

II-76 会話型貯水池操作支援システムに関する研究

岐阜大学大学院 学生員 ○清水 裕
岐阜大学工学部 正会員 小尻利治

1 はじめに

本研究は、過去の経験をデータベースに持ち、ダム管理をマスターしつつ、ダム管理者と同等の知識を身につけた人工知能を作成し、ファジイ推論による入力情報の処理と、適切な放流量決定を行う貯水池操作エキスパートシステムの開発を目指したものである。

2 システムの概要

本システムは、図1に示すように推論システムと確認システムの二つのシステムで構成される。

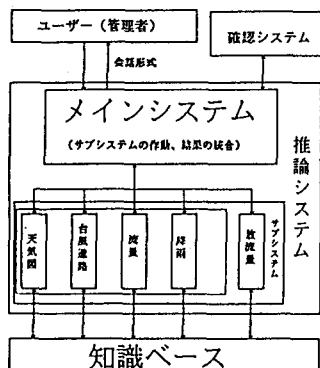


図1 システムの構成

2.1 知識ベース

知識ベースの中には、現在得られている過去の台風の情報として T7916 (知識1)、T8115 (知識2)、T8313 (知識3)、T8506 (知識4)、T9019 (知識5) の五つについての天気図、台風進路、ハイトグラフ、ハイドログラフのデータと、IF-THEN 形式による操作ルールを格納しておく。

2.2 推論システム

推論システムは、メインシステムとサブシステムの二つのシステムで構成され、メインシス

テムでは会話形式による過去の情報の入力と返答を行なう。サブシステムでは天気図、台風進路、ハイトグラフ、ハイドログラフ、放流量の五つのシステムに分かれ、天気図、台風進路、ハイトグラフ、ハイドログラフのシステムでは類似度と予測値を算定と異常値の判断を行ない、放流量のシステムでは以下の式を用いて放流量の算定を行なう。

$$QO = \frac{\sum_{l=1}^L \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N W(l, m, n) * QR(l, m, n)}{\sum_{l=1}^L \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N W(l, m, n)} \quad (1)$$

2.3 確認システム

推論結果が妥当であるかどうかを IF-THEN 形式で確認する。その基準は目視判断に近い曖昧な基準で、その判断は理論演算のみで行なう。

2.4 異常入力の処理

異常値として、入力値が欠測している場合と、入力値が知識ベースを超えるような場合の二つの場合を考える。

(1) 入力値が欠測している場合

天気図、台風進路、降雨量の入力値が欠測している場合は、欠測していない他のデータだけを用いて推論を行う。その際、欠測していないデータのみで推論を行ったことを管理者に伝える。現在の流入量の値が欠測している場合は、放流量を求める際の不可欠の要素であるので、時刻 $t-1$ での予測流入量を観測値として求める。現在の観測貯水量の値が欠測している場合は、貯水量の観測値が得られていないことを管理者に伝えるとともに、前時刻からの推定値を観測値とみなして計算を進める。

(2) 入力値が知識の範囲を超えている場合

入力値が知識ベース中のどの知識でも説明がつかない場合は、入力値が知識ベースを超えていると判断できる。このような場合には、管理者に修正を行うか行わないかを問い、もし行うのであれば、次のように修正を加える。

(a) 台風進路、ハイトグラフ、ハイドログラフの場合

台風進路、ハイトグラフ、ハイドログラフの場合、新たにズレ Di を定義して修正を行う。ここに、ズレ Di は

$$Di = \frac{\sum_{i=1}^n DI(i)}{n} \quad (2)$$

で与える。ただし、 Di は知識ベース中の値と入力値との距離、 n は知識ベース中の知識の個数である。すると、知識ベース中のパターン Z を di だけでなく新しい知識 Z' が

$$Z' = Z + (\text{sign})Di \quad (3)$$

のように定義される。ただし (sign) は、 di がプラス側か、マイナス側かを表している。こうして求めた台風進路、ハイトグラフ、ハイドログラフの新しい知識を用いて、条件付き類似度を求める。例えば、台風進路の場合には、

$$f_{\text{typ}}(i)'' = \frac{f_{\text{typ}}(i) + f_{\text{typ}}(i)'}{2} \quad (4)$$

が新しい類似度となる。

(b) 貯水池操作の場合

貯水池操作の場合も、新たにズレを次式で定義し、放流量を修正する。

$$DS'(i, t) = (\text{sign}) \min_t \left\{ \max_{i0} \frac{|QI(t) - HYD(i, t)|}{HYD(i, t)} \right\} \quad (5)$$

ズレを考慮した修正放流量は、

$$MQR(l, m, n) = \{1 + DS'(i, t)\} * QR(l, m, n) \quad (6)$$

で算定され、式 (1) の $QR(l, m, n)$ のかわりに修正放流量 $MQR(l, m, n)$ を用いて計算される。ただし、観測流入量のデータが存在しない場合は、前の時刻と同じ結果であり、そのことを管理者に伝える。

3 適用と考察

本システムの適用例として掛斐川水系横山ダムを取り上げ、制御対象台風として T9117 を適用する。会話形式により情報の入力と結果の返答、確認を行なった。今回得られた操作開始9時

間目の五つの知識の類似度を表1に示す。また、最終的に得られた制御開始後12時間の流入量と放流量の関係を表2に示す。表2は T9117 が小規模であるため、T9117 の降雨量と流入量の値を10倍したものに対して適用を行ったものである。その結果、放流量は流入量の約半分に抑えることができ、効率的な操作が可能であった。

4 おわりに

本研究では、過去のデータを知識ベースに持ち、ダム管理をマスターした人工知能としてのエキスパートシステムを作成し、ファジィ推論による台風進路、ハイトグラフ、ハイドログラフの予測と異常値の判断、貯水池操作を行なった。会話形式で情報の入力と結果の返答を行なうことにより、異常入力や結果が妥当でなかった場合に、管理者側で推論を進めるかどうか判断することが可能となった。

参考文献 1) 藤井忠直、小尻利治：知識ベースを用いた貯水池操作に関する研究、水工論文集、1990、pp25-31

	天気図	台風進路	ハイト	ハイドロ
知識1	0.320	0.207	0.533	0.035
知識2	0.182	0.203	0.717	0.912
知識3	0.301	0.282	0.533	0.037
知識4	0.255	0.233	0.700	0.000
知識5	0.370	0.235	0.633	0.096

表1 操作開始9時間目の類似度

	流入量 (m^3/s)	放流量 (m^3/s)		流入量 (m^3/s)	放流量 (m^3/s)
1	103.7	103.9	7	134.5	100.8
2	97.7	105.1	8	163.6	102.0
3	119.1	103.7	9	163.6	99.1
4	109.3	104.9	10	183.0	102.5
5	122.9	104.2	11	163.5	103.0
6	134.5	104.2	12	163.5	103.8

表2 流入量と放流量