

Ⅳ-2 NNモデルを用いた通勤交通手段選択モデルの構築

阿南工業高等専門学校 正会員 ○加藤研二

1. はじめに

近年においては、交通渋滞の解決策として、フレックスタイム制の導入、週休2日制の導入といった個人の交通需要をマネジメントすることにより、渋滞の緩和を図る政策が必要となっている。このような政策の評価をするにあたり、様々なアプローチにより評価を行う研究が盛んに行われるようになっている。^{1),2)}

そこで、本研究では、朝夕の交通渋滞を引き起こす原因と考えられる就業者の通勤交通行動に着目し、ニューラルネットワークモデル（以下 NN モデル）を用いて構築する通勤交通手段選択モデルを用い、通勤時の交通手段選択に影響を与える要因を把握することを目的とする。

2. 通勤交通手段選択モデル

NN モデルを用いた通勤交通手段選択モデルの概要について述べる。

本研究では、図-1 に示すように、入力層、中間層、出力層の3層からなる階層型であり、中間層のニューロン数は入力層のニューロン数の半分とし、全てのニューロンが完全に結びついている完全結合の NN モデルである。

ニューロンの動きについては以下のように動作を行うモデルとしている。

- ①ニューロン i から j への入力値 I_j と結合荷重 W_{ji} 、中間層のニューロン j での閾値 h_j から、ニューロン j への入力値の総和 U_j を求める。(1 式)

$$U_j = \sum_{i=1}^n W_{ji} * I_i + h_j \cdots (1)$$

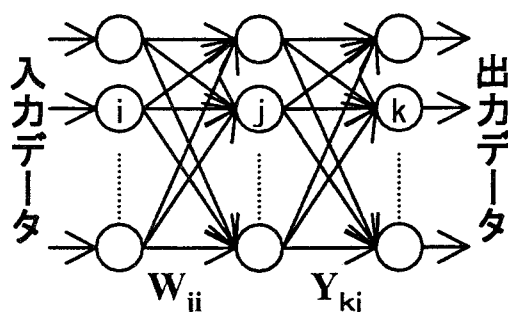


図-1 NNモデルの構造図

- ② I_i はニューロンへの刺激を表し、さらに、以下の関数関係から計算される値を、ニューロン k への入力値とする。(2 式)

$$O_j = f_j(U_j) \cdots (2)$$

ここで、上記の関数には以下に示すシグモイド関数を用いる。(3 式)

$$f(x) = \frac{1}{1 + \exp(-x)} \cdots (3)$$

- ③次に、ニューロン j からの入力値と出力層のニューロン k での閾値 p_k を用い (4) 式において計算した値を、シグモイド関数を用いた (5) 式において関数変換し、出力層のニューロン k の値 (A_k) を求める。

$$H_k = \sum_{j=1}^m Y_{kj} * O_j + p_k \cdots (4)$$

$$A_k = f_k(H_k) \cdots (5)$$

また、学習においては、NN モデルの収束性を考え、一括修正とモーメント法を結合した計算式を用いている。

3. モデルの推計

本研究では、日常生活と交通行動の関係を把握するために2001年11月～2002年1月にかけて徳島県で実施されたダイアリー調査の結果を用いて分析を行う。本調査は無作為に抽出した500世帯を対象とし実施され、115世帯215人の調査票を回収することができた。本モデルの推計には、就業者で回答データに不備がない144人のデータを用いた。本モデルに用いる外的基準ならびに説明変数を表-1に示す。本データを用いて推定した結果、的中率が91.67%と高い値を示した。このことより、NNモデルの再現性という点からみても非常に良い結果が得られたと思われるとともに、通勤時交通手段選択にNNモデルを適用できることが示された。

次に、各説明変数が各出力値に与える影響について検討を行う。NNモデルは、各説明変数の相対的重要度を直接的に表すのは難しい。このことより、

表-1 外的基準および説明変数とニューロン数

外的基準		ニューロン数
①自動車 ②公共交通 ③2輪・徒歩		3
説明変数	カテゴリー	ニューロン数
年齢	①～40歳 ②40歳～	2
続柄	①世帯主 ②配偶者 ③子供 ④親	4
免許の有無	①有 ②無	2
専用車の有無	①有 ②無	2
保有台数	①0台 ②1台 ③2台～	3
就業開始時刻	①～8時 ②8時～8時30分 ③8時30分～9時 ④9時～	4
就業終了時刻	①～17時 ②17時～17時30分 ③17時30分～18時 ④18時～	4
自宅から就業地までの距離	①～15km ②15km～	2
費用差(自動車－公共交通)	①～-100円 ②-100円～	2
時間差(自動車－公共交通)	①～-5分 ②-5分～	2
費用差(自動車－2輪・徒歩)	①～150円 ②150円～	2
時間差(自動車－2輪・徒歩)	①～-20分 ②-20分～	2

本研究では、各モデルにおいて推定された結合荷重を用いて以下の手順により評価値を算出し、説明変数が出力値に与える影響を評価する。評価値を表-2に示す。

- (1) 式に入力層の*i*ニューロン(1カテゴリーに相当)に1を代入し、その他のニューロン*i*には0を代入する。
- 2.1.の条件下で、(2)～(4)式を用い、各出力値を算出する。
- 3.1.の作業において1を代入する*i*ニューロンを順次変化させ、全カテゴリーの評価値を算出。
- 全出力値に対する各アイテムの出力値の比率を算出し、その比率の大小関係により評価を行う。これを全アイテムにおいて出力する。

この結果より、通勤時交通手段選択には、費用差、就業開始時刻、年齢が大きく影響を与えていることが分かる。

また、上記の式で推計された評価値を各カテゴリーごとにみることにより、NNモデルが非線形関係を表現していることを示すことが可能となる。図-2に就業開始時刻と出力カテゴリーの関係を示す。

この結果より、就業開始時刻が早いと、自動車を選択する確率が高く、就業開始時刻が遅くなるにつれ、自動車、公共交通を選択する確率が低くなり、2輪・徒歩を選択する確率が高くなるが、就業開始までにかかなりの時間的余裕がある方は、公共交通を選択する可能性が高くなることを示している。

4. おわりに

本研究では、NNモデルを用いて、就業者の通勤時交通手段選択モデルを構築し、通勤時交通手段に影響を与える要因の把握をおこなった。その結果、NNモデルの適用性の高さを証明できたとともに、新たな評価値を用いることにより、従来では

表-2 出力値に対する説明変数の評価値

説明変数	評価値
年齢	0.9744
続柄	0.8324
免許の有無	0.9643
専用車の有無	0.9553
保有台数	0.9513
就業開始時刻	0.9882
就業終了時刻	0.9685
自宅から就業地までの距離	0.7957
費用差(自動車－公共交通)	0.9912
時間差(自動車－公共交通)	0.8755
費用差(自動車－2輪・徒歩)	0.9624
時間差(自動車－2輪・徒歩)	0.9442

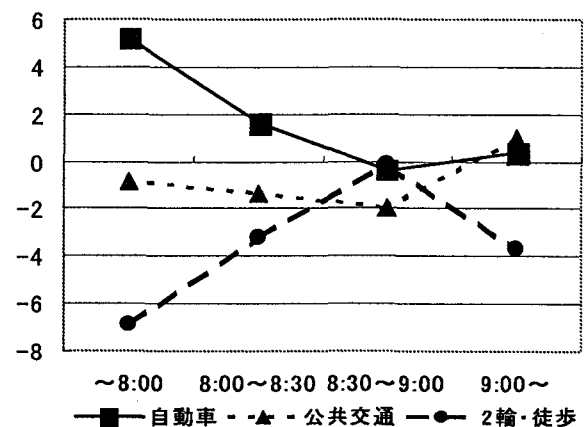


図-2 就業開始時刻と出力値の関係

難しかった説明変数が出力値に与える影響を評価できた。そして、その評価値を用いることにより、NNモデルの非線形関係を表現することが可能となった。

【参考文献】

- 藤井聡, 北村隆一, 門間俊幸: 誘発交通需要分析を目指した就業者の活動パターンに関する研究, 土木学会論文集, No.562/IV-35, pp.109-119, 1997.
- 藤井聡, 大塚祐一郎, 北村隆一, 門間俊幸: 時間的空間的制約を考慮した生活行動軌跡を再現するための行動シミュレーションの構築, 土木計画学研究・論文集, No.14, pp.643-652, 1997.