

斜面崩壊対策整備優先順位問題への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 30,000 箇所もあり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、斜面崩壊対策のための優先順位決定法が検討されている。現在は、斜面ごとに与えられる基礎データに対して、簡易な計算で危険度とその影響度についての工学的判断基準を設け、順位決定がなされている¹⁾。

本研究では、基準を設け斜面崩壊の整備順位判定に使用した実データに対して、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順位決定システム²⁾を用いた整備優先順位決定手法を提案し、その適用性について検討したものである。

2. 提案システム

提案システムは、リスク関数の意義が相対評価能力にあることに着目し、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抽出に GA を用い、目的に応じた一部の一対比較アンケートデータを抽出する。②これに、技術者の優先度に対する高低の判断を与え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先度判断から順位を決定する。④もし得られた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 級の山岳地帯である。山岳地帯を源とする河川はいずれも河床が急で、地質の大半が花崗岩類で形成された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。この基礎データから表-2 に示す主要項目を技術者の判断で抽出し、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、主要項目の抽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のが現状である³⁾。

ここでは、実際に用いられた表-3 に示すデータの整備順位を決定するため、文献 2) の抽出基準に従って技術者に 31 個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、技術者のアンケート結果を知識として獲得したニューラルネットワークの教師値と学習値の相関は、図-3 に示すように技

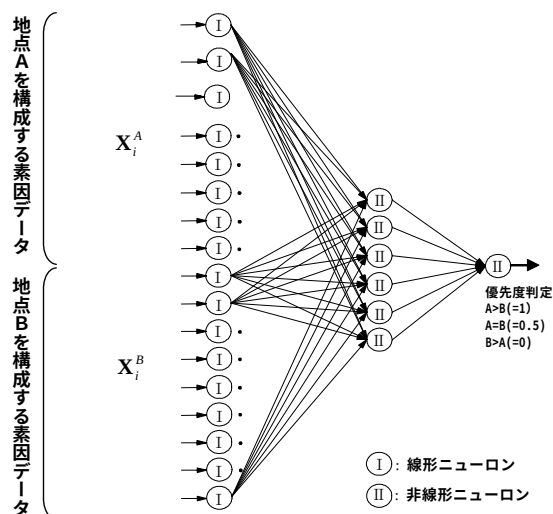


図-1 相対比較型ニューラルネットワーク

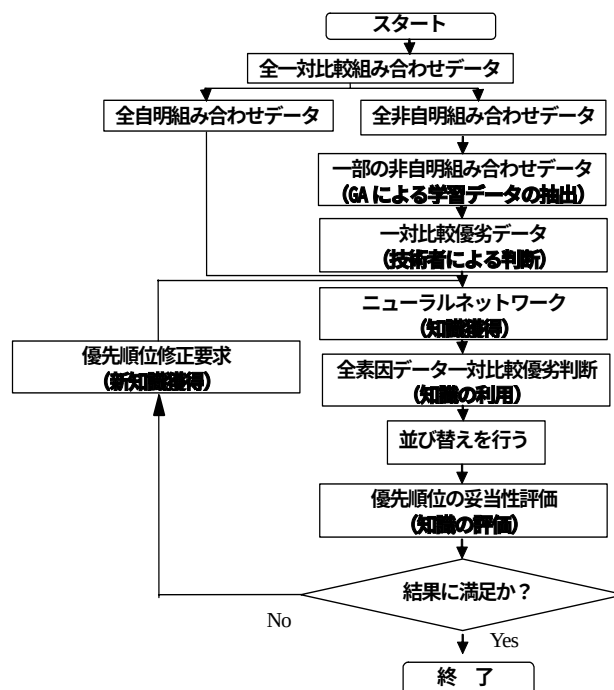


図-2 提案システムによる計算の流れ

表-1 斜面点検データの一例

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)	荒廃面積率 (%)	既往災害の有無	対策工の有無
		国道	JR						
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

表-2 抽出要因の分類と評価点

要因			配点	要因			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	$1.0\% \leq \text{崩壊率}$		6	ランク (総得点評価)	15点以上		A
	J R・国道の同時被災		10		10~14点		B
	J Rまたは国道		0		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)

No.	①	②	③	④	⑤	⑥	No.	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							

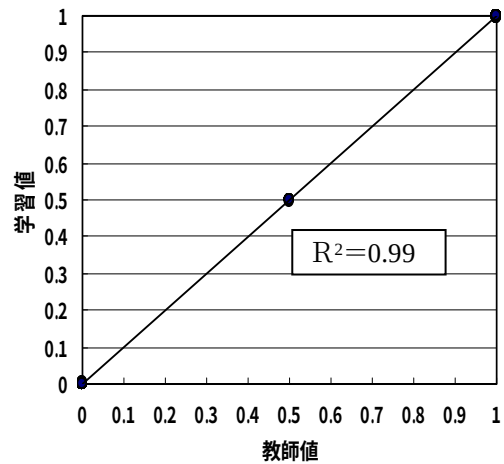


図-3 教師値と学習値の相関

術者の判断基準を完全に取り込めていることがいえる。さらに、得られた知識を利用し全一対比較の推定を行うと、S15-S17-S2-S18-S1-S3-S10-S7-S4-S19-S20-S9-S22-S6-S11-S26-S21-S24-S10-S23-S27-S28-S12-S29-S8-S30-S25-S13-S31-S14-S16の順位が得られた。次に、この学習後のニューラルネットワークの感度解析を行い、各項目の入力値と出力値の感度比率を表したものが図-4である。これより技術者は、順位決定にあたり、対策工の設置の有無を最重視していることがわかる。提案システムにより得られた順位および、感度解析結果は、技術者の工学的判断基準と整合するものであった。

4. 結 言

以下に本研究により得られた成果を示す。

- (1) GAにより抽出された一対比較アンケートデータ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) 技術者の判断基準を学習したニューラルネットワークを感度解析し、その感度比率から技術者の判断基準を数値化する方法を提案した。

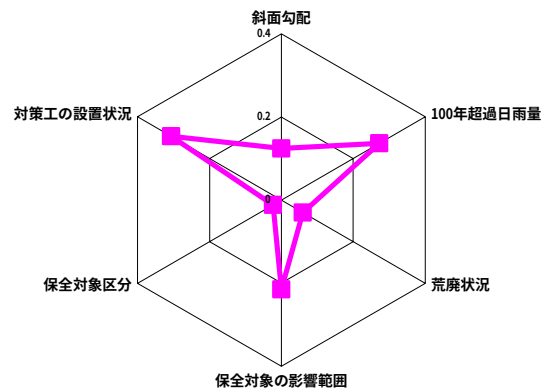


図-4 感度解析結果

- (3) 実データを用いて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を得ることができた。

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.
- 3) 石川 芳治, 前田 昭浩, 草野 慎一: 山岳道路の土石流発生危険度判定手法, 砂防学会誌, Vol.49, No.1, pp.31-37, 1996.5.