2次調節開始時刻と2次調節終了時刻の間で起こっている。これは、ダム操作方針とは矛盾していない。また、2次調節開始時刻は予測情報を用いないケースが一番早くなっている。これは予測情報だけを使用して判断を行ったケースでは2次調節をする余裕があるという確信度が低かったためである。確信度が低い理由は、枚方水位予測システムの精度が悪かったためである。そこで、枚方水位予測システムを利用している知識システムの重みを減らすことを考えた。その結果が図-6である。枚方水位予測システムの重みを減らしたため2次調節が長くなり、枚方水位の最高値は前3回のシミュレーションのうちの最低値と変わらないものの水位は全体として低くすることができた。

5. 結論 多段階知識構成法を用いて観測データのみに基づく純経験的なレベルから、流出予測システムを利用した判断を行うレベルへ実際にシステムを成長させる過程を模擬してみた。この結果から本研究で提案した段階的知識ベース構成法を用いることにより各レベルの知識システムの特性を確かむことができ、これら知識の整合性を保ちつつ洪水操作支援を行えることがわかった。また、今後新しい予測システムが現れた時、そのシステムの特性を調べメタ知識とすることでよりよく洪水操作を支援することができる。

<参考文献>1) 高樟・椎葉・堀・佐々木：協調問題解決型洪水制御支援環境の設計，土木学会水工学論文集第34巻，1990。

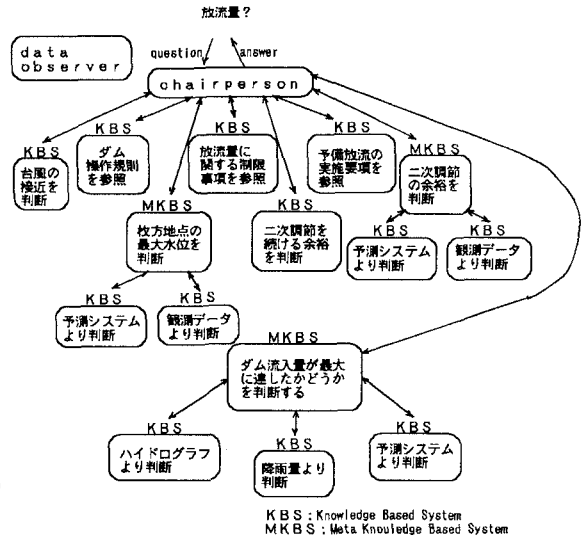


図2 知識システムの全体構成

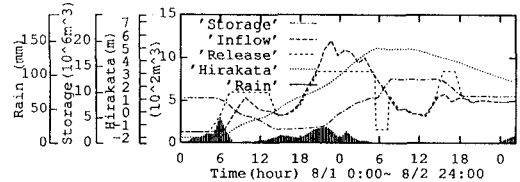


図3 観測値のみを利用したケース

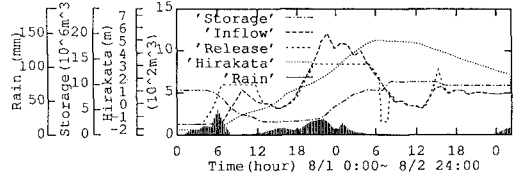


図4 予測情報のみを利用したケース

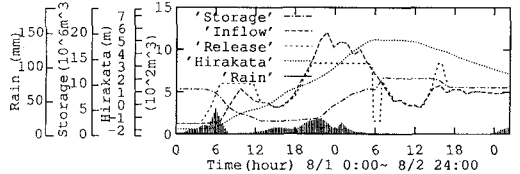


図5 観測値と予測情報を利用したケース

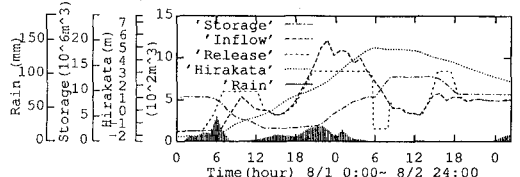


図6 枚方水位予測データの重みを減らしたケース