

# 歩行者の好みを考慮した感性情報検索法

○キム ドンハン, 北島宗雄  
蔚山大学、産業技術総合研究所

## A Kansei Information Retrieval Method considering Pedestrians' Preference

Donhan KIM, Muneo KITAJIMA

University of Ulsan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)

**Keywords:** Pedestrians' Preference, Information Appliances, Content Retrieval Method, Knowledge-Base

**キーワード:** 歩行者ナビゲーション, 情報機器コンテンツ, 感性情報探索, 知識ベース

### 1. はじめに

携帯用の情報機器を利用して歩行者の移動を支援する情報サービスに注目が集まりつつある。中でもGPS(Global Positioning System)や基地局から取得した位置データを利用して、道案内や周辺情報などを提供する「歩行者ナビゲーションシステム」への期待は大きい。実際、このようなサービスとして、KDDI社のeznavigation[注1]や、NTT DoCoMo社のiエリア[注2]などが、すでに運用を開始しているがこれらの歩行者ナビゲーションでは、あいまいな目的地要求を許容したり、経路に対する好みを考慮したりする支援はまだなされていない。これらに対応するためには、歩行者の状況やナビゲーション環境に関する情報を考慮する必要があるが、その方法が確立されていないからである。

実際、歩行者は、目的地として特定の場所を最初に指定することもあるが、そうではなく、移動する目的は存在するものの目的地が具体的には決まっていない場合もある。このとき、目的地要求はあいまいなものとなる。たとえば、繁華街などの商業施設で「食事をしたい」「服を買いたい」などの目的を持って移動を行う場合がある。このようなとき、移動の目的ははっきりしているが、具体的な目的地は決まっていない。

また、歩行者は、沿道の建物の外観や道路などの状況から何らかの印象を感じとりながら移動するのであるから、同じ目的地に到達するにしても、取った経路が好みに合っている場合とそうでない場合がある。特に、観光やウィンドウショッピングなどのように、目的地への到達よりも街の景観や店の雰囲気を楽しもうとする歩行者にとっては、経路を最短にすることを優先した道案内ではなく、歩行者個人の目的地や経路への好みを取り入れたよりきめ細かいナビゲーション支援が必要である。

本論文では、あいまいな目的地要求にこたえるナビゲーション支援、また、経路に対する好みにこたえるナ

ビゲーション支援をめざし、それを実現するのに必須となる技術である感性情報検索法を提案する。

### 2. 歩行者のナビゲーションと感性情報

#### 2.1 歩行者のナビゲーション特性

ナビゲーションは、人間の生活の中で日常的に行われる行為であり、詳細に見れば、目的や意図に基づいて行われる問題解決プロセスである。このような人の移動活動は、移動目的生成 → 目的地設定 → 経路探索 → アクション実行(ナビゲーション) → ナビゲーション評価、の過程からなると考えられる。商業地などでの移動の場合は、時間の経過に伴って新たな目標が生成されるので、上記の過程が繰り返されることになる。各時点で生成される移動目標は、それまでの移動活動の経緯を反映して決定されるので、目的地や経路の選択も移動活動履歴を反映したものになる。

さて、人は移動タスクを行うために頭の中で様々な情報処理を行っている。まず、視覚、聴覚などの感覚器官を通して入力された膨大な情報の中から現在の移動タスクに関連する情報を取捨選択する。そして、それを記憶に存在する既有知識と照合して意味付けを行い、タスクの状況を理解し、それに基づいて適切な行為を決定する。そして、行為の実行結果に対する評価を行い、それを新たな知識として貯蔵する。本論文では、歩行者が、入力される情報を意味づけし行為と結び付ける際に活性化させる既有知識の枠組みをスキーマ(Schema)と定義する。スキーマは、入力情報の中に何らかの特徴が検出されたとき、それに関連すると想定されるものが呼び出される。歩行者は呼び出されたスキーマを用いて頭の中でシミュレーションを行いナビゲーション実行のための「移動方略」を生成する。本論文ではこのような移動方略を認知科学の分野で一般的に定義されているメンタルモデル(Mental Model)[注3]と同一

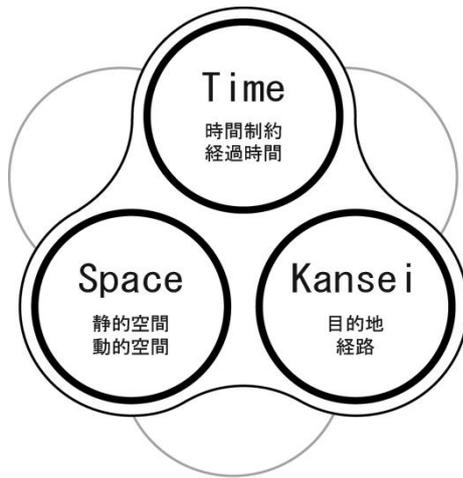


図1 ナビゲーションスキーマ  
のものを見なし、議論を進める。

歩行者は、ナビゲーションに関するスキーマを、図1に示すように、「時間」「空間」「好み」の3つの特性を持つ知識として、頭の中に構造化して保持していると思われる。まず、「時間特性」にはナビゲーションに与えられる時間的制約条件、目的地への予想到達時間などが含まれる。そして、「空間特性」は静的空間特性と動的空間特性に分類される。静的空間特性には、歩行者の位置情報、目的地までの移動距離情報、目標物の持つ情報などが、動的空間情報には人や自動車の流れ、交通の込み具合などが含まれる。最後に、「好み特性」には目的地や経路に対して抱く歩行者の印象や選好度に関する情報が含まれる。しかし、これらの特性は独立に利用されるのではなく、歩行者の移動プロセスの中で行われるタスクの内容に合わせて互いに密接に関連し合いながら活性化され利用されると考えられる。

## 2.2 ナビゲーション満足度への好みの影響

歩行者は、移動方略を策定し、それに基づいて移動を開始する。移動方略の策定は、利用できる知識を歩行者が持っている、かつ、時間、空間、好みの特性軸上で、矛盾が生じない場合に、容易に行える。満足度の高いナビゲーションを達成するための解が存在するので、歩行者は、その移動方略を選定し実行すれば、満足度の高いナビゲーションを体験できる。しかし、この条件が満たされない場合は、歩行者自身のもつメンタルモデルでは、満足度の高いナビゲーションを実現できる確実な移動方略を策定することができない。

以下では、この考察に基づいて、人の移動プロセスに関与する好みを、目的地に対する好みと、経路に対する好みの二つに分け、これらがナビゲーションの満足度に及ぼす影響について述べる。

まず、歩行者が目的地を指定する場合、移動する目的地は存在するものの目的地が具体的に定まっていない場合がある。たとえば、商業施設が密集してい

る繁華街などの地域で、「さっぱりした味の食事をしたい」「カジュアル風の服を買いたい」という移動目的が設定されたとき、そのためにどこに行けばよいのかが決まっていなかった場合である。これは、ナビゲーション環境に対して歩行者の持っている既知知識が不足しているためメンタルモデルが不十分な状態にあるということを意味している。歩行者は移動方略を策定できないままナビゲーションを行い、いずれかの場所に到達したときに、この移動目的に照らして、目的地が好ましいものであったかどうかを評価する。このようなとき、満足度の高いナビゲーションを確実に実行することは困難である。

次に、歩行者が経路を選択するとき、いくつかの移動方略を比較して、より満足度の高い移動方略を選択する。「好み」が多くの評価軸をもち、それを実現する経路が相容れない場合に、比較判断が必要になる。たとえば、暑さを避けるために地下道を通りたいが、そうすると、お気に入りの店のディスプレイ（地上）を見ることができない、というような場合である。このとき、十分な知識を持っていれば、より満足度の高い経路が確実に選択され、実行されることになる。

## 3. 感性情報検索法の概要

本節では、従来のナビゲーション支援システムでは十分に考慮されていなかった「好み」に関する満足度を向上させるために必要な仕組みを提案する。

利用者の好みに合わせた製品設計や情報提供に関する研究は、感性工学の分野で進められ、成果を挙げてきた[注 4-6]。感性工学では、好みにかかわる情報は「感性情報」と呼ばれ、感性情報と好みの関連を探る手法が開発されてきた。移動目的が与えられたときに、目的地や移動経路に随伴する感性情報を、感性工学の手法を適用して検索できるようにすることにより、歩行者の好みに合わせて目的地や経路に関する移動情報を提供することが可能になる。以下に、このような感性情報検索を実現するための中心となる技術である、「ナビゲーションスキーマを知識ベースとして構築する方法（感性情報知識ベース）」、ならびに、「構築された知識ベースを利用して感性情報を探索方法」、について、商業空間におけるナビゲーションを例として、説明する。

感性情報検索法は、商業空間の物理的情報と歩行者自身の持っている商業空間の視覚的特徴に対する感性的好み情報を定量的に解析して知識ベースに構築する過程、歩行者の感性的要求を満足させるナビゲーション情報の検索過程の二つから構成される。

### 3.1. 感性情報知識ベースの作成

商業空間におけるナビゲーションの場合、歩行者自身の持っている商業空間の視覚的特徴に対する感性的好み(感性的特徴量)と、商業空間の物理的情報との関係を、知識ベースとして構築し、ナビゲーション支援に利用できるようにすることが必要である。

表 1 数量化分析のためのアイテムカテゴリ

| アイテム | カテゴリ |      |        |     |
|------|------|------|--------|-----|
|      | 直線   | 曲線   | 直線+曲線  |     |
| 基本形  | 直線   | 曲線   | 直線+曲線  |     |
| 密度   | 高    | 中    | 低      |     |
| 空間構成 | 開放型  | 閉鎖型  | 混合型    |     |
| 質感   | 有光   | 無光   | 透明     |     |
| 色相   | Red  | Blue | Yellow | W/B |
| 彩度   | 高    | 中    | 低      |     |
| 明度   | 高    | 中    | 低      |     |

本論文では、感性的特徴量と物理的特徴量の関連付けを3段階で行い、その全体を「感性情報知識ベース」と呼ぶ。まず、第1段階目では、商業空間において人間が心理的に受け入れる感性的特徴量との関連性をファジィソーラスにより記述する。次に、第2段階目では、それらの感性的特徴量と人間の認識できる視覚的特徴量との関連を記述する。最後に、第3段階目では、視覚的特徴量を物理的特徴量に変換するための物理量変換モデルを規定する。

### 3.1.1 第1段階目：感性的特徴量間の関連付け

感性的特徴量間の関連性は、一人の被験者もしくはひとつの集団が、ひとつの感性誘発刺激に対して与えた感性語による評価結果の「重なり関係」の大きさを算出することによって求められる。たとえば、感性語  $i$  が評価語として与えられた感性誘発刺激の集合  $U$  と、感性語  $j$  が評価語として与えられた感性誘発刺激の集合  $V$  の共通部分  $U \cap V$  が感性誘発刺激の集合  $U \cup V$  に占める割合が「重複関係」を表し、これが大きいほど二つの感性語間は共通性が高いと言える。このような重複関係を利用することによって、感性語同士の関連性を表すファジィソーラスを作成することができる。

### 3.1.2 第2段階目：感性的特徴量と視覚的特徴量との関係

感性語の集合として定義される感性的特徴量と、感性誘発刺激に含まれる視覚的特徴量との間の関係性は、同一の視覚的感性誘発刺激に対して与えられる感性刺激反応データを利用して、感性語と視覚的特徴量との因果関係を解析することにより求められる。本研究では、視覚的感性誘発刺激である商業空間のインテリア要素と、感性的特徴量間の関係性を、数量化 I 類を利用して解析しモデル化した。

数量化 I 類を適用するに際し、基準変数として商業空間の感性評価に利用された感性語彙を、説明変数として商業空間を構成するアイテムと各アイテムに属するカテゴリを用いた[表 1]。形態に関わるアイテムとして、基本形、密度、空間構成、質感の4つを、色彩に関わるアイテムとして、色相、彩度、明度の3つを設定した。そして、各アイテムに属す

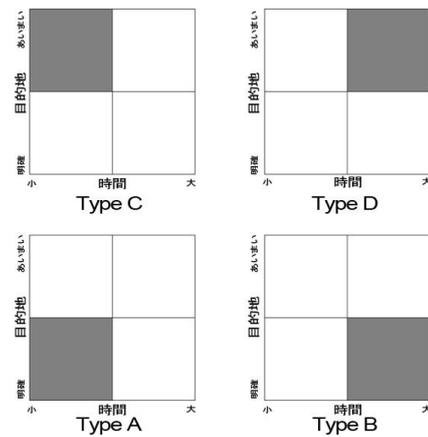


図 2 ナビゲーション類型

るカテゴリを、表 1 に示したように設定した。カテゴリの総数は 22 である。

### 3.1.3 第3段階目：視覚的特徴の物理的特徴量への変換

感性誘発刺激に含まれる視覚的特徴量の物理的特徴量への変換は、空間構成要素に含まれる代表的な色彩を抽出することによって行われる。抽出は、以下のように、行われる。まず、視覚的感性データのひとつのピクセルに注目する。その 8 近傍のピクセルの RGB 値を調べ、頻度の最も高い RGB 値に、当該ピクセルの RGB 値を更新する。なお、RGB 値は、適当な粗さで表現するが、本論文では、7 段階としている。この処理を視覚データの全ピクセルに繰り返し適用すると、視覚データはいくつかの RGB 値によって表現されることになる。これらの RGB 値と頻度の組み合わせにより、視覚データの物理的特徴は示される。

## 3.2. 好みを考慮した感性情報の検索

ここで提案する感性情報検索法の目的は、歩行者が目的地や経路を選択できない状況に陥った場合、歩行者の置かれた状況や好みに関する情報を利用して適切な目的地と経路を探索し、ナビゲーション情報として提供することである。これによってメンタルモデルの不十分さを補うことができ、ナビゲーションの不具合が改善されると期待される。

一方、人の移動プロセスに関与する目的地と経路に対しての情報には、多くのあいまい性が含まれている。したがって、歩行者の好みを反映したナビゲーション情報を適切に提供するためには、あいまいなデータを対象とした検索方法が必要である。そこで、本論文では歩行者のあいまいなナビゲーション要求情報をファジィ論的に定式化することによって、あいまいな目的地や経路が検索できるファジィデータ検索法[注 7]を採用する。

この方法では、検索結果として提供される各データに対して検索条件への一致度を示す  $[0, 1]$  の範囲のグレード（メンバーシップ値）が与えられる。検索

者は、その値を検索条件に対する満足度として解釈し、このグレードを利用して、効率的に必要なデータを探し出すことができる。一方、歩行者の取るナビゲーションは目的地のあいまいさ、時間的制約条件から4つの状況に分類することができる。以下では、歩行者が検索を行う状況として、4種類の状況を想定し、ナビゲーション支援情報の提供方法を示す。

#### (1) 類型 A

目的地が最初明確で、かつ時間的制約が大きい場合、迅速でしかも順次的なナビゲーションが必要になる。したがって、一つの感性的特徴量を検索キーワードとした最短時間経路の検索が要求される。検索結果としては、検索キーワードへの適合度を基準に目的地候補だけが提示される。この検索は標準集団の感性評価データを利用して検索が行われるので集団の感性を重視した検索方法となる。まず、感性的特徴量に影響を与える視覚的特徴量アイテムに含まれるカテゴリを照会し、もともと感性的特徴量と相関関係の高いカテゴリを抽出する。次に、感性評価に対する各刺激のメンバーシップ関数を参照し、得点の高い順に提示する。

#### (2) 類型 B

目的地が最初から明確で、しかも時間的制約がない場合には、複数の目的地候補を比較して選択することが可能なので、より個人の感性的好みを重視した目的地探索が要求される。したがって、単一のキーワードを満足させる目的地候補の検索範囲を拡大させることによって個人の感性的好みに適合した目的地候補を探索することができる。まず、ファジィソーラスを展開して検索キーワードに関連するキーワードを抽出し、これらの拡張されたキーワード集合を用いて検索を行い、検索候補のリストを作成する。次に、検索された目的地候補が検索キーワードを満足させる適合度を意味するファジィグレードを照会し適合度順に整列して検索者に提示する。検索結果にはファジィソーラスの展開により間接的に関連のある感性語彙まで含めて検索候補が提示されるので結果的に歩行者の感性的好みが反映された最終目的地候補の探索が可能となる。

#### (3) 類型 C

目的地が不明確で、しかも時間的制約が大きい場合、歩行者は検索条件として複数の感性語を設定する。検索結果としては、複数の検索キーワードを同時に満足させる最小限の検索候補を返す必要がある。まず、感性的特徴量間のファジィソーラスを展開し、複数の検索キーワードを満足させるイメージを照会する。次に、各検索キーワードを満足させるイメージのファジィ適合度を計算する。

#### (4) 類型 D

目的地が不明確で、しかも時間制約がない場合、歩行者は個人の好みを最大限に重視した目的地候補の

提供を求める。したがって、歩行者の個人的な感性の反映が可能な拡張検索方法が必要になる。この検索方法としては、1)感性語彙を検索キーワードに利用した目的地候補の検索、2)目的地候補を検索キーワードに利用した感性語彙の検索、3)感性語彙間の類似語検索、4)目的地候補間の類似目的地検索の、合計4つの選択が可能である。すべての検索はファジィソーラスの展開によって行われる。これらの検索方法を実行しながら、歩行者は、検索条件を明確にしていく。最終的には検索条件で設定したパラメータを満足させる検索結果が出力される。

### 5. 結論

本論文では、好み情報を取り扱うパーソナルナビゲーションシステムの構築の第一歩として、ナビゲーション情報の探索にユーザの好みを反映させる方法の提案を行った。

好みが重視されるナビゲーション状況において、歩行者が移動環境に対する適切な既有知識をもっていなくても、本論文で提案した情報探索方法を利用することによって、メンタルモデルの不十分さを補うことができる。

検索モデルの挙動をみるために幾つかのナビゲーション例を取り上げてシミュレーションを行った結果、検索者の好みに対する要望に答えられる検索結果が得られ、あいまいさを許容する検索方法としての利点が確認されている[注8]

\*本論文は既発表された先行研究[注9-10]を元に改変を行ったものである。

### 5. 参考文献

- [1] [http://www.au.kddi.com/ez\\_navivalk/index.html](http://www.au.kddi.com/ez_navivalk/index.html)
- [2] <http://www.nttdocomo.co.jp/service/location/index.html>
- [3] 日本認知科学会: 認知科学辞典, 共立出版, p.806(2003)
- [4] 矢川元基他: 感性と設計, 培風館, p.91-108(1999)
- [5] 萩原祐志: デザイン支援システムの構築と運営, 海文堂, pp.9-26(2003)
- [6] 辻三郎: 感性の科学, サイエンス社(2003)
- [7] 日本ファジィ学会: ファジィデータベースと情報検索, 日刊工業新聞社, pp.153-182(1993)
- [8] Kim Don-Han: Design of Information Appliances Based on User's Preference, Journal of Korean Society of Design Science (Korea), Vol. 20(3), pp.203-214(2007)
- [9] キムドンハン, 宗雄北島: 歩行者の好みを考慮したパーソナルナビゲーション支援システムの提案, デザイン学研究, Vol. 54(1), pp.41-48(2007)
- [10] Kim Don-Han: 前掲[注8], 2007