

K-042

空間情報の認知特性を利用した音声位置案内方式

Guidance Method using Human Recognition of Spatial Information

小西 孝史† 前田 義信† 田野 英一‡ 牧野 秀夫†
T. Konishi, Y. Maeda, E. Tano and H. Makino

1. はじめに

著者はこれまで視覚障害者の単独歩行を支援する目的で、障害者の現在位置を建物(ランドマーク)や交差点(ウェイポイント)として音声案内するシステムを開発してきた[1]。本稿では、GPSの測位精度を考慮して、従来システムの案内方式を改良し、新しい案内方式の有効性をシミュレーションにより確認した。

2. 方法

従来型案内システムの案内情報検索では、GPSから取得した緯度・経度地点における案内ブロックの有無を調べている。案内情報のデータベース(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。それに対して本稿では、ウェイポイントDB, ランドマークDBに加え、エッジDB(エッジ[2]とは、主に鉄道や自動車道等、歩行者がその上を通行しない線分のオブジェクト)を作成した。ウェイポイントDB, ランドマークDBには、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。一方、エッジDBは、ID, 端点の緯度・経度, エッジの強度(自動車道であれば交通量等)から構成されている。

ここで、人が空間を認知する際、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うと考えられる。そこで、認知しやすいランドマークとして、知名度の高いもの、正面を向いているもの、そしてランドマーク以外にもエッジの介在を考える。

現在位置 $x = (x_1, x_2)$ からあるランドマークの代表点 $y = (y_1, y_2)$ までのユークリッド距離を $d(x, y)$, 認知距離を $r(x, y)$ とすると、認知距離[3]には次の性質があることが知られている。

- 1) $r(x, y) \geq 0$, ただし, $r(x, y) = 0 \Leftrightarrow x = y$.
- 2) $r(x, y) \geq d(x, y)$ であり, $r(x, y) \neq r(y, x)$.
- 3) $r(x, y)$ はランドマークの知名度 a_1 ($0 \sim 1$) と正面性(現在位置に対する相対的な向き) a_2 (正面=0.9, 側面=0.4, 背面=0.1) と $d(x, y)$ の関数である。
- 4) f は線分 $x-y$ 間に介在する Edge の強度 a_3 ($0 \sim 1$) を反映する関数である。

上記4つを満たす認知距離として、

$$r = (a_1^{-\alpha} + a_2^{-\beta})d + f(a_3d), \quad (1)$$

を導入する。また、 α は知名度指数, β は正面性指数となる。

次にGPSからの緯度・経度情報を得た場合の処理を以下のように行う。i) 取得した緯度・経度情報における位置にウェイポイントが存在するか検索し、存在すればその名称を出力する。ウェイポイントが存在しない場合、ii) 近傍のランドマークをいくつか取得する。取得したランドマークのユークリッド距離 d と式(1)で定義した認知距離 r を算出し、認知距離が最も小さいランドマークのオブジェクト名称を1つ出力する。

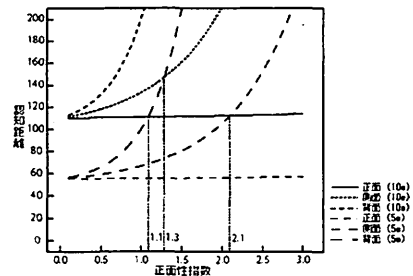


図1: 正面性指数と認知距離の関係

現在位置からランドマークまでのユークリッド距離が5mと10mの2点において、正面性指数と認知距離の関係をグラフ(図1)に示した。ここで、縦軸は認知距離 r , 横軸はランドマークの正面性指数 β であり, $a_1 = 0.1$, $\alpha = 1$ とした。

文献[4]では $\beta = 0.5$ としている。グラフより $\beta = 0.5$ では、正面<側面<背面と認知距離は長くなるものの互い(5mと10mの2点)のランドマークには影響しないことがわかる。

そこで、今回ランドマークの向きを考慮した案内として、以下の2つの条件を設けた。

(条件1): 近くの背面を向いているランドマークより、遠くの正面を向いているランドマークを案内する。

(条件2): 近くの背面を向いているランドマークと、遠くの側面を向いているランドマークは同等に案内される。

図1より(条件1)を満たす β の範囲は $1.1 < \beta < 2.1$ となる。またこの範囲で(条件2)を満たす β の値は約1.3となる。よって、 $\beta = 1.3$ に設定し、現在位置案内のシミュレーションを行う。用いる現在位置検索方式として、

(方式A): 現在位置からのユークリッド距離が最短となるランドマークを出力する方式。

(方式B): 現在位置からの認知距離が最短となるランドマークを出力する方式。

†新潟大学

‡関東職業能力開発大学校

とした。シミュレーションに用いるデータは、デジタルマップより取得した緯度・経度データ：89点（以下、標準データ）並びに、GPSの測位誤差による揺らぎを表現するために、標準データに正規擬似乱数を付加した緯度経度データ（以下、正規乱数データ）とする。ただし、GPS受信機では履歴を参照しスムージング処理を行っているが、今回用いる正規乱数データでは、各々の点は、独立同一分布に従うものとする。

また今回は2drms(GPS精度に用いられる用語。2倍の標準偏差にほぼ等しい)が3m, 6m, 9m, 12m, 15m, 18mのデータを各10個ずつ用いてシミュレーションを行う。対象場所は、新潟大学近傍の整備された住宅街とした(図2)。シミュレーションでの調査内容は、標準データに対する正規乱数データの出力の相違を両方式で求め、その有意差を調べる。

また今回のシミュレーションで用いるDB(ランドマーク：253個、ウェイポイント：36個、エッジ：10個)において、ランドマークの知名度、ランドマークの正面性、エッジの強度のパラメータはランダムに設定した。

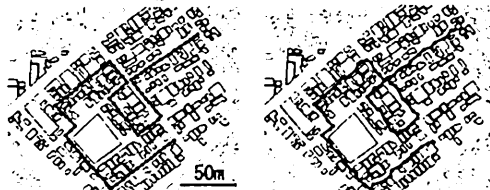


図2：歩行経路



図3：2drms=6m



図4：ランドマークの位置関係

表1：出力された案内

No.	方式A	方式B
45	アパートA	アパートA
46	電器屋	アパートB
47	電器屋	アパートB
48	アパートB	アパートB

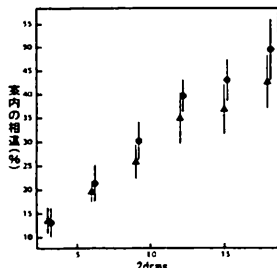


図5：案内情報の出力の相違

3. 結果

図3に正規乱数データ2drms=6mを用いた場合の歩行経路を示す。標準データを用いた歩行経路(図2)より各点において揺らぎが観察される。

読み込む緯度・経度データ中のデータ番号の位置とランドマークDBに登録されている案内情報の名称と位置関係を図4に示す。一例として、標準データNo.45~No.48の出力(ランドマーク)を表1に示す。No.46とNo.47においてユークリッド距離としては、電器屋が最短となるが、エッジの介在により電器屋までの認知距離が長くなり、アパートBが案内されている。(方式A)と(方式B)の標準データに対する正規乱数データの出力の相違をグラフに示す(図5)。縦軸に出力の相違、横軸に正規乱数データ(2drms:3m, 6m, 9m, 12m, 15m, 18m)を表す。また●は方式A、▲は方式B、縦線は標準偏差を示す。図5の結果より両方式の平均値の比較(t検定)を行った。その結果、2drmsが9m, 12m, 15mの組み合わせにおいて、有意水準5%で有意差が認められた。しかし、2drmsが3m, 6m, 18mにおいては、有意水準5%で有意差が認められなかった。

4. 考察

2drmsが9m, 12m, 15mの組み合わせにおいて、両方式に有意差が認められたことから、(方式A)の平均値より(方式B)の平均値が小さくなり、相対的に(方式B)の方が出力の相違が低くなった。よってGPS誤差のような揺らぎに対して、(方式B)を用いることにより安定した案内が可能となることが確認できた。

一方、2drmsが3m, 6m, 18mの場合には、両方式に有意差が認められなかった。これは、 β を1.3と設定したために、(条件2)で述べたように、近くの背面を向いているランドマークと、遠くの側面を向いているランドマークは同等に案内されるべきとしたため、これに起因して案内の揺らぎが発生し、有意差が認められなかったものと考えられる。

また、街に存在するランドマークの性質は一概ではなく、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。したがって認知距離を求めるにあたり、各パラメータを静的に決定するのは非常に困難であると考えられる。よって、今後はファジィやニューラルネットを用いて認知距離を求める予定である。

参考文献

- [1] 田野ほか, GIS - 理論と応用, Vol.9, No.2, pp.41-51 (2001)
- [2] K. Lynch, "The Image of the City," The MIT Press, (1960)
- [3] 若林芳樹, "認知地図の空間分析," 地人書房, (1999)
- [4] 小西ほか, 電気学会東京支部新潟支所, p.65 (2002)