

○京都大学 工学部 学生会員 築村佳典

京都大学 工学部 正会員 平岡正勝 津村和志

1 はじめに

従来の「山登り法」などの数学的手法では、対象を数式で表現するため対象に対するイメージをそのまま適用することが難しく、またAI的手法では、時間的変化を考慮することが困難である。本研究では、これら2つの手法の長所を融合して、内部には数式モデルを持つが、オペレーターからは現実のプロセスイメージと同じに見える、モデルを知識ベースとする運転管理探索モジュールの構築をめざす。

2 方針

本研究では、モジュールを以下の3つのサブモジュールに分割することで、モジュールの拡張性を高めようと試みた（図-1）。（今回は下水処理場での大きな問題の1つである「汚泥の循環」をとりあげ、“濃縮槽”に注目してこの現象を扱う。）

I モデル

モデル作成の基本的構想を以下に示す。

- ① 処理場における実際の操作因子をそのまま適用できるような、実体に近いモデルとする。
- ② 汚泥流出が何日後に起こるかなどを、リアルタイムにシミュレーションすることを可能にする。

II 日本語入力インターフェース

モデルを実行させる際には、多数の操作因子を与えなければならず、また探索を行う際にも条件を設定する必要がある。このとき、オペレーターが処理場を操作する際に頭の中で考える文章をそのまま入力できれば、モジュールの操作性はかなり上昇する。そこで、オペレーターが頭の中で考える文章を比較・検討した結果、本研究では‘全文章の意味を認識する必要はなく、限られたキーワードさえ認識できればよい’という‘キーワード処理’を基本的構想とする。

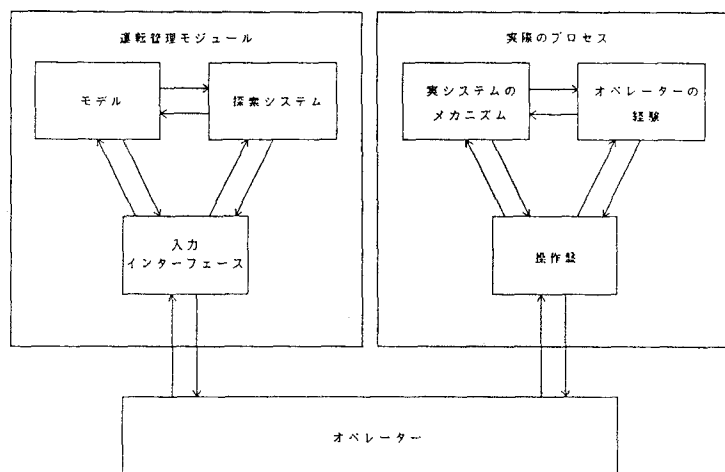


図-1 モジュールの構成の方針

III 探索システム

探索システム作成の基本的構想を以下に示す。

- ① 探索システムが、様々な操作因子の設定によるリアルタイムシミュレーションの結果を知識（図-2）として学習し、その知識をもとに最適探索を行う。
- ② オペレーターが操作因子を設定して、計算機がその設定と一致する操作因子の設定を持つ知識を探索し、該当するものを複数表示できるようにする。
- ③ 複数の知識が探索されたときは、ある基準で計算された数値の大小により知識の優先順位を判定する。（今回はこの数値として、濃縮槽越流水SS濃度が0.25%を越えるまでに要する日数を採用している。）

(10 8000 2.3 5000 1.3 1 4 1 2 0 25 0 0.48 3 3 3 3 3 3 5)

① ② ③

図-2 知識の構造

- ① 優先順位評価指標
- ② 流入条件
- ③ 操作因子

3 実行例

熱処理反応缶を1台運転にしなければならない状況のもとで、汚泥の循環が起こる可能性を探索する。

操作因子：熱処理反応缶は1台運転である

探索条件：濃縮槽越流水SS濃度が2500mg/L以上になると、シミュレーションを中断すると入力すると、該当する知識のうち評価指標の値が最も大きい知識の操作因子の設定が表示され（図-3）、このように操作因子を設定すれば、30日を経過しても濃縮槽越流水SS濃度は2500mg/L以上にはならないとわかる。この運転方法をオペレーターが吟味して、実際の処理場の操作に活かすことになる。

また、この設定でシミュレーションを実行すると（図-4）、濃縮槽4のみ汚泥があふれているとわかる。そこで、各濃縮槽への流入汚泥の分配比を変更すれば、汚泥流出が起こるのを防ぐことができるかも知れない。このようなときは、さらに探索を深めていくことが可能である。オペレーターが操作因子の座標空間を設定（この場合は汚泥の分配比を変動させ、他の操作因子は一定と設定）し、

探索条件：濃縮槽越流水SS濃度が1000mg/L以上になると、シミュレーションを中断すると変更して計算を実行させると、計算機がシミュレーションを実行して、その結果を知識として学習していく。こうして蓄積された知識をもとに、改めて探索を実行することによって、よりよい操作因子の設定を導いていくことになる。

```
....Please Key in I....
netsushori ha 1 dai unten dearu ← 操作因子・探索条件の入力
SSov ga 2500 ijou de hyouji suru ← 探索実行
iansaku

Kako ni ruiji sito joutai ga arimasu. (Nokori 1 rei)
30 nichi sugitemo Shou junkan ha okorimasen.
..... Information .....
Cpru ha 5000 / Qpru ha 2.40
Cws ha 5000 / Qws ha 0.80
Noushukusou ha Subete kadou. ← 選択された知識の操作条件の設定の表示
Odei ha Kungou noushuku.
Hikinuki ha Hitozu zutu.
I sou atari 25 m3 Hikinuku.
1/2 sou no ben no Kirikae ha Zuiji okonau.
Hikinuki odei Nuodo no genkai ha 0.
Netushoritou heno odei Uchikomiryou ha 0.31.
Kelsan ha 15 fun goto. / 30 nichi kan.
Hyouji ha SSov ga 2500 ijou no loki.
.....
Ijou no settei de yoi desuka ?
```

図-3 探索の実行例

```
jikkou ← シミュレーションを実行
>> TIME 43200 (min) (31 [day])
pru 5000 2.40
ws 5000 0.80
<<1>>-----
thin 5000 0.69 WAS 25.0 [%]
thick 50425 0.00 H 79.8 [cm]
ov 100 0.69 G 22.9 [g/m2/min]
GL 0.0
<<2>>-----
thin 5000 0.69 WAS 25.0 [%]
thick 50425 0.00 H 79.8 [cm]
ov 100 0.69 G 22.9 [g/m2/min]
GL 0.0
<<3>>-----
thin 5000 0.69 WAS 25.0 [%]
thick 50425 0.00 H 79.8 [cm]
ov 100 0.69 G 22.9 [g/m2/min]
GL 0.0
<<4>>-----
thin 5000 1.14 WAS 25.0 [%]
thick 50425 0.00 H 300.0 [cm]
ov 5000 1.14 G 22.9 [g/m2/min]
GL 0.0
=====
thin NaN 0.00 Tank 0 [%]
thick 1850 3.20 WAS 25.0 [%]
ov 788 15.00 WAS 12.5 [%]
ret
```

図-4 シミュレーションの実行例