

IV-48

ニューラルネットワークによるマイクロ土地利用モデル

神戸大学大学院 学生員 中川哲以
 神戸大学工学部 正 員 枝村俊郎
 神戸大学工学部 正 員 川井隆司

1. はじめに

本研究は、脳の神経回路網モデルであるニューラルネットワークによる町丁目のような小地区を対象とした土地利用モデルの開発を目的とする。町丁目のような小地区を取り扱う土地利用モデルは街区レベルの都市計画事業、土地利用規制などを支援する計量モデルとして、その開発は重要であろう。ここでは、町丁目単位のマイクロな地区を対象とした土地利用モデルをマイクロ土地利用モデルと呼ぶ。

2. 提案するマイクロ土地利用モデル

土地利用モデルの開発には様々なアプローチが採られているが、市区レベルのゾーン規模を対象としたモデルならば経済理論に基づいたアプローチをはじめ多くのアプローチが適用可能であろう。しかし、これらのアプローチを町丁目レベルのゾーン規模を対象とした土地利用モデルの構築に適用するならば、次の問題点により一般にモデル構築が困難である。まず第一に町丁目のようなマイクロな地区における土地利用形成メカニズムでは、不確定要素が多いため土地利用形成の因果関係を捉え難いこと、第二にマイクロな地区の土地利用形成は、立地活動主体の特性に強く影響するため、各活動主体の多様性を配慮する必要がある、それによってモデルの定式化が困難になること、第三にゾーニングが細かくなることによって取り扱うデータ量が膨大になりモデルのパラメータ推定作業が困難になることなどが挙げられる。ゆえに、マイクロな地区の土地利用モデルの開発には、従来の土地利用モデルで取り扱われたアプローチではなく、土地利用形態と土地利用形成要因とのデータ特性により、土地利用形成メカニズムが自己組織的にモデル化できる手法が実用上の観点から工学モデルとして有効であろう。この手法として、複数の入力値の並列処理が可能な同時並列処理能力と、モデル構造を自らが変化させ望ましい入出力システムを形成する自己組織化能力を持つニューラルネットワークがマイクロ土地利用モデルの構築には適切であると考えられる。

3. ニューラルネットワーク

ニューラルネットワークの構成とネットワークに入力値を与えたときの情報処理フローを図-1に示す。図-1は、入力層、中間層、出力層の3層の階層型ネットワークで、入力層、中間層、出力層の方向に結合しており、各層内での結合はない。またネットワークのノードにあたる処理要素であるユニットの構造は単純で他のユニットから入力を受ける部分、入力を一定の規則で変換する部分、結果を出力する部分からなる。他のユニットとの結合部分にはそれぞれ結合の強さを表すための実数値の重みがある。図-1は、ネットワークの処理による出力値と望ましい出力値すなわち出力目標値との差からユニット間の結合の重みを修正するという一連の処理を示している。なお、図-1はユニット数が入力層4、中間層3、出力層4の3層の場合を示しているが、ネットワークの層数および各層のユニット数は適用に応じて設定する必要がある。

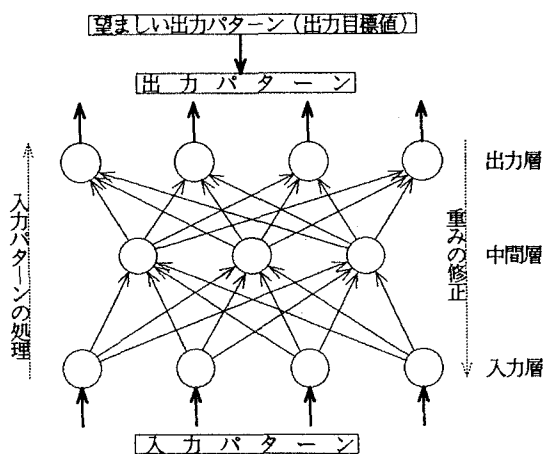


図-1 ニューラルネットワーク

また、ネットワークにある入出力パターンを認識させるには、あらかじめ複数の入出力対をネットワークに与える必要がある。それらの入出力対のパターン特性からネットワークは望ましい入出力システムの自己組織形成を行うことから、この操作をニューラルネットワークの学習と考え、以下ではこれらの入出力対データを学習データと呼ぶ。

4. ミクロ土地利用モデルの適用

本研究では、3層の階層構造を採るニューラルネットワークによって、土地利用現況の再現を目的とする現況推定モデルと土地利用要因の動向から土地利用予測を行う動向推定モデルの2種類のミクロ土地利用モデルを提案し、その適用を行う。これら2種類のモデルは町丁目をひとつのゾーンとして、ミクロ土地利用形成の種々の要因から各ゾーンにおける住居系、商業系、工業系といった用途別の延床面積比率を推定するモデルである。現況推定モデルは、土地利用形成要因の各データを入力とし、土地利用現況を出力とする入出力対によって学習させたネットワークを用いて対象地域の土地利用を推定するモデルである。一方の動向推定モデルは、過去2ヶ年の土地利用形成要因の動向から将来の土地利用を予測するモデルである。すなわち、 $t-1$ 期の土地利用形態と $t-1$ 期から t 期にかけての土地利用形成要因の変化率を入力とし、 t 期の土地利用現況を出力とした入出力対によって学習させたネットワークに、 t 期の土地利用現況と t 期から $t+1$ 期にかけての要因の変化率を入力することによって $t+1$ 期の土地利用予測を行うモデルである。適用するミクロ土地利用モデルの概要を図示したものが図-2である。

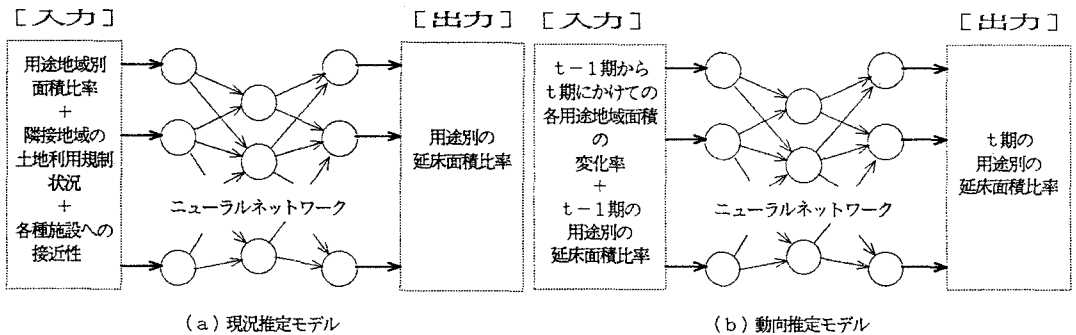


図-2 ミクロ土地利用モデル

5. ミクロ土地利用モデルの適用結果

提案したミクロ土地利用モデルの有効性を確認するため、現況推定モデルを西宮市南部の既成市街地に、動向推定モデルを神戸市の用途地域変更が行われた町丁目にそれぞれ適用した結果を述べる。

現況推定モデルは、昭和55年度を対象年次としモデル適用の対象とする248町丁目の中から70町丁目を学習データとして選び出し、残りの178町丁目に対して現況の土地利用推定を行った。一方の動向推定モデルは、神戸市において昭和57年9月に行われた第一回用途地域一斉見直しの際に土地利用現況と用途地域とのかい離による理由で用途地域変更が行われた31町丁目を対象としている。そして、そのうち15町丁目のデータを学習データとして用い、残りの16町丁目に対して土地利用の推定を行った。

これらの適用において実績値とモデル推定値の相関係数は、現況推定モデルが0.94、動向推定モデルが0.92であった。これより、両モデルの適用結果は良好であるといえる。

6. おわりに

本研究では、ニューラルネットワークが具備するネットワーク構造の自己組織化能力とデータの同時並列処理能力という2つの特徴に着目し、ミクロな地区の土地利用モデルの開発を行い、ニューラルネットワークの土地利用モデルへの適用の有効性を確認した。本モデルは従来の土地利用モデルのように土地利用形成メカニズムを特定の関数によって定式化するのではなく、ニューラルネットワークという入出力パターンの構造化を学習による自己組織化能力により形成する工学モデルによって土地利用の予測を行うものである。