

F122 ソフトコンピューティングを援用した多目的最適化手法の提案

(豊技大・工) (学) 川田敦之(正) 清水良明*

1. はじめに 近年、多様な価値観や変動するシステムにおける様々な問題解決は多目的最適化問題として捉えるのが妥当である。従来の手法は対話的手法と、あらかじめ評価規範を導入して単一目的の最適化問題に帰着させる手法に大別される。しかし前者は探索過程上で繰り返し応答が必要で意思決定者(DM)にとって煩雑であり、問題によっては常に好ましい手法とはいえない。また、後者は十分なトレードオフ解析に基づいた手法とはいえない。そこで DM の選好情報を基に評価規範(以下、価値関数)をニューラルネット(NN)を用いて容易にかつ明確に同定する方法と、それを用いた多目的最適化手法を先に提案した¹⁾。本研究では現実には種々の問題への適用する際の容易性、柔軟性について考察し、Web 上に MOON² (Multi Objective Optimizer with value function model by Neural Net)の構築を行った結果について報告する。

2. MOON² の概略 MOON² は(p.1)に示す多目的最適化問題を対象としている。

$$(p.1) \text{ Min } \mathbf{f}(\mathbf{x}) = \{f_1(\mathbf{x}), \dots, f_N(\mathbf{x})\}$$

$$\text{subject to } g_i(\mathbf{x}) \leq 0, \quad (i=1, \dots, N1)$$

$$h_i(\mathbf{x}) = 0, \quad (i=1, \dots, N2)$$

$$\mathbf{x} \geq 0$$

MOON² は §2.1 と §2.2 に示す二つのフェーズから構成され、DM は画面の指示に従って各目的関数値の理想点と最悪点の入力や AHP ライクな一対比較などを行うだけでよい。また、Web 上にサーバクライアント型のシステムを構築したことで、誰でも手軽に多目的最適化問題を解くことができ、迅速な意思決定が行える。Fig.1 にシステム構成を示す。

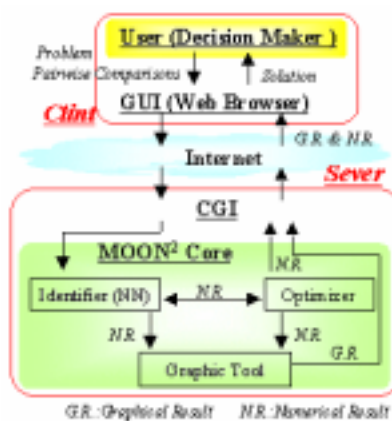


Fig. 1 システム構成

2.1. NN を用いた価値関数の同定 ここでは AHP ライクな一対比較データを基に、NN を用いて価値関数 V_{NN} を同定するための教師データを作成する。その際、必要となる代替案は入力された理想値、最悪値を基に作成され、一対比較は画面上に表示される修飾語を選択することで行われる。NN は 3 層の Feed-forward 型を用い、入力には二つの代替案 $\mathbf{f}_i, \mathbf{f}_j$ 、出力 a_{ij} は一対比較値である。すなわち

$$V_{NN} : \{\mathbf{f}_i, \mathbf{f}_j\} \in R^{2N} \rightarrow \bar{a}_{ij} \in R^1$$

また、任意の代替案間の順序づけは入力層の代替案の片方を常にある一定の基準値 \mathbf{f}_r に固定しておき、出力値の大小に基づいて行うことができる。すなわち

$$V_{NN}(\mathbf{f}_i, \mathbf{f}_r) = \bar{a}_{ir} > V_{NN}(\mathbf{f}_j, \mathbf{f}_r) = \bar{a}_{jr} \Leftrightarrow \mathbf{f}_i > \mathbf{f}_j$$

2.2. 多目的最適化手順 §2.1 で同定した価値関数 $V_{NN}(\mathbf{f}(\mathbf{x}))$ を目的関数にすることで (p.1) は単一目的の最適化問題に表現し直せるので、種々の優れた最適化手法を利用することができる。例えば、SQP (Sequential Quadratic Programming) を適用する際、必要となる微分値は

$$\frac{\partial V_{NN}(\mathbf{f}(\mathbf{x}))}{\partial \mathbf{x}} = \frac{\partial V_{NN}(\mathbf{f}(\mathbf{x}))}{\partial \mathbf{f}(\mathbf{x})} \frac{\partial \mathbf{f}(\mathbf{x})}{\partial \mathbf{x}}$$

と展開する。そして第一項を数値微分し、必要な微分値を求めることで SQP を利用できる。また、ここでは探索過程でのトレードオフ分析が不要であり DM は対話的手法のように応答に煩わされることはない。

3. 数値実験例 目的関数 2、制約式 5、決定変数 2 の機械工作物の設計問題を取り上げて適用を行った。本手法の有効性は想定した価値関数下での選好解と、本手法の選好解を比較することで検証した。ここでは以下の式で表される価値関数の実験結果を示す。

$$U = \sum_{i=1}^2 w_i (f_i^* - f_i)$$

ただし f_i^* は各目的関数の最適値を表し、 $w_1 = 0.3, w_2 = 0.7$ とした。

本手法による選好解と価値関数による選好解を Fig.2 に比較して示す。Fig.2 中の等高線は V_{NN} を表現したものであり、想定した価値関数下での選好解とほぼ同等な選好解が得られていることが確認できる。

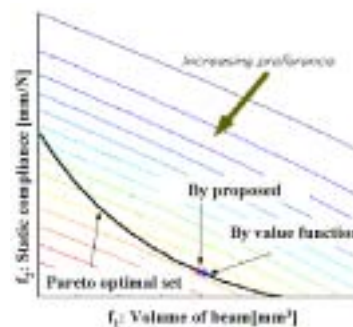


Fig. 2 目的空間での探索結果

4. おわりに ここまで用いた最適化手法以外にも提案する手順に優れた最適化ツールを導入することによって現実規模の問題に対して、ソフトな最適化ともいえる多目的最適化を容易に実行できる。

[参考文献] 1) 清水、川田：ニューラルネットによって同定された価値関数を用いた多目的最適化手法，SICE 関西支部シンポジウム, 1999

* Tel:0532-44-9713, Fax:0532-44-6690, E-mail:shimizu@sandy.tutpse.tut.ac.jp