

視覚障害者用案内システムの新しい案内方式に関するシミュレーション —ランドマーク知名度の案内への影響—

小西 孝史, 前田 義信, 鈴木 文久, 田野 英一, 牧野 秀夫

Simulation on New Guidance Scheme of the Guidance System for the Visually Impaired —Effect of Landmark Celebrity on Guidance—

Takashi KONISHI, Yoshinobu MAEDA, Fumihisa SUZUKI, Eiichi TANO, Hideo MAKINO

Abstract: In this report, we propose a new guidance scheme of the GPS-GIS-based speech output guidance system for the visually impaired. We introduced three attributes of landmarks into our system, so-called, celebrity, façade, and representative point of latitude and longitude (the center of gravity). Feasible guidance was attained by using the mathematical distances reflected upon the cognitive distance, from the point of view of fuzzy approaches. In numerical simulation, we especially investigated the effect of the celebrity of landmarks on the guidance.

Keyword: GIS, GPS, 空間認知 (spatial cognition), ファジィ (fuzzy)

1. はじめに

視覚障害者 (以下, 障害者) は晴眼者と同様の空間認知を行って街を移動するといわれている (Golledge et al. 2000). 我々はこれまで視覚障害者の単独歩行を支援する目的で, 障害者の現在地を建物 (ランドマーク) や交差点 (ウエイポイント) として音声案内するシステムを開発してきた (例えば, 田野ほか 2001). 従来型システムの案内情報検索では, 障害者が有する GPS から取得した緯度・経度地点において円検索を行い, ユークリッド距離 (以下, E 距離) が最小となる案内ブロックを音声出力していた. 案内情報データベース (以下, DB) では, デジタルマップ上のオブジェクトの名称 (案内情報), そのオブジェクトと対応した ID, そのオブジェクトが存在するレイヤ名称が登録されていた.

しかし, 街に存在するランドマークの性質は一樣ではなく, 多くの人々に認知されている有名なものから非常に小さなものまで多岐にわたる. 複雑に配

置されたランドマークやその他の地理的構造を的確に把握し日常生活を営んでいる我々においても, 空間認知能力は同じではない.

つまり, 案内情報検索において E 距離が最小となる案内ブロックが選択されたとしても, 入口が反対側に存在する場合やランドマークの知名度 (以下, 知名度) が低い場合, その案内が適切なものであるとは言いがたい. 人は空間を認知する際, 内在している認知資源とその環境で獲得した外的資源を融合することにより空間認知を行っているからである (藤井・杉山 2000).

そこで, 空間認知に使用されるランドマークに注目し, 障害者の近くに存在するもの, 知名度の高いもの, 障害者に対して正対しているものを優先して案内することを考える. これを実現するために, ランドマーク DB に新たに, 知名度, 正面方向, 中心の緯度・経度の 3 つの属性を追加した. そして, 現在地と案内ブロック間を E 距離, 知名度, 正面性を考慮した距離 (以下, 認知距離) で評価し, ファジィ推論を用いて認知距離を導出する (図 1). 以下では, この認知距離を案内情報検索のアルゴリズムに導入

小西: 〒950-2181 新潟市五十嵐2の町 8050
新潟大学大学院自然科学研究科
Tel&Fax(025)262-7776 Email:kony@gis.ie.niigata-u.ac.jp

することの有効性をシミュレーションで確認したので報告する。

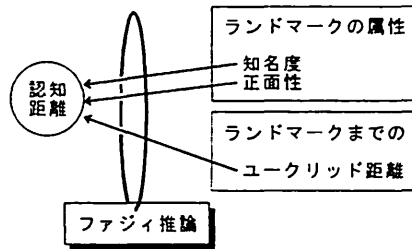


図1 本研究の概念図

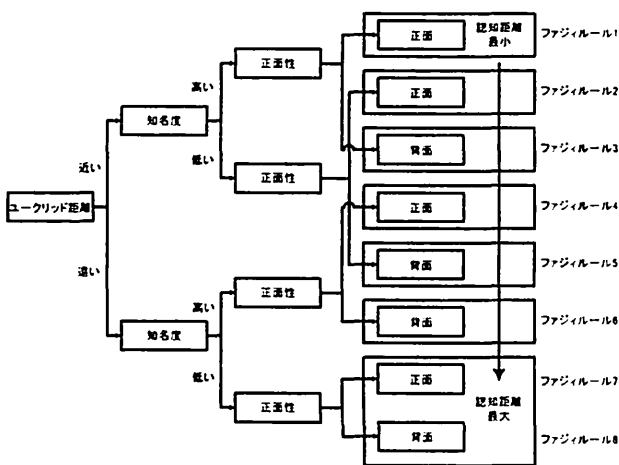


図2 ファジールール

2. ファジィ推論

2. 1. ファジールール

ファジィ推論に用いる、E 距離、知名度、正面性、そしてそれらとの認知距離の関係を図2に示す。例えばファジールール1はE 距離が近く、知名度が高く、建物の向きが正面を向いている場合を示し、認知距離は最小となる。

2. 2. メンバーシップ関数

言語で表現したファジールールをメンバーシップ関数(以下、MF)で表す。現在地からランドマークまでのE 距離に関しては「ランドマークまでのE 距離が小さい(近い)」と「ランドマークまでのE 距離が大きい(遠い)」のMF(図3)を作成する。同様にして「知名度が高い」「知名度が低い」のMF(図4)、「正面を向いている」「背面を向いている」のMF(図5)、「認知距離を最小にする」などのMF(図6)を作成する。

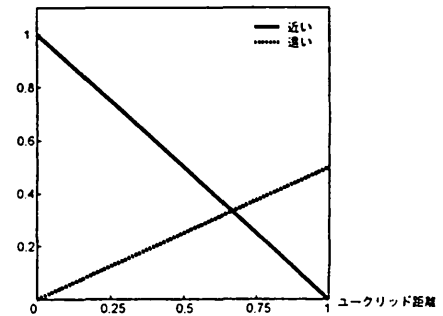


図3 ユークリッド距離のメンバーシップ関数

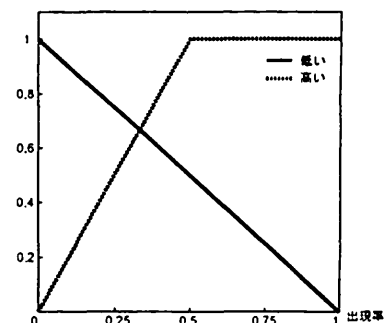


図4 知名度のメンバーシップ関数

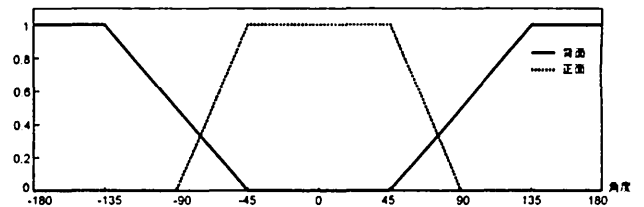


図5 正面性のメンバーシップ関数

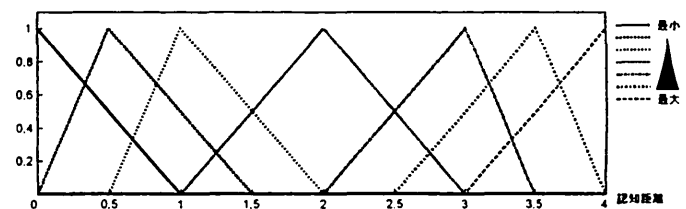


図6 認知距離のメンバーシップ関数

2. 3. 入力に対する各ルールの推論結果の導出

各ファジールールにおいて、入力に対するMF 値を求めてそれらの最小値(適合度)を求める。後件部のMF(図6)の適合度から上部を切り取った台形部分が、各ファジールールの推論結果となる。

2. 4. 最終的な推論結果の導出

各ファジールールの推論結果によるMF を重ねて

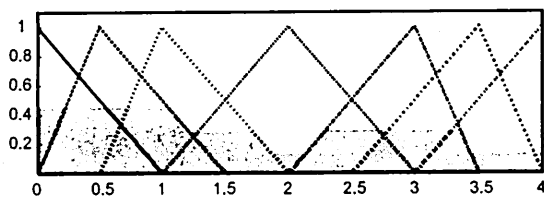


図7 認知距離メンバーシップ関数

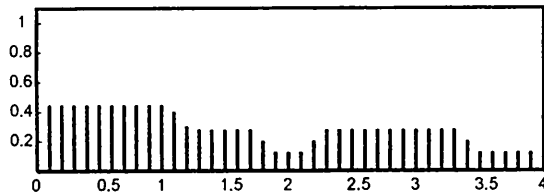


図8 一定間隔で離散化したデータ

論理和を求め、得られたMF (図7) から、重心法を用いて非ファジィ化を行う。重心を求める演算は、求める重心を y_0 、横軸を y 、合成したファジィ集合を $\mu(y)$ とすると

$$y_0 = \frac{\int y\mu(y)dy}{\int \mu(y)dy}, \quad (1)$$

となる。しかし、このままでは連続値の式なので離散値を扱うように変更しなくては計算機上で計算することができない。そこでは図8の様にファジィ集合を一定間隔で離散化する。よって重心を求める式は、

$$y_0 = \frac{y_1h_1 + y_2h_2 + y_3h_3 + \dots + y_nh_n}{h_1 + h_2 + h_3 + \dots + h_n}, \quad (2)$$

となる。

案内検索では、式(2)のファジィ推論から得られる認知距離が最小となるランドマークを出力するものとする。

3. ランドマーク DB の知名度

著者(鈴木ほか 2003)が調査した新潟駅周辺を中心とするエリアの案内地図(207枚)に出現するランドマークを、藤井・杉山(2000)のランドマーク属性種別(以下、属性種別)を用いて分類した(表1)。そして、各属性種別の出現頻度(出現した全てのランドマーク数に対する割合)において、高い

表1 ランドマーク、提供元の属性種別

属性種別	1. 商店	2. レストラン	3. 公共施設
	4. ホテル	5. 娯楽施設	6. コンビニ
	7. 寺社仏閣	8. 交通施設	9. 教育施設
	10. デパート	11. ビル	12. 医療施設
	13. 金融施設	14. 駅施設	

表2 各クラスタ内の要素

クラスタ	クラスタ要素
C1	娯楽施設, デパート, ホテル
C2	金融施設, ビル, レストラン, 商店
C3	コンビニ, 公共施設, 寺社仏閣
C4	教育施設, 医療施設, 交通施設

表3 クラスタ別ランドマークの出現頻度

属性種別	C1	C2	C3	C4
商店	0.029	0.085	0.058	0.050
レストラン	0.029	0.040	0.013	0.016
公共施設	0.138	0.135	0.258	0.113
ホテル	0.029	0.062	0.023	0.053
娯楽施設	0.026	0.020	0.016	0.008
コンビニ	0.023	0.044	0.023	0.029
寺社仏閣	0.014	0.011	0.019	0.008
交通施設	0.103	0.38	0.100	0.247
教育施設	0.049	0.054	0.039	0.068
デパート	0.194	0.112	0.107	0.074
ビル	0.244	0.216	0.158	0.174
医療施設	0.009	0.026	0.029	0.021
金融施設	0.037	0.071	0.084	0.037
駅施設	0.072	0.084	0.074	0.103

類似度を示す属性種別群を統合し、4つのクラスタに分類した(表2)。また、表3に示すクラスタ別の出現頻度を知名度として、DBに登録した。

4. シミュレーション方法

ファジィ推論を用いた案内情報検索とランドマークDB(ランドマーク数:213個)を用いてシミュレーションを行う。現在地の検索方式として、次の二

つの方式を採用する：

方式A 現在地からのE距離が最小となるランドマークを出力する方式、

方式B 現在地からの認知距離（知名度にC1~C4を用いた4種類）が最小となるランドマークを出力する方式、

シミュレーションに用いるデータは、デジタルマップから取得した緯度・経度データの組58箇所とする。方式Aに対する方式B（C1, C2, C3, C4）の出力の相違を調査する。また、出力と知名度の相関関係も調べる。

5. 結果

シミュレーションによって出力された案内の、クラスごとの総案内数に対する各属性種別の出現頻度を表4に示す。表3と表4の出現頻度に対する相関係数を表5に示す。

6. 考察

シミュレーションでは、表4に示すように、従来型を想定したE距離による案内方式（方式A）に比べて認知距離を用いた方式（方式B）は属性種別の出現頻度が異なっている。また、表5に示すように、クラス C3 以外は強い相関関係が得られた。一方 C3 においてあまり相関関係が見られなかった理由は、C3のクラス要素であるコンビニ・寺社仏閣が今回のシミュレーション経路では出力されなかったためと考えられる。よって、C3を除外したとしても、ファジィ推論を用いた案内情報検索方式を用いることにより出力された案内は、新橋駅近傍で提供される案内地図と同様の出力がされていると考えられる。つまり、案内地図が人の認知地図を反映したものであると考え、今回の案内方式で出力された案内は、人の空間認知に近い案内を行っているものと考えられる。

7. おわりに

本研究では、人が空間認知の際に行っているランドマークの取捨選択に近い現在地案内を行うために、一般に用いられる案内地図におけるランドマークの

表4 クラス別に出力されたランドマーク出現頻度

属性種別	方式A・E距離	方式B・認知距離			
		C1	C2	C3	C4
商店	0.138	0.086	0.155	0.086	0.086
レストラン	0.155	0.017	0.017	0.017	0.017
公共施設	0.0345	0.034	0.034	0.034	0.017
ホテル	0	0	0	0	0
娯楽施設	0.0345	0.069	0.069	0.069	0.069
コンビニ	0	0	0	0	0
寺社仏閣	0	0	0	0	0
交通施設	0.121	0.190	0.121	0.19	0.345
教育施設	0.069	0.034	0.034	0.034	0.034
デパート	0.017	0	0	0	0
ビル	0.345	0.483	0.483	0.466	0.345
医療施設	0	0	0	0	0
金融施設	0.086	0.086	0.086	0.103	0.086
駅施設	0	0	0	0	0

表5 出現頻度の相関係数

C1	C2	C3	C4
0.655	0.715	0.410	0.803

出現頻度を利用し、ファジィ推論を用いて案内情報検索を行った。また、出力された案内が、案内地図と同様の出力を行っていることを、相関関係を調べることにより示した。今後は、様々な都市形状の場所でシミュレーションを行い本方式の有効性を調査する予定である。さらには、本報で述べた方式を実際のシステムに組み込みその有効性を実験により検証する予定である。

参考文献

- 鈴木文久・小西孝史・前田義信・牧野秀夫 (2003), 平成15年度電子情報通信学会信越支部大会予稿集, 「歩行者用案内地図生成に向けたランドマークの分類調査」.
- 田野英一・前田義信・牧野秀夫・小西孝史・石井郁夫 (2001), GIS理論と応用, 「視覚障害者用GIS位置案内システムにおける情報多層化の評価」, Vol.9, No.2, pp.41-51.
- 藤井憲作・杉山和弘 (2000), 情報学論, 「携帯端末向け案内地図生成システムの開発」, Vol.41, No.9, pp.2394-2403.
- Golledge, G R., Kitchin, R., Blades, M., Jacobson, D. R., (2000), 日本地理学会春季学術大会シンポジウム公開講演会資料, 「Cognitive maps, spatial abilities, and human wayfinding」