ニューラルネットワークを用いた 感性工学エキスパートシステムの研究

○石原茂和, 長町三生, 松原行宏, 松島加代子 (広島大学工学部)

A Study of Kansei Engineering Expert System by Neural Networks
S. Ishihara, M. Nagamachi, Y. Matsubara, K. Matsushima
(Hiroshima University, Faculty of Engineering)

1. まえがき

感性工学とは人間の感性を具体的な形のデザインとして表現あるいは実現するための手法であり, 現在までにエキスパートシステム(以下ES)として, 住宅デザインに関するHULIS, 服飾デザインに関するFAIMSを開発している¹⁾. これらは形容詞は1つの感性の指標としてとらえている. 従って, 扱うことのできる形容詞の数を増加させることにより, ユーザーの感性をよりきめ細かくとらえることができる. 反面, 形容詞とデザイン要素を結びつける統計解析(数量化理論I類)の手間は増加し, ルール数も増加してデータベース構築が困難になる. また, 従来の記号処理的方法では, ルールとデータの増加に伴ない, データベースが大きくなり, 探索空間が増大して応答速度はきわめて低下する. 特に形容詞を“知的”で“エレガント”な, といったように複数指定するとさらに応答は遅くなる. 本研究では, 以上の問題を解決するためにニューラルネットワークの補間能力と応答の高速性に着目して, 感性工学エキスパートシステムの推論部とデータベースをニューラルネットワークで実現することを試みる.

2. ニューラルネットワークによる感性工学ES

2. 1 因子負荷量による感性の表現

形容詞数の増加の問題に対しては, 以下のような方法で改善を試みる. 感性工学ESの開発過程において, 因子分析により, 多数の形容詞は因子構造が明らかにされている¹⁾. そこで各形容詞は因子負荷量を用いてベクトルとして表現することが可能になる. これにより各形容詞間の意味的な距離を各ベクトルパターンの類似度として考えることができる. 従って, このベクトル表現を用いて, デザイン要素との対応をシステムが保持している基本形容詞に対して, それに意味の類似する形容詞と結びつくデザイン要素を推測することができる.

2. 2 ニューラルネットワークESの利点

上に述べた因子負荷量ベクトルを用いたデザイ

ン要素の推測はニューラルネットワークの持つ補間能力²⁾によって達成できると考えられる. さらに以下の点で有用と考えられる.

- ① ネットワークの構造を変えることなく, 入力する条件(形容詞)の個数を増減することが可能.
- ② 個々の形容詞間の意味的なつながりを表現できる. 1つの形容詞を因子パターンとしてとらえることにより, 形容詞間の類似性などの関係の評価することができる.

また, 推論速度の問題に対しては, ニューラルネットワークを用いることにより, ルールの演繹は結合されたユニットの出力を計算することにより, ルール数に関係なく非常に高速に行うことができる. また, 複数個の入力を合成したものを与えることにより, 中間的な意味に対応する結果を得ることも期待できる. 推論機構とデータベースが一体化しているので, システムの構造も単純化できる.

2. 3 ニューラルネットワークESの実現方法
ニューラルネットワークの構造を図1に示す. 入力パターンには疑似アナログ化した因子負荷量(因子パターン)を用いる. これにより, 1つの形容詞の概念を分散表現することが可能になる.

図1: ネットワークの構成

ネットワークはデザインの5つのブロックごとに1つ使用する。3層構造であり、各層のユニット数は入力層36個、中間層8個、出力層はデザイン要素の種類に対応して7~13個とした。データはFAIMSのものを使用し、71対の形容詞-デザイン要素の対を10000回呈示して学習を行なった。学習アルゴリズムはバックプロパゲーション法を使用。学習率は0.2、モーメントは0.9に設定。学習後、形容詞の入力に対して、しきい値を0.5とした場合、98.3%の正答率が得られた。

3. シミュレーション

上述したニューラルネットワークの特徴を利用して、システムが学習していない形容詞の入力から、妥当なデザイン要素を推測させることを試み、検証を行なった。また、複数の形容詞を指定した場合の出力の検討も行なった。

3. 1 類似形容詞における推論

71対の形容詞-アイテム対の中から、61対をネットワークに学習させた後、テスト形容詞として、残り10個の形容詞の因子パターンを入力して出力を検討した。その結果、テスト形容詞の因子パターンと類似の因子パターンを持つ学習済みの形容詞群に対応するデザイン要素を指示する出力が得られた。図2にテスト形容詞とそれに類似の形容詞の出力値(平均値)を比較する。

図2：推測されたデザイン要素と類似の形容詞出力の平均

3. 2 形容詞合成における推論

71対の学習を終了したネットワークに、2つの形容詞を合成した因子パターンを入力して出力を調べた。形容詞の合成は、形容詞の因子パターンを各因子ごとにmax演算を用いて行なう。結果として、合成された形容詞の両方のデザイン要素のORになる出力を得られるものと、前節の実験結果と同様に、類似する因子パターンの形容詞群の出力を合成したのが見いだされた。後者は合成対象の形容詞が、因子負荷行列において因子パターンの類似した形容詞と、対応するデザイン要素の異なる場合に現れた。

図3：合成された出力パターン

3. 3 考察

以上の2つの結果は、形容詞を分散表現したことにより、類似の形容詞で因子パターンの共通部分はより強固に学習され、引き込みのある連想が起きたことによると考えられる。

推測の結果から、形容詞群の因子負荷行列をシステムが保持していれば、全ての形容詞とデザイン要素との対応を保持していなくても意味的に類似な形容詞を合成してデザイン要素を推測することが可能であることがわかった。このことから、形容詞の数を減少させて作業の量を軽減可能、あるいは、ルールの追加なしに入力可能な形容詞の数を増加させることができ、よりきめの細かな応答ができるという利点がある。

形容詞の合成入力からは、システムのもつ形容詞全体の因子構造が反映された結果を出力する傾向があるといえる。反面、合成対象の形容詞が意味の類似する他の形容詞群と比べて非常に異なるデザイン要素が対応している場合、その関係が弱められる結果になる。したがって、形容詞の合成は形容詞を個別に推論させた出力結果のORをとる方法と、上記の方法の2つを併用することがより有効であると思われる。

4. まとめと今後の展望

本研究では、ニューラルネットワークの特性を生かして感性工学エキスパートシステムに組み込み、実用に耐えうる性能が得られた。ここで用いた手法である形容詞の分散表現は、アナログ値の因子負荷量を表現しているのもこのことを利用して、入力する形容詞の度合を指定することができる。さらにファジィ演算をもちいて、度合を考慮した形容詞の合成をすることも可能であると考えられる。

【参考文献】

- 1) 長町三生：“感性工学”，海文堂，1989。
- 2) K.Saito, R.Nakano: "Medical Diagnostic Expert System Based on PDP Model", ICNN Proceedings Vol.2, 1988.