

洪水制御支援のためのエキスパートシステムに関する基礎的検討

-Smalltalk80によるシステムの設計-

京都大学工学部 正員 高橋 琢馬・椎葉 充晴・堀 智晴
 京都大学大学院 学生員 佐々木秀紀・○高木 悟

1. 緒言 豪雨時に河川管理者は時々刻々得られる定量的情報・定性的情報を総合的かつ即時的に処理し、制御や管理のための判断を行うことが求められている。そこで、筆者ら¹⁾は、洪水管理の際に必要な知識をプロダクション・ルール形式で計算機上に記述・整理し、この知識ベースに基づいてダム操作を支援するシステムについて検討してきた。しかし、洪水管理に用いるべき情報やそれら进行处理する知識は、今後も増加の一途をたどると考えられるため、さらなる知識の整理・分類と、分類された1つの知識グループの独立性を高める工夫を進めなければならない。そこで、本研究ではシステムの大規模化・複雑化に対処するため知識工学という分散協調問題解決モデルの枠組みを導入することにより洪水制御支援システムの設計を行う。

2. 分散協調問題解決モデルを用いた洪水制御支援システムの設計

2.1 システムの全体構成： 洪水時におけるダム操作の基本的な流れは、一定時間間隔で送られてくる気象情報や流量・雨量といった定量的情報からダム流入量や下流地点の水位を予測し、これらを基にダム操作規則に基づいて今後の放流量を決定していくといったものである。したがって、これら一連のプロセスを支援し、かつ支援システムの導入をできる限り容易にするためには、既存システムとの結合性に留意した全体構成を考えなければならない。本研究ではFig.1に示す全体構成を考えた。

2.2 分散協調問題解決モデルの導入： 協調しあう知識システムの集団を採用することで、単独では解決の困難な、あるいは事実上不可能な問題を効率的に解決することを目指したモデルを分散協調問題解決モデルという²⁾。本研究では特にダム管理に必要な知識群を分類しFig.2に示す5つの知識システムから成る推論システムを構成した。各知識システムはそれぞれ推論エンジン、知識ベース、データベースを持ち支援の依頼を受けると自己の持つ知識に基づく推論を行い必要な支援行為を決定し、依頼元の知識システムに回答する。そして、このように各システム内での知識の活用及びシステム相互の通信によって最終的な支援行為を決定するための全体的な推論を進める。具体的には、

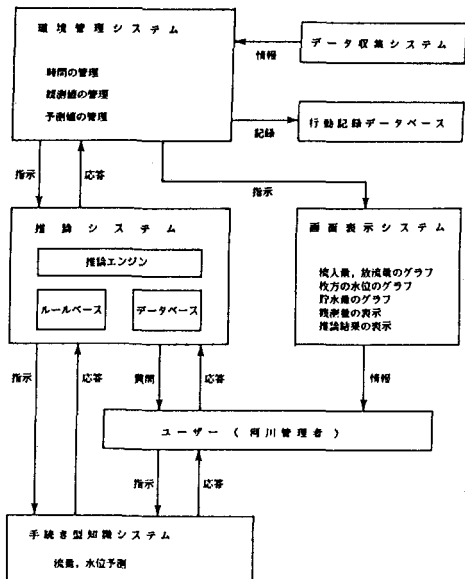


Fig. 1 システムの全体構成

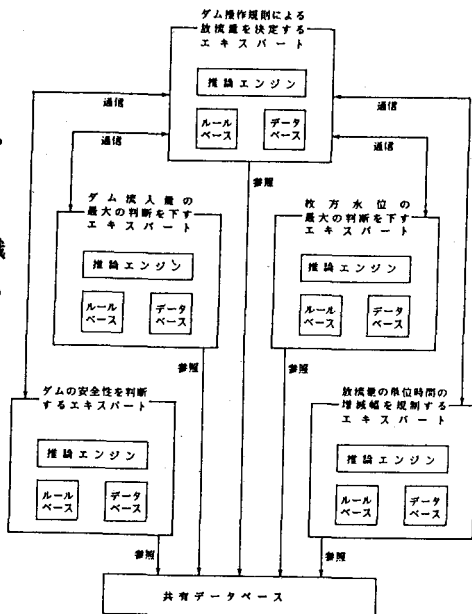


Fig. 2 推論システムの構成

Takuma TAKASAO, Michiharu SHIIBA, Tomoharu HORI, Hideki SASAKI, Satoru TAKAGI

まず、ダム操作規則の参照を支援する知識システムが推論開始の指示をうけると、知識ベースに蓄えられた制御規則をもとに必要な支援行為を決定するための推論を行うが、その過程で流入量最大、下流地点の水位最大、ダムの安全性、単位時間あたりの放流量の増減量の制約に関する判断を行う必要が生じた場合、それぞれの知識システムに通信して推論を依頼する。依頼された知識システムは共有データベースの内容を参照して必要な情報を入手し推論を行う。予測計算が必要ならば、手続き型知識システムを呼び出すことができる。推論終了時には依頼元である知識システムに通信し、メッセージあるいは共有データベースを介して回答を行う。以上の手順で順次必要な支援行為を決定して1つの推論サイクルを終了する。なお、上記推論システムを実現するためには、計算機上に各知識システムを同時に発生させ通信させることが必要になるため、システムの記述はオブジェクト指向言語Smalltalk80を用いて行った。

3. 適用と考察 開発したシステムを、淀川流域宇治川に位置する天ヶ瀬ダムの管理を例にとり適用を行う。対象となる流域は、天ヶ瀬ダムへの流入部から木津川、桂川との三川合流を経て枚方に至る部分である。適用洪水は1982年10月台風によるものである。操作規則への参照を支援する知識システムが持つべき知識には天ヶ瀬ダムの操作規則³⁾を参考に次のものを用いた。すなわち、ダムへの流入量が $840\text{m}^3/\text{s}$ 以上あるいは枚方地点の水位が警戒水位(4.5m)以上の場合に洪水と考え放流量を $840\text{m}^3/\text{s}$ にカットする一次調節と、流入量が最大に達した後枚方水位が最大に達するまで放流量を $160\text{m}^3/\text{s}$ にカットする二次調節からなる操作規則である。また、本操作規則が管理者に要求する判断を支援する知識システムの持つ知識ベースとして、流入量と枚方水位の最大時期の判断は、以後5時間先までの予測値が現在までの観測値の最大値を越えていなければ最大に達したと判断することにする。また、ダムの容量が今後不足する可能性があるかどうかについては、2次調節開始以前には、推論時刻の30分前から2次調節を行うものとして15分間隔でダムの貯水量を予測し、それが有効貯水量を越える直前の予測流入量が $840\text{m}^3/\text{s}$ 以上である場合、または $840\text{m}^3/\text{s}$ 以下であっても有効貯水量を越える時刻が推論時刻から1時間30分以内であれば、ダム容量が不足する可能性があると考え、2次調節中であれば2次調節をあと1時間続けるとしたときダム貯水量が限界でない場合に安全であるとした。適用結果の一例をFig.3に、画面表示システムによる出力例をFig.4に示す。本適用例では2次調節により枚方水位の上昇を比較的抑えることができたが、今後二山洪水等にも対処できるシステムとするためにはさらに多数の洪水について適用を進め知識ベースのレベルアップを図る必要がある。なお、本研究ではルールと制御結果および観測データの入手時間間隔の関係をみるため上記の各々の知識ベースについて計3通りのルールを用意し適用を行っているがその詳細については講演時に述べる。

4. 結論 本研究では洪水制御問題の大規模化・複雑化に対処するために分散協調解決モデルを導入した洪水制御支援システムの設計を行った。今後、曖昧な情報の取扱いや推論過程や推論の理由付けをユーザに分かりやすく提供する方法について検討を加える予定である。【参考文献】1)高椋・椎葉・堀:洪水制御支援のためのエキスパートシステムの開発に関する基礎的検討,京大防災研年報,第31号B-2,1988. 2)古川・溝口:知識プログラミング,共立出版社,1987.3)建設省近畿地方建設局淀川ダム統合管理事務所:淀川の流水管理。

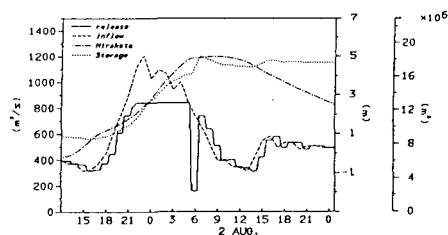


Fig. 3 適用結果の一例

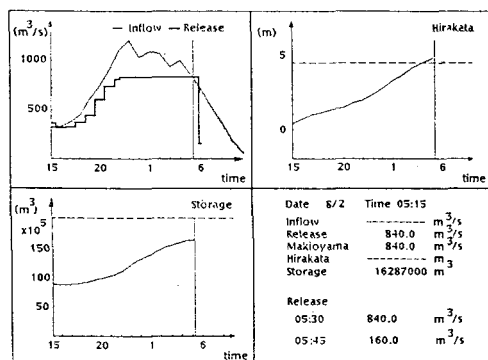


Fig. 4 画面表示例