

第Ⅳ部門 歩行者向け回遊情報提供エージェントシステム

大阪市立大学工学部 学生員 ○奥 健太  
大阪市立大学大学院工学研究科 正会員 日野 泰雄

大阪市立大学大学院工学研究科 正会員 内田 敬  
大阪市立大学大学院工学研究科 正会員 吉田 長裕

1. はじめに

現在、案内標識や固定情報端末等の設置により歩行者向けの情報提供が行われている。さらに「いつでも」、「どこでも」情報提供が可能になるシステムとして歩行者ナビゲーションシステムの研究が進められている。例えば個人の持つ携帯情報端末(PDA)に施設や経路等の情報提供を行うものが研究されている。

本研究ではそのようなシステムをさらに拡張し、より便利な情報提供を行えるシステムを考案する。ユーザの嗜好に応じて施設検索を支援したり、興味のある施設情報を自動的に提供、つまりプッシュ提供するようなシステムを考案する。このようなシステムをニューラルネットワークに基づくエージェントシステムとして実現する。

2. エージェントシステム

(1) エージェントシステムの利用イメージ

ユーザがある時間帯にある地域に行った時に、エージェントがその時のユーザの要求を推測する。そしてその要求に合った施設を検索し、さらにユーザの嗜好に合った施設の情報をプッシュ提供する。ユーザが知らなかった施設の情報がプッシュ提供されることによって、新しい発見となり有益な情報提供となる。

このようなユーザの要求、嗜好に合う施設情報のプッシュ提供が可能となるためには、エージェントが十分学習する必要がある。そのためにユーザの行う施設検索操作からその状況におけるユーザの要求、嗜好を学習する。

(2) 学習メカニズム

本研究ではエージェントの学習メカニズムとしてニューラルネットワーク(neural network: NN)を用いる。NNは生物の神経系の特徴的な機能に着目してそのモデル化を行ったものである。NNは学習を繰り返すことによって、正しい答えが出せるようになり、また曖昧な入力に対しても正しく判断できるという特徴を持つ。このNNを用いることにより各種予測やパターン認識が可能になる。

図-1のように入力ユニットから出力ユニットまで全て順方向に結合されているNNを階層構造NNとよぶ。階層構造NNには入力層、中間層、出力層がある。本研究では中間層が1層である3階層構造NNを用いる。入力

層に与えた信号が結合係数  $w$  によって変換されながら出力層ユニットの値として出力される前向きの信号伝播を行う。この信号伝播が NN の判断処理ということになる。

NN の学習 ( $w$  の調整) 方式として誤差逆伝搬法(Back Propagation: BP 法)を用いる。BP 法はまず NN を介して入力層から出力層へ信号伝播を行い、その出力層からの出力値と教師信号(入力値に対して理想的な出力値)との誤差を計算する。その誤差を学習信号  $\delta$  として逆に入力層の方へ伝搬させながら、誤差が小さくなるように各ニューロンの  $w$  を修正することによって学習を行う。

本研究では表-1のように3つのNNを用いて、それぞれユーザの要求する施設カテゴリ、それに属する施設種別、施設属性項目に対する評価の重みを学習、推測する。NNは表-2のような3つの学習パラメータを持つ。

図-1はNN1の構造である。現在情報として入力層に曜日、時間帯、休日、エリア、同伴者が入力されると、出力層の施設カテゴリに0~1の値が出力される。その値がNNによる判断でありこれが0.5以上である施設カテゴリがユーザの要求する施設カテゴリとして推測される。NN2は施設種別に関して同様の推測を行う。NN3に関しては出力値がそのままユーザの施設属性項目に対する評価の重みとして推測される。

表-1 本研究で用いる NN

| 層   | NN    | 内容         |
|-----|-------|------------|
| 入力層 | NN1~3 | 現在情報       |
| 出力層 | NN1   | 要求施設カテゴリ   |
|     | NN2   | 要求施設種別     |
|     | NN3   | 施設属性に対する重み |

表-2 NN パラメータ

| パラメータ          | 説明                         |
|----------------|----------------------------|
| 学習定数 $\eta$    | 学習速度に影響                    |
| 安定化定数 $\alpha$ | 学習誤差振動に影響                  |
| 中間層のユニット数 $m$  | 少: 学習不十分<br>多: 過学習・汎化能力が低下 |

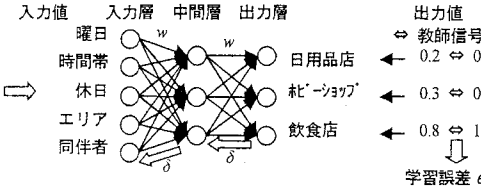


図-1 3階層構造 NN (例)

3. システム分析のための仮想実験

(1) 概要

エージェントシステムの挙動を分析するために実験を行う。しかし、これを現実の空間で行う場合、物理的、時間的、経済的な制約が大きい。そこで、エージェントシミュレーションソフトウェアを構築し仮想実験を行った。1)NN パラメータの感度分析、2)ユーザ類型別の学習成果の違いおよび傾向の分析、3)学習後の NN の結合係数とユーザの行動選択との関係の分析、4)フェーズ移行目標値がもたらす学習成果の違いの分析の 4 つの分析を行った。このうち、3)、4)の分析結果を以下に示す。

(2) NN の結合係数とユーザの行動選択との関係の分析

(3) (a)分析方法

仮想ユーザを表-3のように設定する。シチュエーションごとに仮想ユーザが重視する施設属性項目を設定した。また、各シチュエーションの生起割合を設定した。本実験では 4 つの仮想ユーザを設定したが、表-3にはそのうち嗜好に偏りのあるユーザ 1 と偏りのないユーザ 3 の設定を示す。仮想ユーザを一定期間自動行動させ、エージェントにユーザの嗜好を学習させる。

学習後の NN の  $w$  から各ニューロン相互の関係の強さを調べることができる。仮想ユーザに関する重みの設定値と実験結果  $w$  とを比較することによって、エージェントの学習の正確性を調べる。

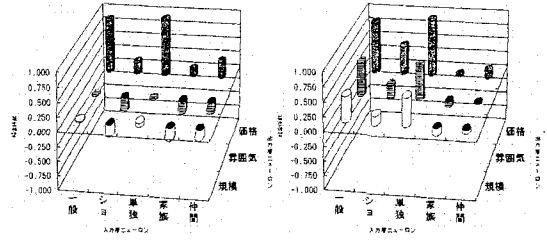
(4) (b)分析結果

図-2に仮想ユーザ 1、3 に関する実験結果を示す。なお、これらは入力層ニューロンと出力層ニューロンとの間の結合係数  $w$  であり、入力値と出力値の関係の強さを示している。

ユーザ 1 は「単独」、「一般」に対して「価格」の  $w$  が大きくなり、設定どおりの結果が得られた。一方、ユーザ 3 は「単独」、「一般」、「ショッピング」において「価格」、「雰囲気」、「規模」を均等に評価するはずが  $w$  にはばらつきが生じた。これより、嗜好に偏りのあるユーザほど正確に学習が行われるということが分かった。これは今回のエージェントの学習メカニズムとして、1 回の学習に与えられる教師信号が 1 つのみであることから、同時に複数の学習が行えないためである。

表-3 仮想ユーザの設定

| ユーザ | 同伴者 | エリア    | 割合(%) | 重視する属性    |
|-----|-----|--------|-------|-----------|
| 1   | 単独  | 一般     | 100   | 価格        |
| 3   | 単独  | 一般     | 50    | 価格、雰囲気、規模 |
|     | 単独  | ショッピング | 50    | 価格、雰囲気、規模 |



(a)仮想ユーザ 1 (b)仮想ユーザ 3

図-2 入力層から出力層の結合係数

表-4 エージェントの学習フェーズ

| 学習フェーズ | エージェントの処理    |
|--------|--------------|
| 1      | ユーザの要求、嗜好を学習 |
| 2      | 施設検索操作を支援    |
| 3      | 施設情報をブッシュ提供  |

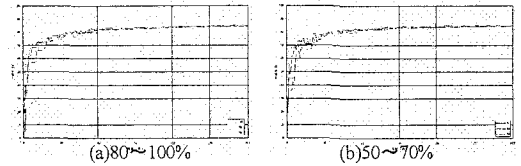


図-3 フェーズ移行目標値に対する一致率推移グラフ

表-5 フェーズ移行目標値に対する学習精度と移行時期

| フェーズ移行目標値 | 学習精度 | 移行時期 |
|-----------|------|------|
| 80%~      | ○    | ×    |
| 70%       | ○    | ○    |
| 50~60%    | ×    | ○    |

(5) フェーズ移行目標値がもたらす学習成果の違い分析

(a)分析方法

表-4のようにエージェントの学習進行具合に応じて 3 つの学習・支援フェーズに分ける。学習具合を示す指標として、ユーザの要求とエージェントの推測との一致率を用いる。この一致率が設定した目標値を超えると、次のフェーズへ移行する。ここでは、フェーズ 2 への移行目標値を 50~100%の範囲で設定して仮想実験を行った。

(b)分析結果

分析結果を図-3、表-5に示す。これより、学習精度が良くかつフェーズ移行時期が早くなるためには、目標値を 70%に設定することが望ましいということが分かった。

4. まとめ

3.(2)(3)に示したものの以外分析結果も総合するとエージェントシステムについて以下のようなことが分かった。嗜好に偏りのあるユーザの方が学習成果が上がりやすく、かつ早い時期から満足できる情報提供が可能である。全体的には時間経過と共に学習成果が上がり、どのユーザにとっても満足できる情報提供が可能になる。これよりエージェントシステムの実用可能性が確認できた。