

# 遺伝的アルゴリズムの優先価値判断アンケート抽出問題への応用

防衛大学校 建設環境工学科 学生員 作田 健 正会員 香月 智 正会員 深和 岳人

## 1. 緒言

橋脚の耐震補強優先度を決定する場合,具体的に考慮すべき評価項目の選定や各項目の重み付けに関する考え方の標準化や統一には様々な難問が存在する<sup>1)</sup>. 著者ら<sup>2)</sup>は,ニューラルネットワークを用いた一対比較判断情報を利用して,優先順位価値関数を形成する方法を検討している.本研究は,遺伝的アルゴリズム(GA)を用いて,アンケートを行う一対比較データを,膨大な組み合わせの中から,効率的に抽出することを試み,実橋脚の補強優先度決定問題に適用したものである.

## 2. 遺伝的アルゴリズムによるアンケート組み合わせの抽出

本研究で取り扱う問題は,表-1に示すよう各橋脚ごとに $x_1 \sim x_m$ の評価項目毎の点数が与えられている際に,図-1に示すニューラルネットワークを用いて,どちらの橋脚補強を優先するか判定を行うものである.これは,表-2に示すように, $n$ 橋脚では $n^2 - n/2$ 回の総当り判定を正常に下すことを要求される.ニューラルネットワークでは,事前学習データを基準とするが,なるべく少ない学習データで全体を適切に判定することが望ましい.そこで本研究は,学習データの抽出に,GAを適用する.この際,GAの目的関数を,近傍データ間の優劣判断知識を獲得するため,データ間のユークリッド距離が短く,各データの連結冗長性を均等にすることを表す次式に示す目的関数を定めた.

$$Z = \sum_i (d_i + \sigma) \rightarrow \min \quad (1)$$

ここで, $Z$ :評価関数, $d_i$ :ユークリッド距離, $\sigma$ :出現回数の分散.

## 3. 実橋脚データの計算例

実際の橋脚補強問題について,現在使用されている優先度評価式を隠し評価とし,GAで抽出した一対比較に対して,アンケート結果として,現行評価に従った回答を与え,全体の評価が隠し評価と一致するかを判定する.

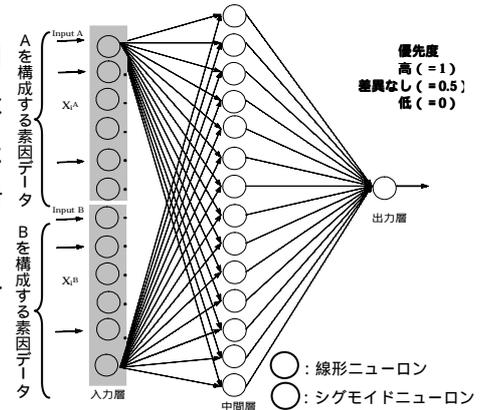


図-1 一対比較ニューラルネットワーク  
表-2 一対比較判断表

表-1 使用データ

No.	NAME	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$P$
1	A	3	3	5	5	3	2.8888
2	B	3	5	3	5	3	2.5247
3	C	3	3	3	5	3	2.461
4	D	1	5	5	5	3	2.3623
5	E	1	3	5	5	3	2.3028
6	F	3	5	2	5	3	2.2355
7	G	3	1	2	5	3	2.0627
8	H	1	5	3	5	3	2.0267
9	I	1	3	3	5	3	1.9756
10	J	3	5	1	5	3	1.8158
11	K	3	3	1	5	3	1.77
12	L	1	3	2	5	3	1.7493
13	M	3	1	1	5	3	1.6754
14	N	1	5	1	5	3	1.4576
15	O	1	3	1	5	3	1.4209
16	P	1	1	1	5	3	1.3449
17	Q	3	5	5	0.0001	3	0.5807
18	R	1	5	5	0.0001	3	0.4661
19	S	1	3	5	0.0001	3	0.4544
20	T	1	3	5	5	0	0

	1	2	...	i	...	n
1		○	○	○	○	○
2	x		○	○	○	○
...	x	x		○	○	○
i	x	x	x		○	○
...	x	x	x	x		○
n	x	x	x	x	x	

表-3 橋脚補強優先度の素因変数

素因変数	内容	2次災害の影響度	数値
	$x_1$	区分	跨線橋, 跨道橋である
区分		跨線橋, 跨道橋で無い	1
$x_2$	内容	交通量の大小	
	区分	主要幹線道路(多い)20,000台/日以上	5
	区分	幹線道路(普通)4,000以上20,000未満	3
$x_3$	区分	補助幹線道路(少ない)4,000未満	1
	内容	設計当時の適用方書	
	区分	S55年以前の道示	5
	区分	S55年の道示	3
$x_4$	区分	H2年の道示	2
	区分	復旧仕様およびH8年の道示	1
	内容	下部工補強施工有無	
$x_5$	区分	補強歴なし, S55年以前の施工	5
	区分	補強歴有り, S55年~H7年までの施工	0.0001
	区分	補強歴有り, H8年以降の施工	0

キーワード: 遺伝的アルゴリズム, 一対比較判断, 優先順位

連絡先: 〒239-8686 神奈川県横須賀市走水 1-10-20 防衛大学校 建設環境工学科 TEL 046-841-3811 FAX 046-844-5913

使用した橋脚データは、表-1 に示す 20 橋脚 5 項目のデータである。素因変数  $x_1 \sim x_5$  は、表-3 に示すような、安全性や破壊の影響度、および重要度に関するデータである。 $p$  は、次式に示す優先度評価式により得られる値である。

$$p = x_1^{0.2} \times x_2^{0.05} \times x_3^{0.3} \times x_4^{0.15} \times x_5^{0.05} \quad (2)$$

この場合、全部の対比較データの分類を行うと、190 組のなかで素因順組み合わせデータが 81 通り、素因矛盾組み合わせデータが 109 組である。この中から各橋脚が 3 回出現する 30 組(橋脚データの 1.5 倍)のアンケート調査候補組み合わせ数は、 ${}_{109}C_{30} = 6.1 \times 10^{26}$  であり、人間系や通常の検索法では、実用的に式

(1) の解を得られない。しかし、GA により計算を行うと、表-4 のアンケートデータが抽出される。GA により得られた 30 組の対比較学習データに優劣判断を与え学習を終了し、図-2 のフローチャートに添って行った計算結果を表-5 に示す。190 組の優劣判断において、4 組み合わせのみが逆判定をしてしまうが 186 組に対しては正常な判断を下している。よって、この橋脚群の優先順位は、A-B-D-C-E-H-G-I-J-K-L-M-N-O-P-Q-T-R-S となり、式(2)による現行評価とほぼ一致する。すなわち、提案法を用いて、30 組の対比較アンケートを行って、優劣の価値観を調べれば、190 組の総当り優劣判断をほぼ適切に判断するシステムを提案できる。

#### 4. 結 言

以下に本研究により得られた成果を示す。

- (1) GA により選ばれた対比較判断情報を学習データとする、ニューラルネットワークを用いた優先順位決定システムを提案した。
- (2) GA を用いた学習データの抽出方法として、素因矛盾組み合わせにおいて、各橋脚データの出現回数を均等化する目的関数を用いた抽出方法を提案した。
- (3) 実橋脚の補強データを事例に、補強優先順位問題に適用した結果、橋脚データ数の 1.5 倍の数のアンケートデータを抽出することにより、現在用いられている評価関数によって得られた優劣判断とほぼ一致する評価が可能であることを示した。

#### 参考文献

- 1) (社) 土木学会 地盤工学委員会, 既設構造物の耐震補強に関する研究報告書, 2002.
- 2) 作田ら: 橋脚補強優先順位決定問題へのニューラルネットワークの適用, 構造工学論文集(掲載予定)

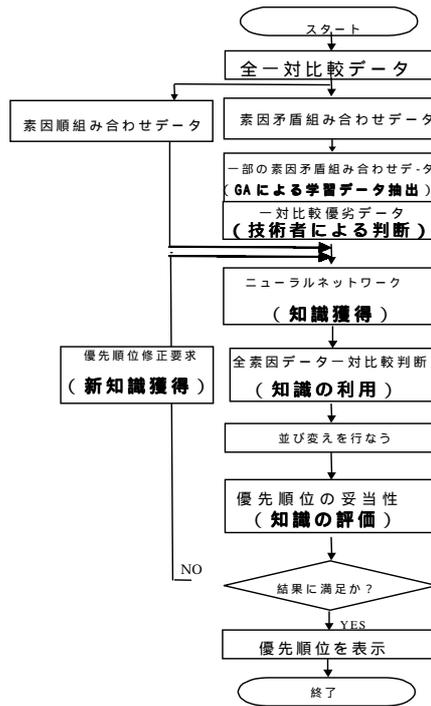


図-2 提案システムの流れ

表-4 アンケートデータ

no.	組み合わせ	no.	組み合わせ
1	F-H	16	B-E
2	G-K	17	D-F
3	L-N	18	L-T
4	C-H	19	M-N
5	C-J	20	A-J
6	E-H	21	F-T
7	A-D	22	I-S
8	B-D	23	A-Q
9	I-K	24	B-R
10	C-E	25	O-S
11	K-N	26	Q-T
12	M-O	27	J-R
13	G-I	28	P-S
14	L-M	29	P-R
15	G-O	30	P-Q

表-5 提案システムの推定結果

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
A	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
B	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
C	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
D	×	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
E	×	×	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
F	×	×	×	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
G	×	×	×	×	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
H	×	×	×	×	×	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
I	×	×	×	×	×	×	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
J	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
K	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
L	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○
M	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○
N	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	○	○	○	○	○	○
O	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	○	○	○	○	○
P	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	○	○	○	○
Q	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	○	○	○
R	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	○	○
S	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	○
T	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○

■素因順組み合わせ □素因矛盾組み合わせ

優先順位 A-B-D-C-E-H-G-I-J-K-L-M-N-O-P-Q-T-R-S