

ニューラルネットワークモデルを用いた人口の社会移動における地域選好分析

徳島大学大学院 学生員 ○釣田 浩司
 徳島大学工学部 正 員 近藤 光男
 徳島大学工学部 正 員 廣瀬 義伸

1. はじめに

魅力ある都市づくりのためには、近隣環境の質であるアメニティーと各種目的行動の可能性であるアクセシビリティが重要な要因である。

本研究では、アメニティーとアクセシビリティの両面から地域の魅力をとらえ、それが人口の社会移動に基づく地域の選好に及ぼす影響をニューラルネットワークモデルにより分析する。

2. 地域選好モデル

2. 1 地域選好のモデル化

2つの地域 i, j があり、各地域の魅力度を V_i, V_j とおく。住民による地域 i, j の選好の度合いはこれらの値に依存すると考え、より大きな魅力度を示す地域を選好すると仮定する。

ところで個々の住民が感じる地域の魅力度 V_i, V_j は地域 i と j の固有の環境要因からなる魅力度の確定項 U_i, U_j と個々の住民によって魅力度の値にばらつきを与える誤差項 e_i, e_j の和となっていると考えられる。誤差項 e_i, e_j が、ガンベル分布にしたがうと仮定すると、選好の比率 p_i, p_j は魅力度の確定項 U_i, U_j によるロジットモデルとして次の式のように表される。

$$\therefore \frac{p_i}{p_j} = \exp(U_i - U_j) \quad (1)$$

2. 2 ニューラルネットワークモデル

1) ニューラルネットワークの基本システム

ニューロンの基本構造は、図1に示すように、入力信号 z_i に対する結合荷重 w_i の加重線形和にしきい値 H を加えた値を関数 $g(\cdot)$ によって変換し、出力信号 O が得られる。本研究では関数 $g(\cdot)$ に式(2)に示すシグモイド関数を使用する。

$$g(Z) = \frac{1}{1 + \exp\left(\frac{-2Z}{u_0}\right)} \quad (2)$$

図2にニューラルネットワークの基本的構造であるパーセプトロンの構造を示す。簡単のために、入力層に S_1 と S_2 の2個、中間層(かくれ層)に A_1 と A_2 の2個、そして出力層に R_1 の1個のニューロンモデルが存在する構造を示した。このシステムに入力された信号は、個々のニューロンモデルで図1に示した処理が行われ、順次後方に送られ、出力信号となる。

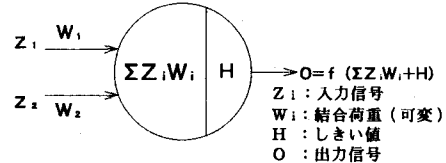


図1 ニューロンモデルの基本的構造

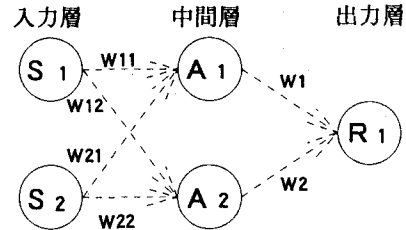


図2 パーセプトロンの基本的構造(例)

2) ニューラルネットワークの学習方法

ニューラルネットワークモデルでは各層の結合加重としきい値を決定する必要があるが、このために学習機能がある。そしてこれがニューラルネットワークの特長である。この方法は、入力信号とその解答である教師信号を与えることによって学習させ、やがて任意の入力パターンに正しく対応できるようにすることである。本研究では、学習方法としてバックプロパゲーション則(BP則)を用いている。

3. モデルの推定

3. 1 対象地域とデータ

1) 対象地域

本研究では対象地域として徳島県を選び、県内の50市町村をサンプルとした。

2) 選好度のデータ

対象地域の1980~1990年の人口の社会移動データより、被説明変数となる地域の選好比率(p_i/p_j)を導く。まず、地域 k から地域 i と j への人口の社会移動量を X_{ki} 、 X_{kj} とすると、地域 i と j へのすべての地域からの移動データを用いて、式(1)の右辺は式(3)のように表すことができる。

$$\left(\frac{X_{1i}}{X_{1j}} \frac{X_{2i}}{X_{2j}} \dots \frac{X_{ni}}{X_{nj}} \right)^{\frac{1}{n-2}} = \exp(U_i - U_j) \quad (3)$$

この式(3)の左辺は、対象地域全体の人口移動データに基づく平均的な選好度を表していると解釈できる。このことから、地域*i*と*j*の選好比率の比である p_i/p_j は、式(4)に示すように他の全ての地域からの転入人口の比の幾何平均で与えられることになる。

$$\therefore \frac{p_i}{p_j} = \left(\frac{X_{1i}}{X_{1j}} \frac{X_{2i}}{X_{2j}} \dots \frac{X_{ni}}{X_{nj}} \right)^{\frac{1}{n-2}} \quad (4)$$

3) 地域環境構成要素と指標

説明要因となる地域環境データには、地域の生活環境を構成する施設指標として、安全・健康・社会福祉・余暇・教育・商業といった施設を合計20種類用意した。ただし、これらの指標間にはある程度の相関が考えられるため、指標間の関連を主成分分析とクラスター分析によって明らかにし、指標の分類を行った。表1に示すように5つのグループに分類し、分析には各グループの代表指標を用いることとした。さらに施設以外の指標として、1日交流圏(3時間圏)人口、雇用機会人口(30分圏)、徳島市への所要時間を採用した。以上、表1に掲げる指標が本研究で取り扱う指標であり、これらによって地域の環境が構成されると仮定する。

3.2 推定結果

地域選好モデルにニューラルネットワークを適用するには、入力信号とその解答である教師信号が必要である。また式(2)で示すように本研究では出力信号の関数にシグモイド関数を使用しており、その出力値が0から1に限られる。そこで本研究では以下のように処理した。

・入力信号…地域*i*における指標*k*の値 Z_{ki} を用いて、

$$\frac{Z_{ki}}{Z_{ki} + Z_{kj}} \quad (k=1, 2, 3, \dots)$$

・出力信号…地域選好比率の比 p_i/p_j を用いて、

$$\frac{p_i}{p_i + p_j} \quad \text{とする。}$$

分析に用いたニューラルネットワークは、入力層、中間層、出力層が各1層ずつの3層構造とした。

ところで、モデル作成にあたり、モデルの正常性が問題となる。すなわち、任意の1指標が入力信号として0から1に変化する際に、その出力値である推定値が単純増加(徳島市への所要時間は、時間という性質上、単純減少)しなければ、そのモデルは正常といえない。異常性が確認された場合は、中間層のユニット数を変化させるか、その指標を入力信号から外すという処理を行い、その結果、複数の正常なモデルが推定できたが、その中で精度が最も良かったものを採用した。そのモデルの形態を図3に示す。

入力信号は、主要公園、警察署、病院の施設数の指標と1日交流圏人口、雇用機会人口、徳島市への所要時間の6指標である。モデルの出力層出力値と教師信

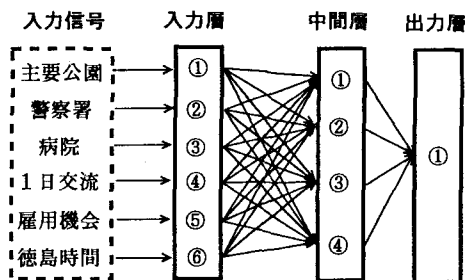


図3 推定されたニューラルネットワーク

表1 地域環境指標の分類結果

	グループに含まれる指標	代表指標
I	保健所、主要公園	主要公園
II	警察署、博物館、図書館	警察署
III	老人ホーム、小型小売店、保育園、病院、飲食店、スーパーマーケット、金融機関	病院
IV	カルチャーセンター、大学・短大、大型小売店、事務(サービス)、事務(製造業)、劇場	大型小売
V	遊園地、コンサートホール	コンサートホール
VI	一日交流圏人口、雇用機会人口、徳島市までの所要時間	全部

号との相関係数は $r=0.853$ であり、サンプル数は1176である。またモデルの正常性試験では、徳島市への所要時間の指標のみが指標の増加に対し、出力値が単純減少し、その他全部の指標の出力値が単純増加しており、正常性が確認された。また1日交流圏の指標は、他の指標に比べて、入力信号の増加に対する出力値の増加の傾きが小さいことから、他の指標よりも地域の選好度に与える影響が小さいと考えられる。一方、警察署、病院、雇用機会人口、徳島市への所要時間は地域の選好度に比較的大きな影響を与えていることがわかる。

4. おわりに

本研究では、居住環境の質を表す地域環境指標を説明変数として地域選好のニューラルネットワークモデルの構築を試みた結果、満足できる結果を得ることができた。

分析結果から、地域の基盤となり、日常生活に密接な関係を持つ施設が充足されており、さらに中心都市へのアクセシビリティが優れている環境が、地域住民の生活活動の環境として好まれていることが明らかとなった。