

斜面崩壊対策価値基準取得への GA・ニューラルネットワークの応用

防衛大学校 学生員 ○作田 健 正会員 香月 智
(財)砂防・地すべり技術センター 非会員 池田 曉彦

1. 緒言

我が国の急傾斜地崩壊危険箇所は、約 300,000 箇所と多く、砂防構造物の整備を合理的・効率的に行う必要がある。そのため、斜面崩壊対策に資する整備優先順位決定法が重要である。現状は、多数の斜面から簡易な基準で危険度の高い斜面を抽出し、その後、選ばれた危険斜面に技術者の工学的判断によって整備優先順位決定がなされている¹⁾。

本研究は、技術者へのアンケートを通して、遺伝的アルゴリズム (GA) を援用したニューラルネットワークによる優先順位決定システム²⁾を用い、斜面崩壊対策整備優先順位決定問題への適用および技術者の優先度判定基準の数値化を試みたものである。

2. 提案システム

提案システムは、図-1に示すような、2地点に関する素因データを与えると、どちらの地点の整備優先度が高いか判定する一対比較型ニューラルネットワークシステムである。この提案システムの計算の流れを図-2に示す。すなわち、①アンケートデータの選出に GA を用い、選出原則に応じた一部の一対比較アンケートデータを選出する。②これに、技術者から2地点を比較した際の優劣判断を得てニューラルネットワークに学習させる。③その後、判定すべき全地点データに対する優劣判断の推定を行い、優先順位を決定する。④もし得られた優先順位に不満がある場合は、修正要求自体が新知識として獲得できるというシステムである。

3. 技術者の知識獲得と適用結果の考察

対象流域は、標高 1,500m～3,000m の山岳地帯である。山岳地帯を源とする河川は河床が急で、地質の大半が花崗岩類で形成され斜面崩壊が発生しやすい地帯である。さらに、この一帯を重要交通網 (JR、国道) が横切っている。

使用するデータは、地図判読や空中写真により調査が行われたものである。表-1に点検データの一部を示す。現状では、表-1の基礎データから表-2に示す評価項目を技術者の判断で選出し、各項目に基準を設定し分類している。その後、各要因に評価点の配分を行い、総得点でランク分けおよび順位を決定している。しかし、評価項目の選出および各要因への評価点の配分は、技術者の工学的判断を満たすまで試行錯誤的に行われている。ここでは、表-3に示すデータの整備優先順位を決定するため、文献2)の選出基準に従い、ほぼ同年数の砂防業務経験を有する3名の技術者 A,B,C に31組の一対比較アンケートを行った。図-2の流れに沿い、この結果をニューラルネットワークに学習させると、それぞれ技術者のアンケート結果を知識として取り込み、全一対比較組み合わせの推定を行うと、表-4の順位が得られた。この学習後のニューラルネットワークの感度解

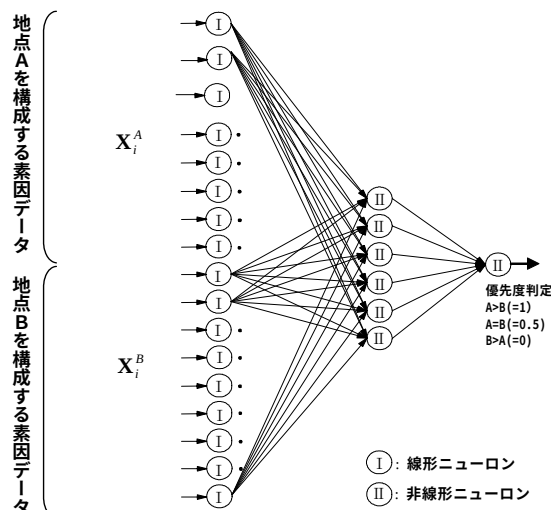


図-1 一対比較型ニューラルネットワーク

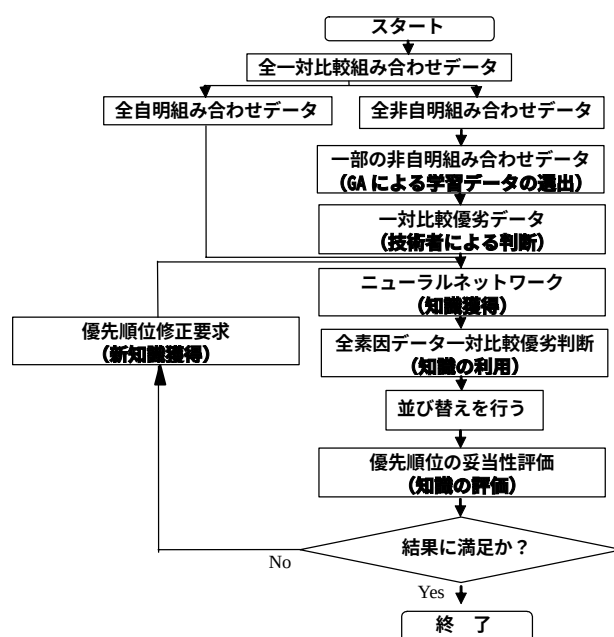


図-2 提案システムによる計算の流れ

表-1 対象斜面点検データ

No.	斜面延長 (m)	斜面からの距離		斜面勾配 (度)	地質	斜面面積 (km ²)	崩落面 積率(%)	既往災害の 有無	対策工 の有無
		国道	J R						
S1	310.2	対岸	0	45.5	砂岩	0.064	0	無	無
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
S30	348.8	20	50	38.9	角閃石	0.075	0.53	崩壊・土砂	
S31	215.9	50	0	29.7	花崗岩	37.6	2.45	無	有

キーワード：遺伝的アルゴリズム、ニューラルネットワーク、一対比較判断

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

表-2 評価項目と評価点数

評価項目	評価区分	配点	評価項目	評価区分	配点
①斜面勾配	$\theta < 30^\circ$	1	②100年超過確率日雨量	雨量 $< 200\text{mm}$	1
	$30^\circ \leq \theta < 40^\circ$	2		$200\text{mm} \leq \text{雨量} < 250\text{mm}$	2
	$40^\circ \leq \theta < 50^\circ$	4		$250\text{mm} \leq \text{雨量} < 300\text{mm}$	3
	$50^\circ \leq \theta < 60^\circ$	3		$300\text{mm} \leq \text{雨量}$	4
③荒廃面積率	0%	0	④土砂堆積範囲内の総延長	$0\text{m} < L \leq 200\text{m}$	1
	$0\% \leq \text{崩壊率} < 0.1\%$	1		$200\text{m} < L \leq 600\text{m}$	2
	$0.1\% \leq \text{崩壊率} < 0.3\%$	2		$600\text{m} < L \leq 700\text{m}$	3
	$0.3\% \leq \text{崩壊率} < 0.5\%$	3		$700\text{m} \leq L$	4
	$0.5\% \leq \text{崩壊率} < 0.8\%$	4	⑥対策工の設置状況	設置済み	-5
	$0.8\% \leq \text{崩壊率} < 1.0\%$	5		未設置	0
⑤保全対象区分	J R・国道の同時被災	10	ランク (総得点評価)	15点以上	A
	J Rまたは国道	0		10~14点	B
				10点未満	C

表-3 使用データ（項目番号と数値は表-2に対応）

地点	①	②	③	④	⑤	⑥	地点	①	②	③	④	⑤	⑥
S1	4	1	0	3	10	0	S17	2	4	0	1	0	0
S2	2	3	0	2	10	0	S18	2	3	0	2	0	0
S3	2	1	0	4	10	0	S19	2	2	0	2	0	0
S4	4	1	0	2	10	0	S20	2	1	0	3	0	0
S5	2	3	0	1	10	0	S21	4	4	0	2	0	-5
S6	4	3	0	4	10	-5	S22	2	1	0	2	0	0
S7	2	2	0	2	10	0	S23	4	3	0	2	0	-5
S8	2	1	6	2	10	-5	S24	2	3	0	4	0	-5
S9	2	1	0	2	10	0	S25	2	1	4	2	0	-5
S10	4	3	0	2	10	-5	S26	2	1	0	1	0	0
S11	2	1	0	1	10	0	S27	1	4	0	2	0	-5
S12	2	2	0	2	10	-5	S28	2	3	0	2	0	-5
S13	2	1	0	2	10	-5	S29	2	2	0	2	0	-5
S14	1	1	0	2	10	-5	S30	1	3	0	1	0	-5
S15	4	3	0	2	0	0	S31	2	1	0	2	0	-5
S16	1	1	0	1	10	-5							

析を行い、各項目の入力値と出力値の感度比率を表すと図-3のようになる。表-4から、3名の技術者の優先順位にはかなりの相違が生じている。まず、第1段階として、他の者の順位は知らせずに、総合順位について確認したところ、それぞれの技術者はこの順位に納得した。第2段階として、他の2者の順位情報を示し、異なることを示しても、自説の修正をすることは無かった。また、他者と異なることが当然であるとの見解を示した。第3段階として図-3の感度を示したが、自分の有している重要度を良く表しているとして、それぞれの技術者は修正の必要性を表明しなかった。

4. 結 言

実データを用いて3名の技術者に提案システムを用いた結果、技術者の判断基準を満たす順位および感度解析結果を得ることができた。その結果、ほぼ同年数の砂防業務経験を有する技術者においても、優先順位や評価基準がかなり異なることを示した。

表-4 技術者による順位

地点	順位			地点	順位		
	A	B	C		A	B	C
S1	2	5	1	S17	15	2	11
S2	4	3	4	S18	13	4	10
S3	3	6	2	S19	17	10	13
S4	5	9	3	S20	17	11	12
S5	10	7	6	S21	9	17	20
S6	1	14	15	S22	21	13	14
S7	8	8	5	S23	14	20	24
S8	15	25	18	S24	11	18	23
S9	12	12	7	S25	26	27	22
S10	6	19	17	S26	28	16	16
S11	20	15	8	S27	23	21	28
S12	18	23	19	S28	24	22	27
S13	21	28	21	S29	25	24	29
S14	27	30	25	S30	31	26	31
S15	7	1	9	S31	29	29	30
S16	30	31	26				

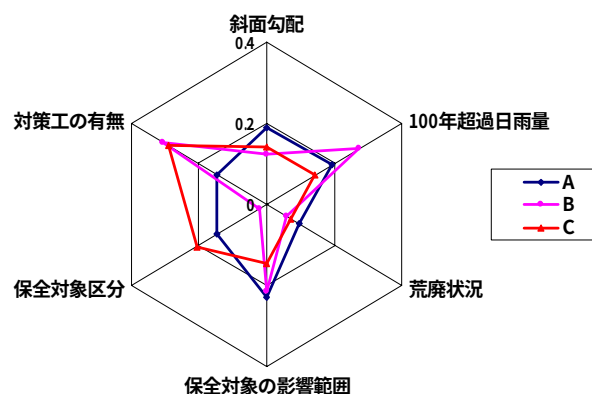


図-3 感度解析結果

参考文献

- 1) 渡 正亮, 小橋 澄治: 地すべり・斜面崩壊の予知と対策, 山海堂, 1987.4.
- 2) 作田ら: 遺伝的アルゴリズムを援用したニューラルネットワークによる耐震補強優先順位判定システム, 応用力学論文集, Vol.6, pp.35-42, 2003.9.