

空間認識の概念を考慮した道案内地図作成に関する研究

Research for Producing Guide Map Based on Idea of Spatial Cognition

物部 寛太郎†
Kantaro Monobe田中 成典‡
Shigenori Tanaka古田 均‡
Hitoshi Furuta持永 大輔†
Daisuke Mochinaga

1. はじめに

今日の情報技術の進展に伴い、GIS (Geographic Information System) が普及している。GISは、1980年代中頃まで、研究者や一部の専門家の間のみで使用されていた。また、電子地図の利用は、政府や自治体などの公的機関に限られていたこと、電子地図のデータが整備されていなかったため、一般ユーザの使用は考えられなかった。しかし、近年、コンピュータの高性能化や地理情報クリアリングハウスの整備によって、誰でも電子地図を利用[1][2]することができるようになった。電子地図は、カーナビゲーションシステム、都市計画情報システムや道案内地図など、様々な分野[3][4]で活用されている。

電子地図を利用した道案内地図には、多くの情報が含まれている。目印となるランドマークの過剰配置は、ユーザの空間認識を妨げる[5]。そこで、道案内地図の作成には、ランドマークを適切に配置することが必要となる。ランドマークを適切に配置するには、認知地図を考慮することが有効である。認知地図に関する既存研究として、目的地付近を強調する研究[6]やデフォルメ地図自動生成に関する研究[7]がある。これらの研究では、ランドマークが重要視されていない。しかし、人が経路をより正確に移動するには、適切なランドマークの配置が必要となる。そこで、本研究では、人が経路移動に用いるランドマークをモデル化し、そのモデルを元にランドマークを配置する道案内地図作成システムの開発を目指す。

2. 研究の概要

本研究では、ランドマークの種類と配置位置に関するモデルを元に、道案内地図作成システムを開発する。ランドマークの種類と配置位置の出現する割合を明確にするため、関西大学の学生125人を対象に、手書き地図作成調査を行った。被験者は、JR高槻駅から関西大学総合情報学部までの道のりの地図を自由に作成した。作成された地図の内、道案内地図として有効であった86人の地図を対象に、ランドマークの種類と配置位置に関する特徴を算出した。このランドマークの特徴より、本システムで用いるモデルを作成した。作成したモデルを元に、地図上に配置するランドマークの編集を行う。ランドマークの編集は、アイコンのサイズ、色、種類とラベルの大きさの変更を行う。以上の機能を持つ道案内地図作成システムを開発する。

本論文の構成は、まず、3章では本システムの機能について、4章と5章では実証実験と評価を述べる。6章では考察、7章では得られた成果と今後の課題について述べる。

3. システムの概要

本システムでは、数値地図25,000を元データとして、ランドマークの種類と配置位置の出現率を元に、ランドマーク及びラベルを配置するシステムを開発する。本システムは、1) 地図情報の抽出、2) モデル情報の抽出、3) ランドマークの配置、4) ラベルの調整の4つの機能により構成される。本システムの概要を図1に示す。

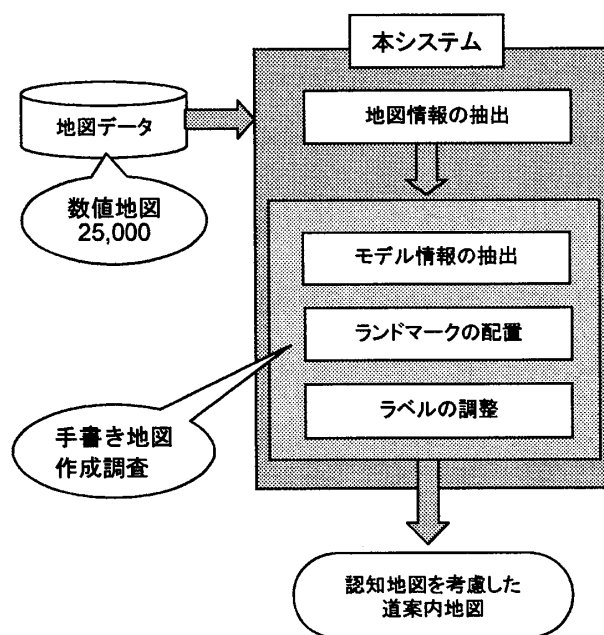


図1 本システムの概要

3.1 地図情報の抽出

本機能では、国土地理院刊行の数値地図25,000を道案内地図の元データとして利用する。数値地図25,000の利点として、全国的にデータが整備されていること、データの信用度が高いことが挙げられる。また、国土地理院のホームページから無料でダウンロードすることができ、誰でも容易に利用することができる。数値地図25,000のデータは、国土地理院が提供している数値地図25,000変換ソフトウェアを利用し、XML形式に変換する。XML形式に変換する理由は、データを使用する上で、データを柔軟に扱うことができるという点が挙げられる。

XML形式に変換したデータから、まず、行政界、道路区間、鉄道区間に関する座標 (x_a, y_a) のリストを作成する。リスト化した座標のデータを直線として出力する。次に、施設情報や地名情報を取得する。取得したデータは、モデル情報抽出機能にて出力を行う。

† 関西大学大学院総合情報学研究科

‡ 関西大学総合情報学部

3.2 モデル情報の抽出

本機能では、人が経路を移動するとき、利用するランドマークの傾向を割り出す。そのため、本研究では、手書き地図作成調査を行い、そのデータを元に、ランドマークの種類と配置に関するモデル化を行う。手書き地図作成調査の結果を表1に示す。ランドマークの種類と配置位置の出現率を算出し、各項目の積から出現率に関するモデルを作成する。

3.2.1 種類に関する特徴

人が経路を移動するとき、様々なランドマークを利用するが、個人により、利用するランドマークは異なる。方向感覚に優れている人が利用するランドマークは、不動であるもの、遠い位置からでも目立つもの、覚えやすいものや経路中のポイントとなるランドマークが挙げられる。一方、方向感覚の優れない、いわゆる方向音痴の人が利用するランドマークは、時間により変化するものや一貫性がないものという特徴[8]がある。そこで、本研究では、手書き地図作成調査の結果、道案内地図として有効である地図を作成した被験者を方向感覚の優れているグループとした。そのグループの被験者が作成した地図からランドマークの特徴を抽出した。

被験者が描いたランドマークの種類は、個人により異なり多種多様であった。そこで本モデルは、「学校」や「駅」などのランドマークを6種類に分類する。これは、手書き地図作成調査より、人が経路移動のとき、建物の正式な名称を理解していなくても、経路移動のポイントとなるランドマークを認知することにより、目的地までの移動が可能となることが確認できたので6種類に分類した。そこで、本研究では、手書き地図作成調査の結果より、出現回数の多かったランドマークを「有名な建物」として同じ種類のランドマークとして扱う。「有名な建物」は、方向感覚が優れている人が目印とするコンビニエンスストアやスーパーなどのチェーン店やその地域で有名な建物を対象とする。「学校」と「駅」は、特に出現率が高かったため、「有名な建物」としてまとめるのではなく、それぞれ単独のランドマークとして扱う。そして、種類毎にランドマークの割合を抽出する。

3.2.2 配置位置に関する特徴

人が経路を移動するとき、曲がり角周辺で印象に残りやすいランドマークを記憶する傾向[9]がある。手書き地図作成調査の結果においても同様に、曲がり角のランドマークを記憶している傾向が表れた。しかし、直線道路と比べて、大差が出たという結果は出なかった。さらに、目的地付近の地図を強調することが、ユーザの経路案内を支援するには重要[6]とされている。そこで、本モデルは、印象に残りやすいとされている「曲がり角」と他に「直線道路」、「目的地点付近」と「出発地点付近」の

4種類にランドマークの配置場所を分類する。そして、場所ごとにランドマークの割合を抽出する。

3.3 ランドマークの配置

本機能では、表1のモデルを元にランドマークを地図上に配置する。ランドマークを配置するとき、図2に示すXMLのデータを使用する。ランドマークの種類コードより、建物情報を取得する。建物情報から、アイコンやラベルの配置を行うとき、サイズや色などの変換を行う。配置場所に関する情報は、道路区間の交差点との座標比較により、曲がり角であるかどうかの判断を行う。

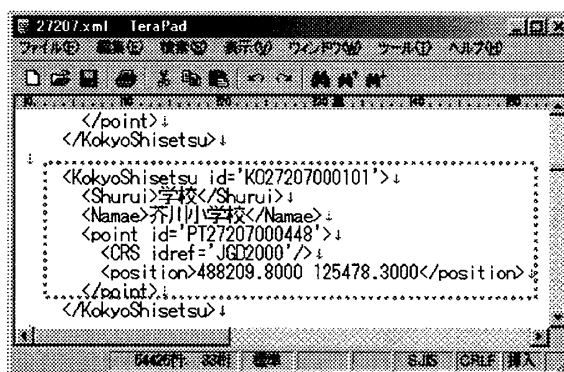


図2 XML形式のデータ

3.3.1 アイコンの種類

道案内地図上に配置するアイコンは、作成したモデルの種類ごとに変更する。従来の地図では、建物の種類毎に地図記号の表記がなされて詳細が分かりやすいという利点がある。しかし、地図記号の種類が多すぎるため、経路移動するとき、どのランドマークを利用すれば良いか迷いがちになる。そこで、本システムでは、配置する記号を減少するために、ランドマークの種類を6種類に分類する。同じ種類のランドマークは、同じアイコンを配置し、ユーザのランドマーク認知を支援する。

3.3.2 アイコンの大きさ

ランドマークの配置に関する従来の研究では、曲がり角のみに配置するなどの処置がとられていた。しかし、手書き地図作成調査より、長い直線道路を移動するときでも、ランドマークを利用する傾向があることが確認できた。そこで、本システムでは、曲がり角、直線道路といった分け方ではなく、手書き地図作成調査の結果、配置されている場所の割合を元とした。

手書き地図作成調査の結果、道案内地図として有効であった全ての地図からランドマークの種類と配置位置の割合を算出した。種類に関する出現率を $p_1, p_2 \dots p_m$ とし、配置場所に関する出現率を $q_1, q_2 \dots q_n$ とする。 p_m と q_n の積を $\alpha(mn)$ とする。 $\alpha(mn)$ を各々の配置されているランドマ

表1 ランドマークの種類と配置位置

	学校	駅	公共機関	有名な建物	自然物	その他	合計 (位置)
曲がり角	6.7%	8.2%	0.3%	14.1%	7.9%	2.2%	39.3%
直線道路	5.9%	7.2%	0.3%	12.3%	6.9%	1.9%	34.4%
出発地点	2.7%	3.3%	0.1%	5.7%	3.2%	0.9%	15.8%
目的地点	1.8%	2.2%	0.1%	3.7%	2.1%	0.6%	10.4%
合計 (種類)	17.0%	20.9%	0.9%	35.7%	20.0%	5.5%	100%

ークのモデル値とする。このモデル値から、地図上に配置するランドマークのアイコンサイズ及びラベルサイズを求める。c(mn)の最大値を Max c(mn)とする。Max c(mn)との比較からラベルサイズ Ls(mn)を決定する。ラベルサイズ算出法を式(1)に示す。

$$Ls(mn) = \frac{c(mn)}{\text{Max } c(mn)} \quad (1)$$

モデルで示された出現率を元に、モデル値の高いランドマークのアイコンは、大きいサイズで出力する。例えば、最も出現率の高い「曲がり角に配置されている有名な建物」はサイズ1となり、出現率の低い「直線道路に配置されている学校」はサイズ0.4となる。

3.3.3 アイコンの色

配置するアイコンの色の調節には、短時間に提示して印象に残りやすいとされる知覚色[10]を使用する。知覚色の一覧を表2に示す。本システムは、曲がり角の目立つ建物といった最も重要なランドマークに対して、知覚色の中から、背景色が白のとき、ユーザが短時間で色を認知できる[11]青色を配置する。一方、出現率が低く、重要度の低いランドマークには、背景色と同じ白色とする。

表2 短時間呈示における知覚色

知覚色一覧				
青	水	緑	黄緑	黄
橙	赤	紫	桃	白

3.4 ラベルの調整

本機能では、地図上に表示するラベルをアイコンと同じようにサイズの調整を行う。地図上にラベルの配置を行うことは、地図の認識をする上で重要な要素[12]となる。しかし、アイコンと異なり、ラベルを大きくしすぎると、ユーザが地図を認識するとき、妨げることになる。逆に小さくするとラベルが見えなくなる可能性があるため、ラベルサイズの調整は微修正とする。アイコンのサイズは、モデル値の最大値である Max c(mn)との比較でサイズを決定した。ラベルサイズは、表1のモデル値が10%以上のランドマークを初期サイズのままとする。出現率が5%以上10%未満のランドマークは、初期サイズの8割とし、出現率が5%未満のランドマークは初期サイズの6割として地図上に配置する。

4. 実証実験

本システムで作成した道案内地図の有効性を確認するために実証実験を行った。本実証実験では、大学生40人を被験者とした。被験者を本システムで作成した道案内地図を利用する20人のグループと市販の地図を利用する20人のグループに分けた。被験者は、JR高槻駅北口から高槻市立芥川小学校への移動を行った。なお、被験者には、芥川小学校周辺の地理に詳しくない者を選んだ。

4.1 実験方法

システムの実行結果を図3に示す。本実証実験では、大阪府高槻市の電子地図を元データとして、JR高槻駅北口

から芥川小学校へ向かうための道案内地図を作成した。被験者は、本システムで作成した地図、または、市販の地図を見ながら徒歩で目的地へ移動した。

本実験では、通常10分必要とするルートを10分以内に目的地へ到達できた人数と被験者の実験終了後のアンケートによって評価を行う。アンケートの項目は、「地図は役に立ったか」、「ランドマークを見つけられたか」、「容易に到達することができたか」と「地図をまた使いたいか」とした。アンケートの各項目に対する評価は、「5：強くそう思う」、「4：そう思う」、「3：どちらともいえない」、「2：そう思わない」、「1：全くそう思わない」の5段階である。また、アンケートの各項目に対して、なぜその評価を行ったかといった理由を問う自由記述方式の項目を用意した。



図3 実行結果

4.2 実験結果

到達人数に関する結果を表3に、アンケート結果を表4に示すように整理した。

表3 目的地に到達できた人数

	到達できた人数	到達できなかった人数
本システムで作成した地図	16人	4人
市販の地図	10人	10人

表4 実験に関するアンケート結果

アンケート項目	システム	既存
地図は役に立ったか	4.3	3.9
ランドマークを見つけられたか	4.2	3.2
容易に到達することができたか	3.8	3.3
地図をまた使いたいか	3.9	3.7

4.2.1 目的地へ到達できた人数

実験の結果、本システムで作成した道案内地図を利用した被験者のグループは、20人中16人という8割の被験者が設定時間内に目的地へ到達することができた。それ

に対し、市販の地図を利用した被験者のグループは、20人中10人の被験者のみ設定時間内に目的地へ到達できた。

4.2.2 アンケート結果

アンケートの各項目で、本システムで作成した地図の評価が市販の地図の評価を全ての項目で上回った。特に、「ランドマークを見つけられたか」という項目においては、1.0という差を得ることができた。本システムで作成した地図を利用し、目的地に到達することができた被験者から、「曲がり角でランドマークを容易に見つけることができた」、「直線道路のランドマークがポイントごとに配置されているため移動しやすかった」という意見が寄せられた。一方、目的地に到達することができなかった被験者からは、「ランドマークの数が少なすぎる」、「一度道に迷うと目的地に到達することが困難である」という意見が寄せられた。

5. 実験結果の評価

本システムで作成した地図を利用した被験者の方が設定時間内に目的地に到達することができた人数が多かった。この実験結果より、従来の地図より、認知的要素を考慮した道案内地図の方が、経路移動の役に立つことが確認できた。また、アンケートの結果、本システムで作成した地図を利用した被験者の方がランドマークを容易に見つけることができた。実験の結果より、本システムで実装したランドマークの配置に関するモデルが、道案内地図の作成に有効であることが確認できた。時間内に到達できた人数とアンケート結果より、認知的要素を考慮し、経路移動に必要なランドマークを強調する事は、道案内に有効であることが確認できた。

一方、地図を簡略化したことから、道に迷ったとき、移動経路への復帰が困難であるという課題が見つかった。

6. 考察

本研究では、道案内地図作成システムを用いることで、

- ・ ランドマークの配置に関するモデル化
- ・ モデルに応じた道案内地図の作成

を実現した。また実証実験より、

- ・ 作成した地図が道案内地図として有効であること
- ・ ランドマークの認知を的確にできたこと

を確認することができた。

以上の結果より、本システムで実装した機能が、道案内地図の作成に有効であると考えられる。また、認知地図を考慮したランドマークの配置に関するモデルが道案内地図に効果的であることを示した。さらに、ランドマークを容易に見つけることができたことから、個人の認知地図形成の役に立つことを示すことができた。

今後の課題として、アンケートの意見に挙げられた、「ランドマークの数が少なすぎる」や「一度道に迷うと目的地に到達するのが困難である」といったことを考慮した道案内地図を作成する必要がある。

7. おわりに

本研究では、ランドマークの配置をモデル化し、そのモデルを元に道案内地図を作成するシステムを開発した。本システムでは、国土地理院刊行の数値地図 25,000 を用いることで、コストの削減を行うことができた。

実証実験により、本システムで作成した地図が、道案内地図として有効であることを確認した。また、認知地図を考慮したランドマークの配置が道案内地図に効果的であるとともに、個人の認知地図形成の役に立つことを示すことができた。今後は、性別や年齢といった個人のバックグラウンドや方向感覚といったユーザごとの特徴を考慮し、個々のユーザに最適な道案内地図の作成を考えている。また、空間データの標準規格となるであろう G-XML や GML に対応したシステム開発や web 上での利用も考慮に入れたシステムの発展を目指す。

参考文献

- [1] Jan Selwood, Winnie Tang: Connecting Our World - GIS Web Services -, Independent Pub Group (2003).
- [2] 岡部篤行: 空間情報科学の挑戦, 岩波書店 (2001).
- [3] 電気学会・空間情報統合化技術調査専門委員会: GIS の基礎と応用 - 空間情報の統合技術 -, オーム社 (2001).
- [4] 角本繁: カーナビゲーションシステム - 公開型データ構造 KIWI とその利用方法 -, 共立出版 (2003).
- [5] 新垣紀子, 野島久雄: 方向オンチの科学, 講談社 (2001).
- [6] 木村直希, 猿渡孝志, 細川宜秀, 高橋直久: ゴム伸縮メタファによる認知地図再生システムの実現方法, ヒューマン情報処理研究会技術研究報告, 電子情報通信学会, Vol.103, No.39, pp.65-70 (2003).
- [7] 梶田健史, 山守一徳, 長谷川純一: デフォルメ地図自動生成システムの開発, 情報処理学会論文誌, 情報処理学会, Vol.37, No.9, pp.1736-1744 (1996).
- [8] 村越真: 方向オンチの謎がわかる本 - 一人はなぜ地図を回すのか? -, 集英社 (2003)
- [9] 松田三恵子, 杉山博史, 土井美和子: 歩行者の経路への嗜好を考慮した経路生成, 電子情報通信学会論文誌, 電子情報通信学会, Vol.87, No.1, pp.132-139, (2004).
- [10] 中島賛太郎, 釣慎輔, 高松衛, 中嶋芳雄: 道路情報板におけるカテゴリカル色知覚について, 映像情報メディア学会技術報告, 映像情報メディア学会, Vol.26, No.29, pp.11-14 (2002).
- [11] 川上満幸, 柴山達: 色彩の視認性と作業能率の関係, 照明学会誌, 照明学会, Vol.86, No.5, pp.313-317 (2002).
- [12] Frank Wagner, Alexander Wolff: A Combinatorial Framework for Map Labeling, Proceedings 6th International Symposium Graph Drawing, Lecture Notes in Computer Science, Springer, Vol. 1547, pp.316-331 (1998).