

交通機関選択分析へのニューラルネットワークモデルの適用

四国建設コンサルタント 正 員 ○内藤 正也
徳島大学工学部 正 員 近藤 光男
徳島大学大学院 学生員 釣田 浩司

1. はじめに¹⁾

本研究では明石海峡大橋開通後の徳島-阪神間の旅行について、既存の交通機関と明石海峡大橋開通後に予定される高速直通バスを対象とし、ニューラルネットワークを用いた交通機関選択モデルを作成し、その適用性について考察する。

2. ニューラルネットワークモデル^{2) 3) 4)}

ニューラルネットワークモデルは、図1に示すような神経細胞の人工的なモデルであるユニットから構成されている。ユニット内では、入力信号 X_i は、それに対応する結合荷重 W_i による加重線形和にしきい値 H を加算した値が、関数 f により変型され出力信号 O として出力される。研究では関数 f に式(1)に示すシグモイド関数を使用する。

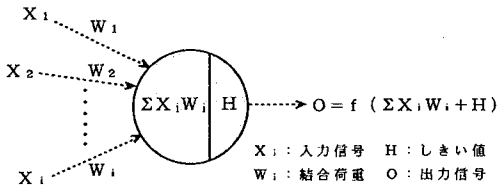


図1 ユニットの構造

$$f(x) = \frac{1}{1 + \exp(-2x/u_0)} \quad (1)$$

シグモイド関数の傾き u_0 は、シグモイド関数の非線形性を有効に作用させるための係数である。したがって本研究での入力値域を考え、有効な出力値が出やすくするため、 u_0 に0.5を使用する。

ニューラルネットワークの特徴として「学習機能」がある。これは、ニューラルネットワークに複数のパターンの入力信号と各入力信号に対応する教師信号が与えられることによって、各パターンの出力値と教師信号が一致する方向へ向かうように結合荷重としきい値を変化させることである。本研究で使用する学習方法はバックプロパゲーション則（誤差逆伝播学習則）である。

3. ニューラルネットワークの交通機関選択モデルへの適用と推定^{1) 2) 3) 4)}

3-1 データ

交通機関選択モデルにニューラルネットワークを適用するにあたっては、入力信号とその解答にあたる教師信号が必要となる。そこで本研究では、各信号を以下のように設定した。また、既存の交通機関の現状を表1に示す。

入力信号

- ・開通前の利用交通手段の所要時間
- ・高速直通バスの所要時間
- ・開通前の利用交通手段の費用
- ・高速直通バスの費用

教師信号

- ・高速直通バスを利用する.....0
- ・高速直通バスを利用しない....1

表1 既存の開通前の交通機関の現状

ルート	飛行機	フェリー	高速船	J R
条件				
全所要時間	2時間	4.5時間	3時間	3.7時間
全料金	8100円	2500円	5000円	9100円
選択率：仕事	30.6%	2.4%	63.7%	3.3%
選択率：自由	22.3%	5.5%	66.4%	5.8%

3-2 ニューラルネットワークの推定

本研究で使用するニューラルネットワークの形態は、入力層、中間層、出力層が各1層ずつの3層構造からなっており、入力層は4ユニット、出力層は1ユニットに固定し、中間層のユニット数を2~4ユニットの間で変化させた。その形態を図2に示す。

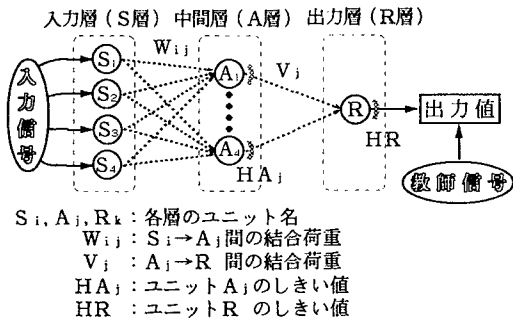


図2 ニューラルネットワークの形態

以上のようにして推定されたモデルの最適中間層数を得るために正常性試験を行った。正常性試験とは、パラメータの符号条件の確認に相当するものであり、各ニューラルネットワークモデルについてこれを行う。正常性試験をパスしないものはモデルとして使用できない。試験方法は、1つの指標を除いて、他の指標全部を各指標の全データの平均値に固定し、1つの指標を0から1まで変化させ、その出力値の増減を確認するといったものである。なお正常性試験結果の代表例を図3に示す。図より高速直通バスの時間または費用の増加に伴い、両者とも高速直通バスを利用しない方向に向かっており、モデルの正常性が確認できる。

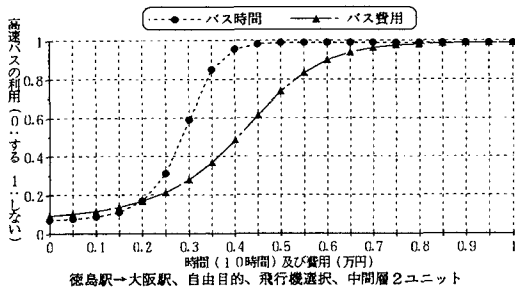


図3 正常性試験結果

なお、正常性試験結果から全てのモデルにおいて最適中間層数は2であった。

3-3 的中率

モデルの適合性を判断するため、実際のアンケート回答とニューラルネットワークを用いて作成した交通機関選択モデルの出力値とを比較して的中率を求めた。算出方法は、構築したニューラルネットワークモデルの出力値を0.5を境として利用する、利用しないと判断し、実際のアンケート回答と比較して、的中した割合を的中率とした。その結果、表2に示すように7割以上の的中率が得られた。

表2 アンケート回答との的中率

移動方向	目的	交通手段	全データ数	的中する	的中しない	的中率	
徳島駅 ↓ 大阪駅	仕事目的	飛行機	1325	954	371	0.720	目的別平均 0.734
		フェリー	241	167	74	0.693	
		高速車	1495	1137	358	0.761	
		J R	90	54	36	0.600	
	自由目的	飛行機	565	423	142	0.749	目的別平均 0.742
		フェリー	580	426	154	0.734	
		高速車	1865	1406	459	0.754	
		J R	185	116	69	0.627	
大阪駅 ↓ 徳島駅	仕事目的	飛行機	140	100	40	0.714	目的別平均 0.717
		フェリー	91	69	22	0.758	
		高速車	164	115	49	0.701	
		J R	18	12	6	0.667	
	自由目的	飛行機	65	45	20	0.692	目的別平均 0.737
		フェリー	202	157	45	0.777	
		高速車	222	156	66	0.703	
		J R	17	15	2	0.882	

4. 高速直通バスの需要予測

推定したモデルから高速直通バスの条件（全所要時間及び費用）の変化に伴う高速直通バスの利用の変化を求め、転換率とした。そして高速直通バスの費用と時間に関するいくつかの条件下における各既存交通機関からの総転換人数の開通前全旅客数に対する割合を図4としてグラフにまとめた。その結果アンケート調査の範囲内での高速直通バス条件（時間：3時間～3.5時間，費用：4000円～6000円）で高速直通バス利用率の変化を見ると、費用の増加によって大きく減少することが分かった。

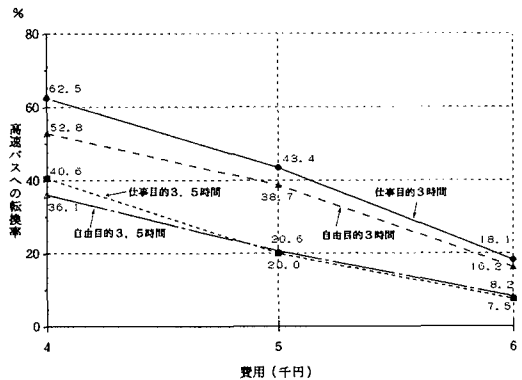


図4 高速直通バスへの転換率（徳島駅→大阪駅）

5. おわりに

本研究ではニューラルネットワークを用いて交通機関選択モデルを構築した。その結果、モデルの的中率も7割以上となっており、交通機関選択モデルにニューラルネットワークを使用することは有効であると考えられる。今後の課題としては、入力信号となるデータの充実により、より精度の高いモデル作成を行うことがあげられる。

<参考文献>

- 「交通手段別地域間旅客流動調査報告書」、徳島県、（1992年）
- 菊池豊彦：「入門ニューロコンピュータ」、オーム社、（1990年）
- 安居院猛、長崎宏、高橋裕樹 共著：「ニューラルプログラム」、昭晃堂（1993年）
- 中野肇監修：「入門と実演 ニューロコンピュータ」、技術評論社（1989年）