

歩行者向け回遊情報提供エージェントシステム*

Agent System Assisting Pedestrians in Urbanized Area for Activity Planning*

内田 敬**・奥 健太***

Takashi UCHIDA**, Kenta OKU***

1. はじめに

従来、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。近年は「いつでも」、「どこでも」情報提供を行う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¹⁾が研究されている。更に、ユーザに代わって(代理人=エージェントとして)情報検索・取得を行うソフトウェア技術の応用研究も進められつつある²⁾。

本研究ではそのようなシステム開発の基礎として、ユーザの嗜好を学習し施設検索の支援や自動的な情報提供(プッシュ提供)を行う、ニューラルネットワークに基づいたエージェントシステムを開発・検討する。

2. エージェントシステム

(1) システム構成

図-1はエージェントシステム構成の概念図である。ユーザはエージェントシステムを利用するためにPDA(携帯型情報端末)を用いる。エージェントはPDA内に存在し、そのユーザインタフェースを介してユーザと対話する。エージェントはユーザの要求を推測して尋ねながら、外部に存在する(汎用的な)施設・経路DB(データベース)から情報を検索する。エージェントはユーザとの対話から、現在情報として与えられた状況におけるユーザの要求、嗜好を学習する。この学習が進行すれば、初めての場所・状況であってもユーザの要求を推測し、嗜好にあった施設候補などの提示が可能となる。

例えば、よく喫茶店に行き、特に雰囲気の良い店を好むユーザが出張した場合、出張先で喫茶店に行きたがっ

ていることをエージェントは推測し、最寄りの喫茶店を外部DBにアクセスして探す。エージェントは過去のユーザの行動から雰囲気の良い店を好むことを知っており、それに合う施設の情報をプッシュ提供する。このようなプッシュ提供が可能となるには、エージェントがユーザの要求、嗜好を十分に学習する必要がある。エージェントは図-2のような施設情報提供タスクにおけるユーザの対話的操作を通じて学習を行う。

本研究では、図-1に示したエージェントのサブシステムのうち、要求・嗜好学習および推測、施設情報提供のサブシステムを開発する。

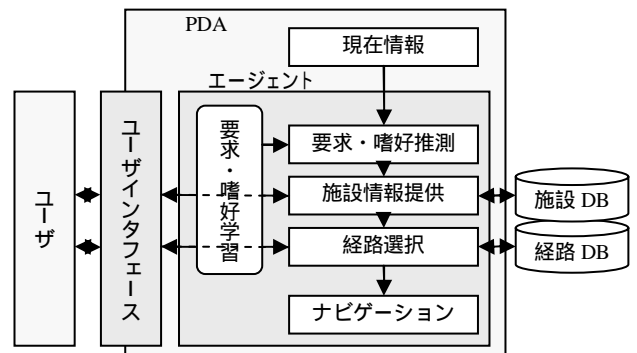


図-1 エージェントシステムの構成

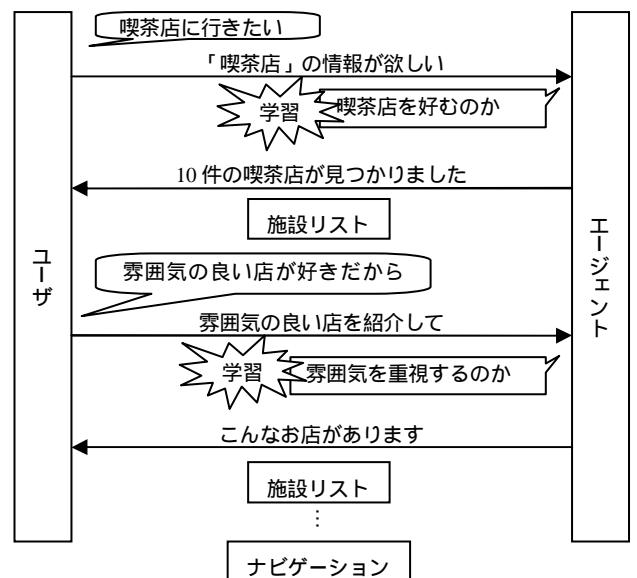


図-2 ユーザとの対話によるエージェントの学習

* キーワード: ITS, 歩行者・自転車交通計画, 交通情報, 情報処理
** 正会員, 博(工), 大阪市立大学大学院工学研究科(大阪市住吉区杉本 3-3-138, TEL06-6605-3099, uchida@civil.eng.osaka-cu.ac.jp)
*** 工学士, 奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科

(2) 施設DB設計

表-1は施設DBの項目設計例である。表-1にはまた、エージェントがユーザの要求・嗜好を学習する際にキーとなる項目、施設情報を検索する際にキーとなる項目、ユーザにとって有益な情報の項目を示す。本研究では施設の種類に関して、その大分類を施設カテゴリ、各カテゴリに属する小分類を施設種別と区別して用いる。その設計例を表-2に示す。また表-3に示すような施設属性項目を用いる。各項目の属性値として5段階の得点を設定することによって、施設の個性を設定する。

表-1 施設DBの項目設計例と用途分類

項目	エージェント		ユーザ
	学習	検索	
施設ID			
施設名			
施設カテゴリ ^{*1}			
施設種別 ^{*1}			
所在地			
連絡先			
営業時間			
情報・広告			
施設属性 ^{*2}			

*1: 表-2
*2: 表-3

(3) 学習メカニズム

エージェントの学習メカニズムとして階層構造ニューラルネットワーク(NN)³⁾を用いる。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。一般にNNは表-4のような3つのパラメータを持つ。

表-2 施設カテゴリおよび施設種別の設計例

施設カテゴリ	施設種別		
日用品店	コンビニ	スーパー	雑貨
靴・ショップ	書店	PC	音楽
飲食店	ファミレストラフ	喫茶	ファストフード

表-3 施設属性の設計例

施設属性		
規模	雰囲気	価格

表-4 NNパラメータ

パラメータ	説明
学習定数 η	学習速度に影響
安定化定数 α	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 多: 過学習 汎化能力が低下

表-5 本研究で用いる NN

	入力層		出力層	
	入力値	個数	出力値	個数
NN1	現在情報	25	要求施設カテゴリ	15
NN2			要求施設種別	14
NN3			施設属性に対する重み	16

本研究では、表-5に示すように互いに出力の異なる3つのNNを用いることによって、それぞれユーザの要求する施設カテゴリ、種別、施設属性に対する嗜好(重み)を学習、推測する。例としてNN1の構造を図-3に示す。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、NN1においては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NN1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に関しても同様である。NN3に関しては出力値がそのままユーザの施設属性に対する重みとして判断される。学習の際の教師信号はユーザとの対話入力によって与えられる。

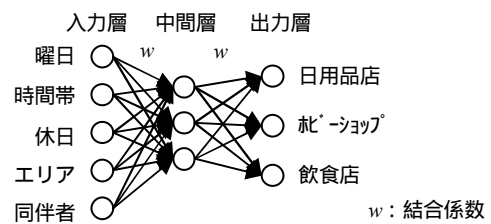


図-3 NN1の構造(例)

(4) 学習フェーズ

表-6のように、エージェントの学習進行度合に応じて3つの学習フェーズを設定する。フェーズ1ではユーザとの対話の中で要求を尋ねながら、その状況におけるユーザの要求、嗜好を学習する。フェーズ2ではその学習成果を活用し、与えられた状況におけるユーザの要求、嗜好を推測し、ユーザの行う施設検索操作を支援する。フェーズ3では推測したユーザの要求、嗜好に基づいて施設情報をプッシュ提供する。なお、(1)システム構成で例示した図-2はフェーズ1にあたる。各フェーズの移行の判定には表-7に示すフェーズ移行判定指標を用いる。

表-6 エージェントの学習フェーズ

フェーズ	エージェント
1	学習のみ行う
2	学習を行いつつ、ユーザの施設情報検索を支援する
3	施設情報をプッシュ提供する

表-7 フェーズ移行判定指標

判定指標	説明
一致率	ユーザの要求とエージェントの判断との一致した割合
満足度	エージェントの情報提供に対する満足度

3. システム挙動分析のための仮想実験

(1) 実験方法

エージェントシステムの挙動を分析するために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。仮想ユーザを設定し、仮想空間上を自動行動させる。本実験では表-8のような仮想空間を設定した。シチュエーションおよび施設DBのアイテム数は表-9のようにした。仮想ユーザは表-10のようなパラメータを持ち、これにより個性を設定する。なお、全ユーザ共通の固定パラメータを表-11のように設定した。これはユーザのエージェントシステム使用頻度の違いによる学習成果のばらつきを避けるためである。

仮想実験のフローを図-4に示す。実験期間は仮想6ヶ月とし、毎日1時間ごとに処理を進める。毎日の初めにフェーズ移行判定指標を出力する。所与の割合に基づいて設定されるシチュエーションにおいて、仮想ユーザが施設情報を要求した場合に、仮想ユーザのパラメータに基づいて目的施設を設定する。そして、エージェントが提示した施設に対する仮想ユーザの満足評価も行う。

実験による分析内容は、1)NNパラメータの感度、2)フェーズ移行目標値がもたらす学習成果の違い、3)ユーザ類型別の学習成果の違いおよび傾向、4)学習後のNNの結合係数とユーザの行動嗜好との関係、の4つである。

仮想実験は表-12に示す5段階に分け、表-13の4類型の仮想ユーザを用いて行う。第1～4段階においては表-12のように固定パラメータと設定パラメータを設定し、1)NNパラメータの感度分析を行う。その結果から得られる、パラメータ感度の小さい範囲内で第5段階の実験におけるNNパラメータを設定し、2)～4)の分析を行う。なお第1～4段階においては、フェーズ移行は考えずにフェーズ1による情報提供のみで実験を行う。本稿では以下、1)、2)の分析結果に重点をおいて示す。

(2) NNパラメータの感度分析

まず基準パラメータで仮想実験を行い、一致率の時間推移グラフを出力する。これを基準グラフとし、NNパラメータ変更後の一致率の時間推移グラフと比較して、学習速度および収束値に与える影響をみる。基準パラメータは表-14に示したNNパラメータの検討範囲のうち下線の値を用いた。

表-8 仮想空間の条件設定

設定項目	条件
空間	一様な都市
次元	2次元空間
大きさ	40×40 (1マス=1施設の大きさ)
総施設数	90件
施設配置方法	ランダム

表-9 シチュエーション、施設DBのアイテム数

対象	設定項目	アイテム数	具体設定値
シチュエーション	同伴者	3	単独, 家族, 仲間
	エリア	2	一般, ショッピング
施設DB	カテゴリ	3 (1カテゴリ30件)	表-2
	種別	1カテゴリあたり3 (件数ランダム)	表-2
	属性項目	3	表-3

表-10 仮想ユーザのパラメータ

パラメータ	説明
シチュエーション割合	同伴者およびエリアの割合
要求施設カテゴリの割合	要求する施設カテゴリの割合 シチュエーションごとに設定
要求施設種別の割合	要求する施設種別の割合 シチュエーション、施設カテゴリごとに設定
施設属性に対する重み	施設属性に対する重み シチュエーション、施設カテゴリごとに設定

表-11 仮想ユーザの固定パラメータとその設定値

パラメータ	条件数	条件設定値
休日指定	1	週末2日 (曜日指定なし)
情報要求確率	1	平日: 16:00 ~ 21:00 (毎時10%) 休日: 9:00 ~ 21:00 (毎時20%)

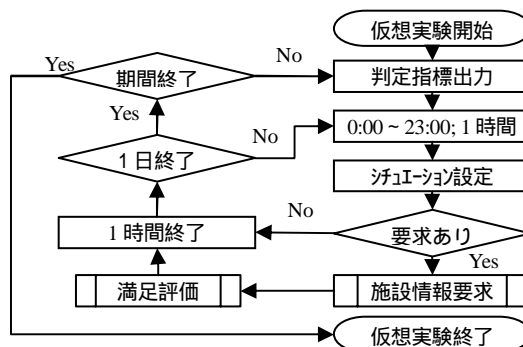


図-4 仮想実験のフロー

表-12 実験段階

実験段階	1	2	3	4	5
シチュエーション					
要求施設カテゴリ					
要求施設種別					
施設属性に対する重み					

: 設定、 : 固定

表-13 仮想ユーザの設定

仮想ユーザ	ユーザ類型
1	偏りがある (1項目のみ考慮)
2	偏りが小さい (2項目を同程度に考慮)
3	偏りがない (3項目を同程度に考慮)
4	やや偏りがある (3項目を不均等に考慮)

表-14 NNパラメータの検討範囲と検討値

NNパラメータ	検討範囲	検討値
η	0.0 ~ 1.0	0.1, 0.3, <u>0.5</u> , 0.7, 0.9
α	0.0 ~ 1.0	0.1, 0.3, <u>0.5</u> , 0.7, 0.9
m	2 ~ 30	2, 5, 10, 15, <u>20</u> , 25, 30

図-5は実験段階1、仮想ユーザ1において学習定数 η を変化させた際の一致率の時間推移を示したものである。 $\eta=0.1$ における一致率の収束値が基準値 $\eta=0.5$ におけるそれよりも小さくなっているのに対して、 $\eta=0.3, 0.7, 0.9$ においては基準値の場合と同じ値に収束している。同様の評価を実験段階1~4について行った結果、学習速度および収束値へ影響を与えないNNパラメータ値の範囲は表-15に示す通りとなった。

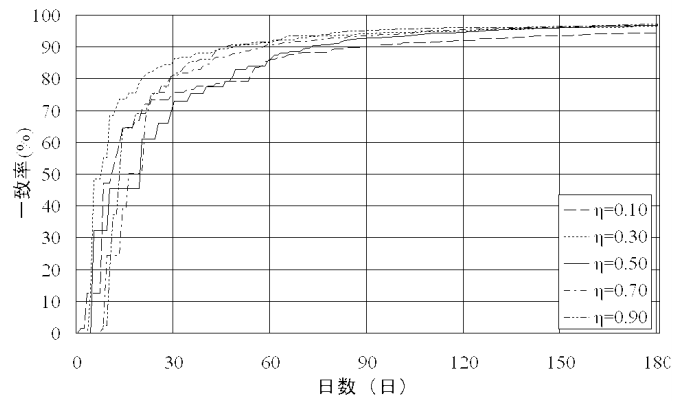


図-5 感度分析結果(実験段階1、仮想ユーザ1)

(3) フェーズ移行目標値による学習成果の違い

第5段階の実験において、一致率に関するフェーズ2への移行目標値を50~100%の間で設定し、学習成果の違いをみる。NNパラメータの設定値を表-16に示す。

表-15 影響を与えないNNパラメータの範囲

	η	α	m
NN1	0.3 ~ 0.7	0.3 ~ 0.7	10 ~ 30
NN2	0.5	0.3 ~ 0.9	10 ~ 20
NN3	0.3 ~ 0.7	0.3 ~ 0.9	10 ~ 30

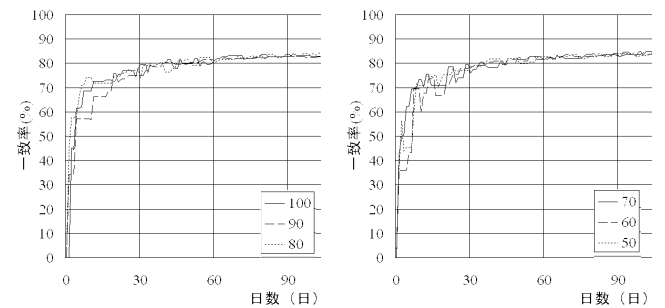
図-6にフェーズ移行目標値に対する一致率推移グラフを示す。目標値50~70%においては、フェーズ2へ移行した直後に一致率に振動が見られる。エージェントが十分に学習し、かつ可能な限り早くフェーズ移行(ユーザ負担軽減)するという観点からは、フェーズ移行目標値に対する学習精度と移行時期を表-17の様に評価できる。つまり目標値70%が移行時期と学習精度のバランスが良い。

表-16 第5段階の実験におけるNNパラメータ設定値

	η	α	m
NN1	0.30	0.30	10
NN2	0.50	0.30	10
NN3	0.30	0.30	10

(4) ユーザ類型別の学習成果の分析

ユーザ類型別の学習成果を分析するために、前述の3)、4)の分析を行った。3)では一致率および満足度の時間推移からユーザ類型別の学習成果の違いおよび傾向を、4)ではNN結合係数の学習値とユーザ嗜好設定値との関係から学習の正確性をみた。図-7は3)の実験結果である。3)および4)の分析結果より、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、ということが分かった。



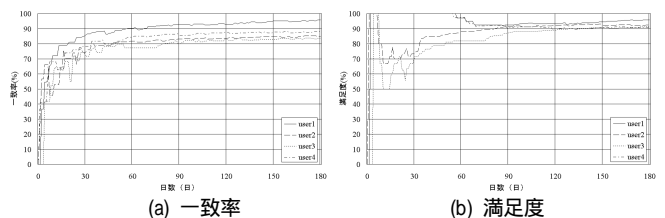
(a) 80~100% (b) 50~70%
図-6 フェーズ移行目標値に対する一致率推移

表-17 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%	×	

4. まとめ

構築したエージェントシステムについて以下のことが分かった。嗜好に偏りのあるユーザは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。フェーズ移行目標値を一致率70%とすれば、移行時期と学習精度のバランスが良い。



(a) 一致率 (b) 満足度
図-7 ユーザ類型別の一致率および満足度の推移

参考文献

- 1) 内田敬：中心市街地での歩行者ナビゲーションシステム - 御堂筋の事例, 第2回ITSシンポジウム2003Proceedings, pp.53-58, 2003.
- 2) 長尾確編著：エージェントテクノロジー最前線, 共立出版, 2000.
- 3) HAYKIN Simon: Neural Networks: a comprehensive foundation [International Edition], Prentice Hall International, Upper Saddle River, 1999.

本研究では、エージェントシミュレーションソフトウェアを構築して仮想実験を可能とした。今後、UI(ユーザインタフェース)などの拡張、改良を加えることによって、より現実空間に近い実験を行うことができる。