

ファジィ・ニューロモデルを用いた経路選択行動に関する基礎的分析

岐阜大学工学部 学生員 ○松浦 貴宏
岐阜大学工学部 正会員 秋山 孝正

1. はじめに

近年、交通管理において、交通情報の利用は重要な課題である。特に、与えられた情報に対する利用者の交通行動の分析が重要である。

このような交通行動現象をモデル化する方法として、ファジィ推論¹⁾やニューラルネットワークが用いられている。ファジィ推論は、ロジットモデルなどの統計的モデルとは異なる形式で、人間の思考過程を記述する。また、ニューラルネットワーク(NN)は、高度な推計精度を持つモデルとして有効である。また、ファジィ推論とニューラルネットワーク手法を融合した、ファジィ・ニューロモデルが提案されている。本研究では、ファジィ・ニューロモデルの交通行動分析への有効性を検討する。

2. ファジィ・ニューロモデル

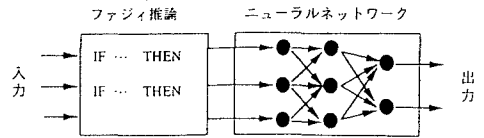
2.1 モデルの分類

ファジィ推論は、「IF～THEN…」形式の推論モデルに、言語変数(ファジィ数)を導入したものである。人間の認知に内在するファジィ性を考慮した判断の記述が可能となる。また、ニューラルネットワークは、人間の神経細胞をモデル化したものである。

これまでに、交通行動の分析において、これらの考え方を用いたモデル作成法が数多く提案され成果を上げている。さらに、ファジィ推論とNNを融合したファジィ・ニューロモデルが提案されている。現行では、それらのモデルは融合の度合いという観点から、九種類に分類されている²⁾。

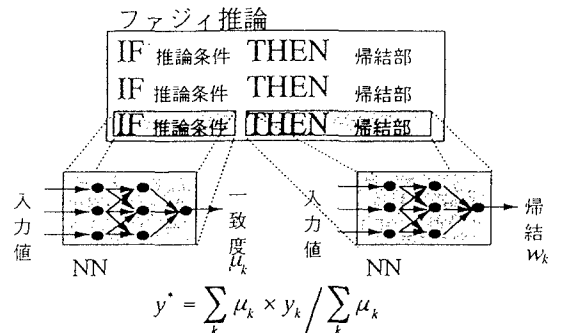
多くのモデルがあるが、本研究では、その中でも、①ファジィ・ニューロ、②ニューロ化ファジィ、③ニューロ的ファジィについて、実際にモデル化して比較する。これらについて順に説明する。

まず、①ファジィ・ニューロモデルでは、ファジィ推論とニューラルネットワークを直列に配置する。ファジィ推論ルールを用いて推論を行い、その推論結果をニューラルネットワークを用いて処理する。図・1の概念図のようにファジィルールの出力が、ニューラルネットワークの入力となる。



図・1 ファジィ・ニューロモデル概念図

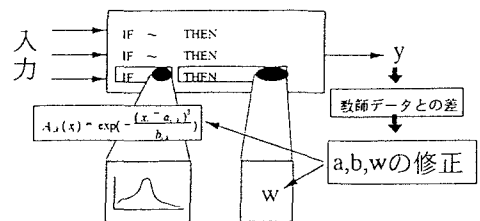
次に、②ニューロ化ファジィモデルについては、数あるモデルの中で、ニューラルネットワーク駆動型ファジィ推論³⁾を説明する。このモデルは図・2のように、全体はファジィ推論である。前件部「IF～」で計算される入力値と推論条件との一致度 μ_k (k :ファジィ推論のルール番号)を、ニューラルネットワークで求める。また、後件部「THEN…」の中の結論部の、入力値と帰結 w_k との関係を、NNで表す。



図・2 ニューロ化ファジィモデル概念図

つぎに、③ニューロ的ファジィモデルについては、ガウス基底を用いたファジィ推論⁴⁾について説明する。これは図・3のように、簡略ファジィ推論のメンバーシップ関数に、式(1)の関数を用いたものである。

$$A_{i,k}(x_i) = \exp\left(-\frac{(x_i - a_{i,k})^2}{b_{i,k}}\right) \quad \dots (1)$$



図・3 ニューロ的ファジィモデル概念図

a_k と b_{ik} はルール毎(k:ルール番号)に設定し、推論結果と教師データから各パラメータを修正する。

2.2 例題による検討

ここでは、交通手段選択(バスor自動車)を問題にしたロジットモデル作成用のサンプルデータを用いて各モデルの構築の可能性を検討した⁵⁾。表-1の推計誤差は、選択結果と推論結果との差を示す。判別指標は推論結果の確率が、どれだけ0.5から離れているかを示す。適合率は全体のサンプル数のうち、誤判断でないものの割合を示している。

マムダニのファジィ推論モデルと簡略ファジィ推論モデルは、ロジットモデルと同程度の推計精度を得られた。また、NNモデルは、最も高い精度を得た。

今回作成した三種類のファジィ・ニューロモデルは、ファジィ推論モデルとNNモデルの中間の推計精度を得た。その中でも、ニューロ化ファジィが最も精度が高く、三種類のモデルの中で最も良いモデルといえる。

項目	ロジット モデル	ファジィ推論 マムダニ型	簡略ファジィ 推論	NN	ファジィ・ ニューロ	ニューロ化 ファジィ	ニューロ的 ファジィ
推計誤差	9.400	7.027	6.920	2.080	3.489	3.112	5.334
判別指標	8.573	10.817	12.000	13.720	12.555	12.172	10.810
適合率	0.767	0.767	0.800	0.967	0.933	0.966	0.900

表-1 各モデルの推計誤差

3.経路選択モデルの作成

次に、アンケート調査によって集計されたデータを用いて、経路選択モデルを作成する。ここでは岐阜大学からJR岐阜駅までの経路選択行動について分析を行う。図-4に示す道路網の中で、三経路を利用するとし、利用する経路と、その経路選択要因として所要時間(x_1)、混雑度(x_2)、安全度(x_3)を質問した。また、各経路の総合得点と、利用割合についても答えてもらった。調査対象は93人である。

ここでは作成するモデルの概要として、所要時間、混雑度、安全度の説明変数から、各経路の評価値を計算し、3経路の評価値から利用頻度を算出する2段階推論モデルを前提としている。

①ファジィ・ニューロモデルでは、まずファジィ推論モデルで、各経路の乗車時間・混雑度・安全度から、経路の評価値を算出する。次に、NNモデルを用いて、評価値から利用頻度を計算する。

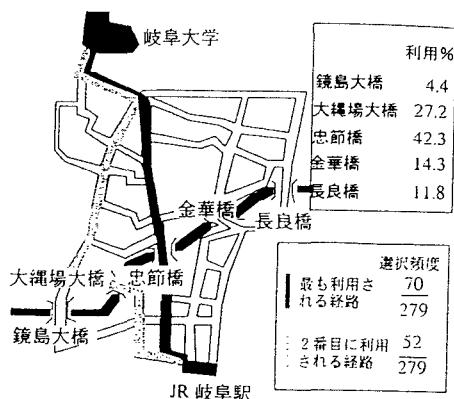


図-4 岐阜大学からJR岐阜駅までの経路図

②ニューロ化ファジィモデルでは、評価値の算出について、所要時間と混雑度の大小に留意したモデル構造を考える。利用頻度の算出については、経路2の総合得点に留意したモデル構造を考える。

③ニューロ的ファジィモデルでは、経路の評価値算出部分では、説明変数に対して、それぞれ三種類のファジィ数(小、中、大)を考える。ルール数は27となる。利用頻度算出については、3経路の評価値に対し、同様に三種類のファジィ数を考える。

4.おわりに

本研究では、交通情報を用いた交通管理の基礎となる交通行動の分析を行った。ファジィ推論モデルでは、判断過程を記述し、現実にあった非線形関係を表すことができる。ファジィ・ニューロモデルは、ファジィ推論モデルの頑健性を保持しつつ、ニューロ的な学習を導入することにより、推計精度を向上させることができ、その有効性が示された。

モデルのルール構成や計算結果については講演時に発表する。

【参考文献】

- 1) 秋山孝正: ファジィ推論によるモデル構築手順とその応用的意義について, 土木学会第45年次学術研究会講演概要集4, pp.454-455, 1990
- 2) 林勲, 馬野元秀: ファジィ・ニューラルネットワークの現状と展望, 第1回土木応用シンポジウム講演論文集, Vol.5, no.2, pp.54-66, 1993
- 3) 林勲, 野村博義, 若見昇: ニューラルネット駆動型ファジィ推論による推論ルールの獲得, 日本ファジィ学会誌, Vol.2, no.4, pp.585-597, 1990
- 4) 市橋秀友: ニューロ・ファジィによる一対比較の数量化法, 日本ファジィ学会誌, Vol.4, no.5, pp.958-967, 1992
- 5) 浅野光行: やさしい非線形モデルの計算手順, 交通工学, Vol.26, no.5, pp.37-41, 1991