

第II部門 洪水制御支援情報提供システムの最適設計に関する研究

京都大学工学部 正員
住友金属工業株式会社 正員 ○

高樟琢馬
村田大宜

京都大学工学部 正員 堀 智晴
京都大学大学院 学生員 和気秀智

1 はじめに 洪水制御支援情報提供システムの最適設計の方針について考察する。具体的には、画面上の情報を画面要素（部品）とみなし、これらの部品から成る画面群を、ユーザによる評価値を基準に遺伝的アルゴリズムを用いて最適化する。さらに貯水池操作の状況に応じて画面の最適化をした結果をもとに、各状況においてユーザが必要とする情報の違いなどを分析することを通じて、ユーザが画面を評価しているメカニズムを考察する。

2 洪水制御支援情報提供システムの最適設計

洪水制御支援情報提供システムは通常、ユーザ（実務者）の作成した仕様書をもとにつくられているが、この方法には大きく次のような問題がある。

1. 現在の洪水制御支援情報提供システムは、実務者の意識していることをどの程度まで抽出できているのか疑わしい。

2. 画面構成を決める基準が不明確である。

1.を言い替えれば、ユーザが仕様書を作成する際に、自分の望む画面構成を正確に意識し表現できているか、という問題である。2.はユーザインターフェイスのシステムチックな設計手法、つまり最適化手法がないことに起因する問題である。

そこで本研究ではこれら問題点を解決するために、洪水制御支援情報提供システムの最適設計の方法を提案する。その際、定式化と解探索法が問題となる。本研究では定式化については、**決定変数**→画面要素、**制約条件**→ユーザがつける評点の範囲の制約、**評価関数**→ユーザと、最適化プロセスに人間を組み込んだ。また、解探索の方法に遺伝的アルゴリズム（GA）[1]を採用した。GAはブラックボックス的な評価を取り扱いながら、探索の各段階で解曲面の特徴を自己組織化的に把握することができる可能性をもっている。また、解探索の各曲面で相対評価を与えることによって次ステップに残る代替案を選択することができるため、代替案の絶対評価が困難なときにも一定の解決策を与えることができる。

3 GAを用いた画面最適化手法 第2章で提案した表示画面の最適化をするためには、対象とするデータを種々の形式で表現したもの、すなわち画面要素を自由に表示非表示できるシステムが必要となる。そこで本研究では、天ヶ瀬ダム流域の雨量・流量などの定量的情報を表や棒グラフ、折れ線グラフで表現したものを画面要素にもつ画面表示システムを作成した。これら画面要素とGAとの接続、すなわちGAのコーディングは次の通りである。**遺伝子**→画面要素の表示非表示状態を2進法で表したもの。1のときは表示、0のときは非表示状態。**遺伝子型**→画面要素と同じ18個の遺伝子の列で、18の画面要素の表示非表示状態を表現したもの。**個体**→遺伝子型に基づき表示された一つの画面。**適応度**→各画面に対するユーザの評点（0～100）。以上のコーディングに基づく最適化アルゴリズムを図-1に示す。

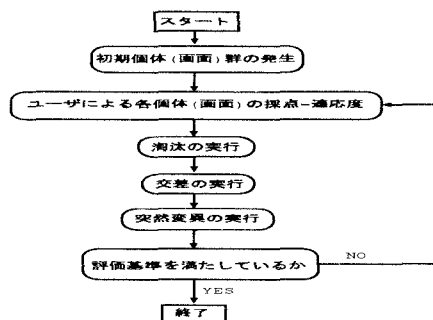


図1 画面最適化のフローチャート

4 適用結果と考察 本研究では、人間を評価関数とした画面最適化プロセスの動きを確認するために、ユーザが必要とする観測データを抽出する画面最適化シミュレーションを行なった。なお、シミュレーションにあたっては、予備放流に入る前と二次調節に入る前のそれぞれにおいて、ユーザが必要とする情報を抽出するものとした。図-2と図-3は、ユーザの相対評価をもとに行なった、予備放流に入る前と二次調節に入る前の画面の最適化プロセスである。二つを比べると、図-2の適応度が大きく揺れていることが分

かる。これは、画面代替案に対する人間の評価プロセスに揺らぎがあることを示唆している。そこで次に、この揺らぎを詳しく分析するために、各画面最適化シミュレーションにおいて2回以上登場した個体につけられた評点の幅を調べてみた(図4、図5)。これらを見ると、図4の評点幅が大きいのが分かる。これは図4が最初に行なったシミュレーションであったため、ユーザが明確な評価基準をもてなかったためである。また両プロセスとも、最終世代近傍で評点に揺らぎがあり、しかも大きくなっている。この原因としては、個体の性能の差が大きいときには評価が比較的容易なものの、淘汰が進んで表示される代替案が一定水準以上になるとそれに対する評価構造が変化することなどが挙げられる。この他、人間の評価構造をさらに分析するために、図3の初期ステップの個体群の表示順序を逆にしてシミュレーションを試みたが、図3よりも評点の揺らぎが小さくなった。このことから画面最適化シミュレーションは1回で終了するよりも、時間をあけて数回行なう方が効率が上がると思われる。

最後に、洪水制御の状況に応じて必要とされる情報の違いを考察した。具体的には、予備放流に入る前と二次調節に入る前の画面最適化プロセスの最終ステップにおける適応度最大の個体(画面)を比較した。前者は予測情報、雨量データ中心に、後者は流量データ中心に表示されていた。この結果は確かに、洪水制御の場面に応じて必要な情報が違うことを反映している。

5 おわりに 本研究では、人間を評価関数とした洪水制御支援情報提供システムの最適設計の方針を提案した。その適用の第一歩として、洪水制御の状況に応じてユーザが必要とする観測データを抽出するための画面最適化シミュレーションを行ない、ユーザが画面を評価しているメカニズムを考察した。今後は、表示するデータの形式や知識ベースに基づく推論結果とその表示方法について扱う必要があるとともに、本研究で提案した最適設計手法をより多くの情報やメディアに対応できるよう拡張し、その画面要素を充実していかなければならない。また、本研究では著者自身が評価者となってシミュレーションをしたが、上記の問題を解決した上で、実際に実務者を評価者として最適化シミュレーションをし、考察

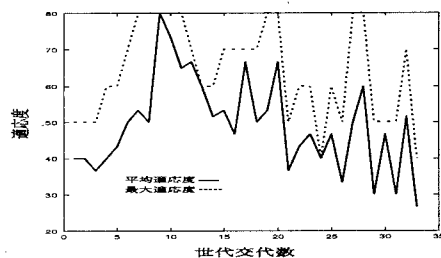


図2 二次調節に入る前の画面の最適化のプロセス(個体数3、交差率0.6、突然変異率0.06)

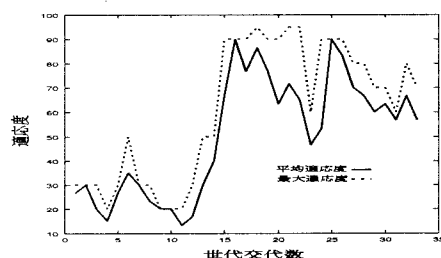


図3 予備放流に入る前の画面の最適化のプロセス(個体数3、交差率0.6、突然変異率0.06)

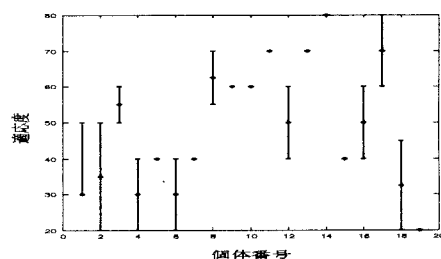


図4 同一の個体に対する評点の推移(二次調節に入る前の画面の最適化プロセスから)

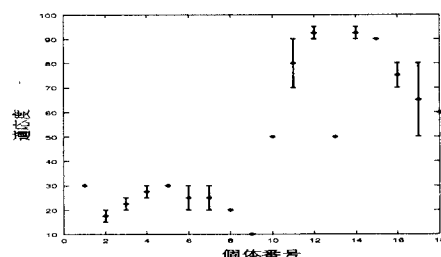


図5 同一の個体に対する評点の推移(予備放流に入る前の画面の最適化プロセスから)

を重ねていく必要もある。

参考文献

- [1] 安居院猛・長尾智晴: ジェネティックアルゴリズム 昭晃堂, pp.1-52, 1993