

地図作成学習における GPS と相対的位置情報利用の提案と評価

中澤 啓介[†] 山本 友理[†] 井上 智雄[‡] 重野 寛[†] 岡田 謙一[†]

[†]慶應義塾大学理工学部 [‡]筑波大学大学院図書館情報メディア研究科

概要: GPS など取得できる緯度経度といった絶対的な位置情報は計算機には定量的に扱いやすい反面、人間にとっては把握しにくいものとなっている。そこで本研究では野外学習での地図作成において絶対的な位置情報と相対的な位置情報を地図上で取り扱う手法を提案する。これは GPS などのセンサーが自動的に位置を判断するのではなく、オブジェクト間の位置関係を人の視点で判断するものである。そしてこの絶対的な位置情報と相対的な位置情報を併用して地図上にオブジェクトを配置するためのシステムを構築した。絶対的な位置情報からオブジェクト固有の位置を、相対的な位置情報からオブジェクト間の位置関係を取得することで、GPS で取得した位置情報に誤差が生じた場合でも効果的に修正できると考える。

Using of relative geographic information with GPS in map-making learning

Keisuke NAKAZAWA[†], Yuri YAMAMOTO[†], Tomoo INOUE[‡],
Hiroshi SHIGENO[†], and Ken-ichi OKADA[†]

[†] Faculty of Science and Engineering, Keio University

[‡] Graduate School of Library, Information and Media Studied University of Tsukuba

Abstract: Although absolute geographic information such as latitude, longitude being widely used and quantitatively easy to treat, it is difficult for people to intuitively understand. In this paper, we propose a technique for mapping objects in the field on a blank map. Using our system, Our system allows us to use relative geographic information in addition to a GPS data. It does not automatically get location information by GPS, but get location information by using person's eye. With the help of relative geographic information, objective geographic information with a small error given by a GPS is effectively compensated. It is revealed from the experiments that the map made by the proposed system was more comprehensible than the map made by the system that use GPS location data only.

1 はじめに

ノート PC といったモバイル端末が普及し、ユーザの位置に基づいた情報提供サービスといった位置情報の利用に注目が集まっている [1][2]。教育の場においても IT 機器や携帯端末を利用した学習や、インターネットを利用した野外調査が盛んであり、校区内などの身近な地域を対象として、あるテーマに沿って調査を行うことが広く行われている。身近な地域を調査し、その結果を地図にまとめる学習方法は、地域全体を把握した上で、自分が気づいたことや発見したことを地図上にどう表現すればいいのかを考えさせるため、主体的な学習を促す効果がある。これまではこのような地図を用いた学習活動は紙地図上に書き込むことで調査結果をまとめていたが、最近ではモバイル PC や携帯端末などの IT 技術により支援する新しいスタイルの教育実践が始まっている [3][4]。

現在活発に行われている位置情報に関する研究は主として、絶対的な位置を精度よく特定して利用することに焦点が当てられている [5][6]。絶対的な位置情報の利点として、位置を定量的に扱える、地図上で位置が一意に決まる、といったことが挙げられる。これらは地図上で位置を確認したり、またその位置から何か情報を得たい時には有効である。しかし、センサーが自動的に取得する位置情報は点としての情報であり、物と物の位置関係、繋がりを取得することができない。実際に屋外で人間が位置を確認するために使われる情報は周囲に何があるかや周囲の状況といった相対的な位置情報である。

そこで本研究では、センサーが自動的に取得する緯度経度情報などの絶対的な位置情報に対して、人の視点からオブジェクト間の位置関係を認知して取得する相対的な位置情報の利用を提案する。特に野外学習を対象として、学習者が発見・観察したオブジェクトの位置を絶対的な位置情報と相対的な位置情報の両方をデータ化することにより、人間の感覚に即した形で地図上への整理を支援するモバイルアプリケーションを構築する。さらにセンシングにより位置を特定できないようなオブジェクトも、相対的な位置情報を利用することで位置を記録することが可能となる。

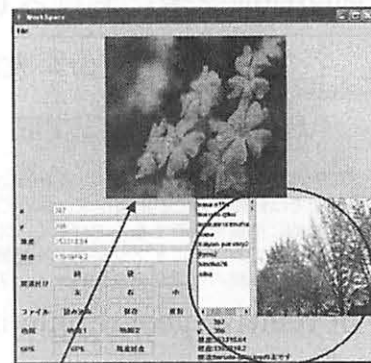
以下第 2 章において主観的な位置情報について説明し、第 3 章で本システムの構成を、第 4 章で本システムを用いた地図作成の手間と主観的な位置情報を利用した地図の有用性を評価し、それぞれについて述べていく。

2 相対的な位置情報

本研究ではオブジェクト間の相対的な位置関係を取得する方法として、人の視点を利用している。人が目で見て判断する位置情報には様々な種類があり以下に例を挙げる。

- 距離提示型: 近い, 遠い, そば, 付近, ~沿い
- 方向提示型: 上, 下, 前, 後, 右, 左, 向こう
- 位置提示型: 内, 外, 中, 境, まわり, 真ん中

距離提示型は対象物が観察者から見てどの程度離れた場所にあるのかを示すために使用されている。人によって遠い、近いなどは個人差がありどれもあいまいな情報である。方向提示型は観察者や対象物の周囲の状況を表すために使用されている。東西南北などといった絶対的に方向が決まっており、全ての人にとって共通の方向を示す情報とは違い、前後左右といった情報は物体の位置や方向によって決まっている相対的な方向を示している。位置提示型は方向の制約以外の制約を表すものである。



対象オブジェクト リスト画面

3 システム概要

本研究では野外において、観察・調査したオブジェクトの位置を記録し、地図上に整理するためのモバイルアプリケーションを構築した。絶対的位置情報からオブジェクト固有の位置を決定し、相対的位置情報を用いることで各オブジェクトを位置的に関連付け、地図上に配置していく。

本システムはタブレット PC と電子コンパス内蔵の GPS、デジタルカメラから構成されている。このような野外での活動に PDA を使用したという前例 [7] もあるが、ディスプレイが小さいため地図が十分に表示されず地図作成には不適であると考えタブレット PC を使用した。またタブレット PC を用いることで、ペン操作という自然な入力方法でコンピュータを学習環境に取り入れることができ [8]、野外での活動にも適している。

図 1: コンテンツ編集画面

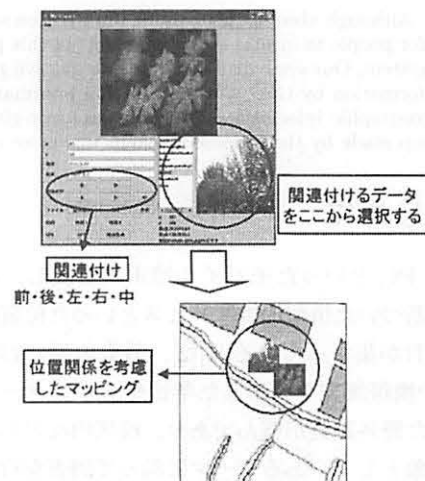


図 2: マッピングの手順

3.1 システムの利用手順

本システムは野外で発見した虫や植物といったオブジェクトの画像を、その位置を記録して地図上に表示する。インターフェースはコンテンツ編集画面 (図 1) と地図画面とから構成されている。システム利用者は発見したオブジェクトをデジタルカメラで撮影し、コンテンツ編集画面に送る。コンテンツ編集画面ではデジタルカメラで撮影したオブジェクトに以下のデータを付加する。

- 発見した場所の緯度経度情報
- システム利用者から見たオブジェクトの周辺情報

発見した場所の緯度経度情報は GPS で取得し、自動的に付加される。周辺情報は人の視点を利用して獲得する。まずコンテンツ編集画面内のリストから対象となるオブジェクトの周辺オブジェクトを選択する。リストの項目はシステム利用者が既にマッピングしたオブジェクト、もしくは道路や建物といった地図情報である。そしてシステム利用者から見た対象となるオブジェクトとその周辺オブジェクトの位置関係をコンテンツ編集画面

内の「関連付け」から選択することで、2つのオブジェクトは位置的に関連付けられる (図 2)。関連付けられたオブジェクトをリストで選択すると、GPS で取得した緯度経度情報と「～の右側です」といった相対的位置情報が提示され、今後はこれらの情報の共有方法や検索方法なども考えていくつもりである。

それでは実際にどのようにマッピングを行っているのかを説明する。利用するデータはシステム利用者の向いている方向 (電子コンパスで取得) と相対的位置情報 (右, 左といった位置情報) である。本システムで用いている相対的な位置情報は「前, 後, 左, 右, 中」といった方向を示す位置情報を利用しており、対象となるオブジェクトの周囲の情報をデータとして加えている。観測者に対面した参照物体を基準とする方向を示す場合、参照物体の中心を原点とし観測者が持つ方向軸を基準と定めている。例えば「箱の前/右にボールがある」という位置関係では、箱の中心を原点として、観察者の方向を前とする方向軸により「箱の前/右」を定める

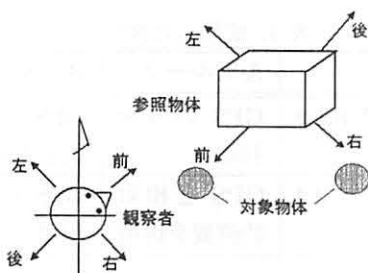


図 3: 観察者と対象物の位置関係

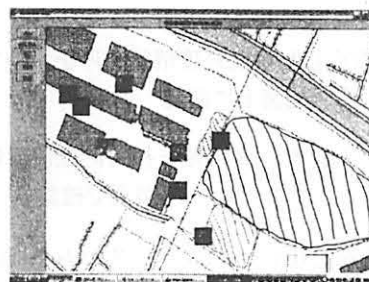


図 5: 必要な情報を加えた地図

(図 3) . 観測者の方向軸の傾きは、電子コンパスから取得した北緯からの傾きを利用することにより決定される。

3.2 地図作成機能

本システムを用いて対象オブジェクトの周辺情報を決定する際に、利用する周辺情報は道路や建物といった地図情報や、既に地図上にマッピングされているコンテンツを利用する。使用する地図は縮尺や情報量など利用目的によって合わせればよい。しかし一般に発行されている地図上の情報だけでは必ずしもユーザが必要としている情報を満たしているとは限らない。システム利用者がオブジェクトの位置を決定する際にオリジナルの地図上の情報だけでは不十分と感じることも多いだろう。例えば茂みの中の植物を地図上に表示させ整理しようと思っても、「茂み」という時間と共に変化しやすい情報は地図上には表示されていない。しかしそのような情報が、地図として重要な情報である場合もある。そこで本システムでは地図上に表示されていない情報をペイント機能を用いて追加することにより、地図情報をユーザ自身の手で増やすことが可能となっている。以下にペイント機能で情報を増やした地図の例を示す。図 4 が元の地図、図 5 がペイント機能で情報を増やし、オブジェクトをマッピングした地図となっている。

ペイント機能で書き加えた情報は選択ツールを用いて選択し、緯度経度情報を持たして保存することで他の

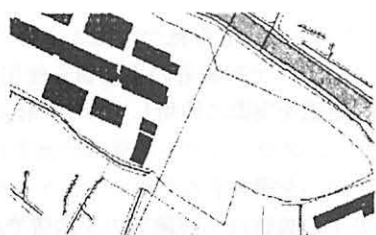


図 4: 元の地図

オブジェクト同様、相対的位置情報を用いて関連付けることが可能である。また初めから地図上に表示されている地図情報も選択ツールを用いて保存することができる。そして保存された情報は、コンテンツ編集画面のリストに追加され、相対的位置情報を用いて対象オブジェクトと関連付けられる。リストから対象となるオブジェクトの周辺情報を選択し、オブジェクト間の位置関係をシステム利用者からの視点で判断し、位置情報として加える。例として、木の右側に花が咲いていた場合、その花の画像が対象となるコンテンツ、木の画像が位置的に関連付けられる情報とすると、木をリストから選択しそして「右側」という情報を加えることにより、花の地図上での位置が決定する。

4 評価

本システムを用いた地図作成の手間と、また作成された地図の正確性、分かりやすさを評価するためにそれぞれ実験を行った。これにより相対的位置情報が地図作成においてどの程度有益かを判断する。

4.1 地図作成の手間

4.1.1 実験目的

本システムは野外学習での使用を想定しているため、屋外での使いやすさを考慮する必要がある。本実験は実際に野外で発見したオブジェクトをマッピングしてもらい、地図作成の手間、システムの使いやすさを評価することを目的としている。

4.1.2 実験方法

実験場所は慶応義塾大学日吉キャンパスと矢上キャンパス内で、被験者は 18 歳から 22 歳までの男女 12 人である。被験者にはフィールド内で発見したオブジェクトを次の手順でマッピングを行ってもらった。

- 手順 1: デジタルカメラで撮影したオブジェクトを GPS で取得した緯度経度情報のみを用いてマッピングを行い、地図上で確認
- 手順 2: その緯度経度情報と相対的位置情報を併用してマッピングを行い、地図上で確認

相対的位置情報を用いる際は本システムの地図作成機能を用いて対象となるオブジェクトの周辺情報を被験者自身が自由に描き、それと関連付けることでマッピングを行ってもらっている。そして評価項目として各オブジェクトをマッピングするまでの時間を手順ごとに測定した。その後本システムの使いやすさ、相対的位置情報を利用したマッピングについて質問し、回答してもらった。

4.1.3 実験結果

図 6 は被験者が各オブジェクトをマッピングするのに要した時間をタイムテーブルにまとめたものである。単位は [sec] で全被験者の平均値である。

本システムの使いやすさや、相対的位置情報についてのコメントの中で特徴的なものとしては、ボタン操作ですべての作業が行える点や、相対的位置情報を利用するマッピング方法の分かりやすさについてのコメントが多かった。

4.2 相対的位置情報を利用した地図の有用性

4.2.1 実験目的

本システムを用いて作成した地図の分かりやすさを評価するために評価実験を行った。実際に作成した地図が屋外でオブジェクトを発見するのにどれだけ有効かを評価することを目的としている。

4.2.2 実験方法

実験内容はオリエンテーリング（山野で行われるスポーツの一種で、地図と磁石を使って指示された地点を発見、通過して目的地に達するまでの時間を競う）に

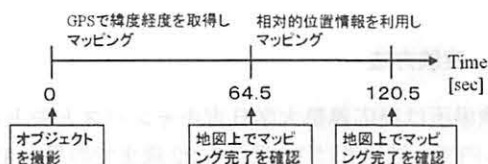


図 6: オブジェクトマッピングまでの時間

表 1: 使用した地図

	A グループ	B グループ
オブジェクト 1,2	GPS のみを利用	GPS と相対的位置を併用
オブジェクト 3,4	GPS と相対的位置を併用	GPS のみを利用

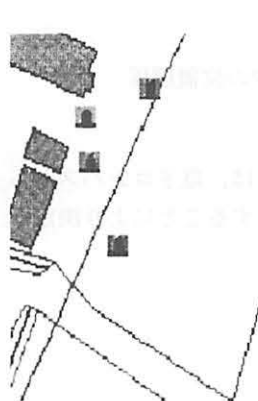


図 7: GPS のみの利用

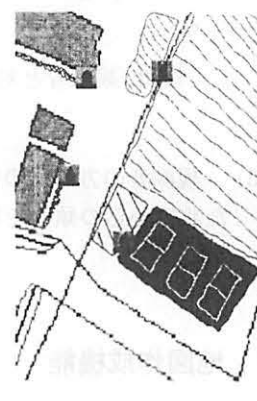


図 8: GPS と相対的位置情報の併用

類似したものであり、被験者を A と B の 2 つのグループに分け、一定の地理的範囲内にあらかじめ配置されたオブジェクトを、地図を用いて探索するといったものである。被験者は 21 歳から 25 歳までの男女 18 人で、この 18 人を A と B の 2 つのグループに分けた。フィールドは慶應義塾大学矢上キャンパスとし、キャンパス内に設置された計 4 つのオブジェクトを探してもらった。本実験で使用したフィールドの大きさは縦 300 m、横 200 m 程の長方形のフィールドである。スタート地点は同じ位置とし、歩行速度は一定とした。利用する地図は GPS で取得した緯度経度情報のみを用いてオブジェクトの位置を決定した地図 (図 7)、本研究で提案した緯度経度情報と相対的位置情報を併用してオブジェクトの位置を決定した地図 (図 8) の 2 種類であり、2 つのグループにはオブジェクトごとに違った地図を使用してもらった (表 1)。

4.2.3 実験結果

表 2 は各オブジェクトを見つけ出すまでの時間をまとめたものであり、全被験者の平均値を使用している。また 2 種類の地図を実際に使用してみて、相対的位置情報を用いた地図がオブジェクトを見つけ出すのにどの程度有益だったのかを調査するためにアンケートを実施した (表 3)。表中の数値は全被験者の平均値である。

表 2: オブジェクト発見までの時間

	GPS のみ	相対位置の併用
オブジェクト 1	80.7(43.0)	27.4(8.5)
オブジェクト 2	64.2(40.4)	18.3(2.3)
オブジェクト 3	188.1(91.5)	37.0(19.0)
オブジェクト 4	153.6(67.1)	35.2(13.8)

単位 [sec], () 内は標準偏差

表 3: アンケート結果

アンケート内容	GPS のみ	相対位置の併用
地図を見てオブジェクトがどこにあるのかすぐに分かった	1.8	4.5
地図上での位置と実際の位置にズレを感じなかった	2.4	4.3
オブジェクトと周囲との位置関係が分かりやすかった	1.5	4.7
地図上の情報はオブジェクトの位置を知るのに十分であった	1.8	4.5

(1:まったく思わない, 2:あまり思わない, 3:どちらでもない, 4:思う, 5:非常に思う)

4.3 考察

図??より, GPS のみを用いた場合よりも相対的位置情報を併用した場合の方がオブジェクトマッピングまでの時間は倍近くかかっている。これは GPS でオブジェクト固有の位置情報を取得した後, 本システムのペイント機能を使用して, 被験者の視点から見た周辺情報を加えているためだ。次に本システムで作成した地図についてだが, 表 2 より, GPS のみからオブジェクトの位置を決定した地図よりも, 相対的位置情報を併用した地図の方がオブジェクトを見つけ出すまでの時間は短くなっている。本実験で使用した GPS は最大で水平方向に約 10m の誤差が生じるため, 地図上に正しく配置されていない場合, その周辺半径 10m の範囲を探す必要があった。特にオブジェクト 3 に関しては GPS のみを用いた場合, 発見時間が最も長くかかっており, それは実際の位置と地図上の位置のズレが全オブジェクト中最大だったためである。次に相対的位置情報を併用した場合だが, 全てのオブジェクトに関して発見時間はほとんどかかっておらず, 迷うことなくオブジェクトの位置を認識できたことが分かる。またそれぞれの標準偏差を見てみると, GPS のみを利用した場合, 標準偏差は大きく, つまり発見までの時間は人によってバラツキが生じている。これは GPS に誤差が生じた場合, 見つけ出せるかどうかはある程度偶然性に左右されている。相対的位置情報を併用した場合は標準偏差は小さく, 地図上の

情報は誰にとっても見やすいものであることが分かる。

5 まとめ

本研究では野外学習において, 観察・調査したオブジェクトを位置に従って地図上に整理するモバイルアプリケーションを作成した。そして各オブジェクトを人の視点から取得した相対的位置情報を用いて関連付け, 地図上に表示させることで GPS に誤差が生じた場合でも効果的に補正することができた。今後は本システムで収集・作成したコンテンツの共有方法や, 相対的位置情報を用いることで実際にどの程度数値として誤差が補正できるのかなどを検討していくつもりである。

参考文献

- [1] 山本友理, 屋代智之, 重野寛, 岡田謙一: 歩行者用道路上におけるリアルタイムな混雑情報の取得・提供手法, 情報処理学会研究報告 04-MBL-29, pp.37-42(2004).
- [2] Jenna Burrell, Geri K. Gay, Kiyo Kubo, Nick Farina: Context-Aware Computing: A Test Case, UbiComp2002, LNCS 2498, pp1-15(2002).
- [3] 中馬悟郎, 村瀬康一郎, 加藤直樹, 益子典文, 横山隆光, 加藤喜久, 吉田隆治: GIS とタブレット PC を活用した学習支援, E スクエア・アドバンス平成 15 年度教育・学習への IT 活用シンポジウム, pp.22(2004).
- [4] 南幸弘, 太田弘, 坂井蘭美: モバイル型マルチメディア端末を用いた教育 GIS の開発, 日本測量調査技術会論文 No80-3, pp13-18, November(2001).
- [5] 鶴沼宗利: 人の歩行動作認識技術を応用した自立的位置検出手法, 電子情報通信学会論文誌, Vol.j87-A No1, pp78-86, January(2004).
- [6] 鶴沼宗利: RFID を用いた歩行者の経路誘導—視覚障害者向け道案内システム—, 情報処理学会誌 vol45 No9, pp918-922, September(2004).
- [7] 石塚文晴, 堀田龍也: PDA を端末とした Web ベースの学習支援・授業評価システムと小学校における実践, 第 43 回人工知能学会先進的学習科学と工学研究会, pp31-37, March(2005).
- [8] 梶本佳照, 尾崎さとみ: タブレット PC を利用した手書き電子教材の実践検証, E スクエア・アドバンス平成 15 年度教育・学習への IT 活用シンポジウム, pp150(2004).