

## ニューラルネットワークを用いた橋梁の劣化予測

信州大学工学部 学生会員 ○河上栞奈  
信州大学工学部 正会員 小山 茂

## 1. はじめに

現在日本には 72 万の橋梁が存在し、数年後その 40%以上が老朽化すると予想されている。膨大な数の橋梁へ対処するには、計画的な維持管理が必要であり、部材の状態や交通量、周辺環境等多数のデータを把握し、それらを総合的に判断して維持・補修を行わなければならない。そこで本研究では、ニューラルネットワークを用いた橋梁の劣化予測を試みる。ニューラルネットワークは、人間では発見の難しい複雑な規則性を見出すことに優れており、このような問題解決に適していると考えられる。ここでは、長野県と長野県に隣接する内陸県の橋梁を対象に、橋梁データ、点検データ、交通量データから橋梁の状態を予測し、その精度について確認する。

## 2. 研究方法

## (1)ニューラルネットワーク

ニューラルネットワークとは、人間の脳にある神経回路網を模した学習アルゴリズムであり、大きく分けて、**図-1**のように入力層、中間層、出力層から構成される。各層は複数ノードが集まった構造で、各ノードは隣接する層に存在する全てのノードと結合している。ニューラルネットワークで用いられるデータは特徴量と教師データに分けられ、前者がニューラルネットワークへの入力として使用する説明変数となり、後者が出力された値の正解を示す目的変数となる。入力層から入力された特徴量は重み付けされて中間層から最終的に出力層へ伝播される。ニューラルネットワークの構築とは、出力値と教師データの誤差が最小となるように重みを決定することである。

## (2)ニューラルネットワークによる健全性の予測

本研究では、橋梁に関するデータ、過去に行われた点検に関するデータ、自動車交通量データから橋梁の健全性を判断する。3種類のデータがニューラルネットワークの特徴量、出力が平成31年に国土交通省が定めた道路橋点検要領<sup>1)</sup>健全性の判定

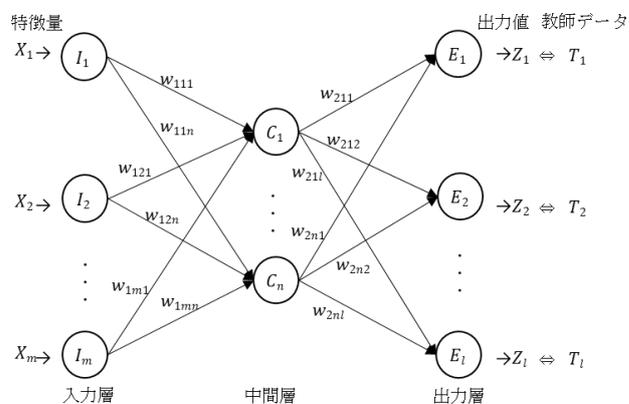


図-1 ニューラルネットワーク

区分となる。判定区分は、健全度が高い順に I,II,III, IV の 4 つの評価に分けられているが、IV と判定される橋梁の数は僅かであるため、本研究では判定区分 IV を III に含めて扱い、I,II,III のいずれかを出力となるようニューラルネットワークを構築した。

## (3)使用する特徴量

橋梁データとして、供用開始から最新の点検時までの年数、橋長、幅員を用いることとし、これらを橋梁道路メンテナンス年報参考データ集<sup>2)</sup>(2015年～2019年)から取得した。更に道路種別、管理区分、車線数、指定最高速度も用いることとし、これらは2015年全国道路・街路交通情勢調査<sup>3)</sup>より取得した。

点検データとして、過去に行われた点検結果(ただし、最新の点検を除く)で示された健全性の判定区分と供用開始からその点検時までの年数を用いることとし、これらを道路交通メンテナンス年報参考データ集(2014年～2018年)より取得した。

交通量に関するデータは、2010年、2015年全国道路・街路交通情勢調査<sup>4)</sup>より取得した。具体的には、昼間12時間自動車交通量(小型車、大型車、合計)、昼間12時間ピーク比率、昼間12時間大型車混入率、昼夜率、混雑度、平均旅行速度(混雑時、非混雑時)、昼間12時間平均旅行速度(上り、下り)、24時間自動車交通量(小型車、大型車、合計)、供用開始から最新の点検時までの累積交通量(小型車、大型車、合計)の計37データを用いた。

表-1 自動車専用道路橋内訳

	I	II	III	計
全データ	101	1195	131	1427
学習データ	79	956	106	1141
テストデータ	22	239	25	286

表-2 自動車専用道路以外の道路橋内訳

	I	II	III	計
全データ	1188	1247	226	2661
学習データ	938	999	191	2128
テストデータ	250	248	35	533

#### (4)解析の対象と研究の流れ

本研究では、沿岸部の塩害の影響を除外することとし、内陸県である、長野県、群馬県、山梨県、埼玉県、岐阜県を対象地域とした。着目する橋梁に関しては、自動車専用道路橋 1,427 基とそれ以外の道路橋 2,661 基とに分けて考え、それぞれに対してニューラルネットワークを構築した。全データのうち 80%をランダムに抽出し、それらを学習データとしてニューラルネットワーク構築に用いた。残り 20%を構築したニューラルネットワークのテストデータとして用い、その出力結果から健全性の判定の精度について検討を行う。道路橋の種類ごとのデータ数内訳を表-1、表-2 に示す。

### 3. 結果と考察

表-3 と表-4 にニューラルネットワークの性能評価を示す。これらは実際の判定区分と出力した判定区分との関係を示したもので、例えば表-3 の 3 行目は、実際に I と判定した 22 基のうちニューラルネットワークが正しく I と判定したのが 8、間違っって II と判定したのが 14 であることを表している。したがって、対角項の 3 成分が正しく判定できた数であり、その総和の全テストデータに対する比率を正解率と定義した。また、再現率は実際の判定区分ごとの正解率に対応しており、ニューラルネットワークが取りこぼしなく判定できているかを判断するための指標である。適合率は、ニューラルネットワークが下した判定区分に対する正解率に対応しており、分類の間違いを判断するために用いる指標である。

表-3 自動車専用道路橋の評価指標

		出力値				再現率
		I	II	III	計	
テスト データ	I	8	14	0	22	0.363
	II	1	231	7	239	0.967
	III	0	9	16	25	0.640
適合率		0.889	0.909	0.696		
正解率		0.892				

表-4 自動車専用道路以外の道路橋の評価指標

		出力値				再現率
		I	II	III	計	
テスト データ	I	185	65	0	250	0.740
	II	70	178	0	248	0.718
	III	6	28	1	35	0.029
適合率		0.709	0.657	1		
正解率		0.683				

自動車専用道路橋の結果は、表-3 に示したように多くの指標が高い値であり、比較的性能の良いニューラルネットワークとなっている。ただし、I に対する再現率は小さく、健全である橋梁の予測の信頼性が低い。自動車専用道路以外の道路橋の評価指標は表-4 に示ように、全般的に小さな値となっている。特に III に対しては危険側の判断を下すことが多く、老朽化した橋梁への判断に用いるのは現状難しい。

指標の値が小さな分類については、データ数の少なさが原因として考えられる。今後の性能向上のためには、対象地域を広げることでデータを増やす、新たな特徴量の追加等が必要であると考えられる。

#### 参考文献

- 1) 国土交通省。「道路橋点検要領 平成 31 年 2 月」[chrom e-extension://efaidnbmnnnibpcjpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fwww.mlit.go.jp%2Froad%2Fsisaku%2Fyobohozen%2Ftenken%2Fyobo4\\_1.pdf&clen=5485649&chunk=true](https://efaidnbmnnnibpcjpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fwww.mlit.go.jp%2Froad%2Fsisaku%2Fyobohozen%2Ftenken%2Fyobo4_1.pdf&clen=5485649&chunk=true)(最終閲覧 2020-12-23)
- 2) 国土交通省。「道路交通メンテナンス年報」[https://www.mlit.go.jp/road/sisaku/yobohozen/yobohozen\\_maint\\_index.html](https://www.mlit.go.jp/road/sisaku/yobohozen/yobohozen_maint_index.html)(最終閲覧 2020-11-30)
- 3) 国土交通省。「全国道路・街路交通情勢調査 2015」<http://www.mlit.go.jp/road/census/h27/>(最終閲覧 2020-12-20)
- 4) 国土交通省。「全国道路・街路交通情勢調査 2010」<http://www.mlit.go.jp/road/census/h22-1/>(最終閲覧 2020-12-20)