

平成 22 年 6 月 11 日現在

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2008～2009

課題番号：20700229

研究課題名（和文） 野外調査支援モバイルGISに関する研究

研究課題名（英文） Study of a Mobile GIS System for Supporting Fieldwork

研究代表者

石川 正敏（ISHIKAWA MASATOSHI）

東京成徳大学・経営学部・助教

研究者番号：90332973

研究成果の概要（和文）：地域研究などの分野で広く野外調査が行われている。近年、GPSなどの普及によって計算機を利用した地理情報の収集も容易になりつつある。そこで本研究では、GPS やレーザー距離計などを組み合わせたシステムや、デジタルペンを使い地図への書き込みを記録するシステムのプロトタイプを作成し、野外調査支援の有効性と問題点を明らかにした。さらに本研究では、地理教育のためのシステムを提案し有効性を示した。

研究成果の概要（英文）：In many academic fields such as area studies, fieldwork is carried out widely. Users can easily collect geographic data because GPS receivers are growing popular in recent years. In this research, I developed two geographic data collecting prototype systems. The first is multiple-sensor system that combines a GPS, a laser distance meter and so on. The second is a map annotation system that uses a digital pen. By using these prototype systems, I report efficiency and issues of the proposed systems. Furthermore, we proposed the system for supporting geography education.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2009年度	1,100,000	330,000	1,430,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,300,000	690,000	2,990,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・図書館情報学・人文社会情報学

キーワード：地理情報，野外調査，GIS，GPS，レーザー距離計，デジタルペン，地理教育

1. 研究開始当初の背景

インターネットの普及により、様々な機関で作成された地理情報の取得が容易になった。さらに、GPSの普及により地理情報の作成も容易になりつつある。しかし、地理情報の編集や分析には座標系や統計などの専門

知識が必要であることが多いので、専門知識を持たないエンドユーザが容易に編集できるとはいえない。さらに計算機や高精度なGPSの機器の軽量化によって、現地調査、市場調査、災害時の被害報告などの屋外での地理情報システムの利用も増えている。これら

を効率的に進めるために、エンドユーザが効率的に利用可能な地理情報システムへの要求がある。

2. 研究の目的

(1) 地域研究や、歴史学、考古学などの分野においても野外調査は、広く実施されている。GPS 受信機やデジタルカメラなどの普及に伴って、測量などの専門的な知識のない個人による地理的な位置に基づいた情報(地理情報)の収集、作成、加工が容易に行えるようになりつつある。一般的な利用者も含めて、地域研究等の研究者は、必ずしも計算機の扱いに慣れていないとは限らない。したがって、情報技術による野外調査の支援を実現するには、ユーザビリティを十分に考慮しなければならない。

(2) 地域研究などで行われる野外調査は、国内だけではなく海外でも広く行われている。このとき、山間部や農村部で長時間におよぶ野外調査を行う場合、通信環境や電源の確保などが難しいため、PDA などのモバイル機器の利用が困難なことが多い。したがって、地域研究などの野外調査の多くは、現在でも紙を使ってデータ収集されることが多い。しかし、紙に記録された手書きデータを計算機で処理するには、手作業で電子化しなければならない。そこで本研究では、デジタルペンを利用し、手書きデータの効率的な電子化の実現を目指す。

(3) 本研究は、収集した地理情報の共有や交換の支援として、地域研究などの発展に欠かせない。そこで、本研究では、地理教育を題材に Google Earth の有効活用を検討する。

3. 研究の方法

(1) 野外調査で GPS を利用した場合、一般に収集される位置は、野外調査の実行者(利用者)の位置であり、地理情報として収集する対象物の位置を記録しているわけではない。利用者が対象物に近づいて位置を計測できれば、正確な対象物の位置を計測できる。しかし、崖の上のような利用者が近づけない場所に対象物がある場合や、GPS による位置計測が困難な室内に対象物がある場合、対象物の位置を記録できない。そこで本研究では、離れた対象物の位置を計測することのできる現地情報収集支援システムの設計とプロトタイプシステムによる評価を行った。

提案システムは、タブレット PC にデジタルカメラ、マイク、GPS 受信機、電子コンパス、レーザー距離計、2 軸加速度センサなどの複数のセンサを接続することによって、調査者から離れた場所にある対象物の位置を取得することを実現している。利用者が対象物の位置を取得する手順は、デジタルカメラで対象物を撮影すると同時に、GPS 受信機によ

ってカメラの位置、電子コンパスによる北を 0 度としたときの方位角、レーザー距離計によってカメラから対象物までの距離、および 2 軸加速度センサによってカメラの仰角、それぞれの計測値を取得する。次に、センサ群から得た計測値から、カメラを原点としたとき極小座標系の対象物の位置を求める。最後に、その座標系とカメラの地理的な位置(緯度、経度)との対応から対象物の位置を求める。提案システムは、離れた対象物の位置の取得に加えて、対象物の写真、注釈、音声などを同時に記録できる。これにより、利用者は、野外調査中リアルタイムに地理情報の収集と編集が可能となり、調査漏れの確認や追加調査の必要性の検討などを効率的に行える。さらに野外調査を効率的に行うために、提案システムは、対象の位置の取得や地理情報の編集などの操作を、すべてペンを使って操作できるようにするためにタブレット PC 上で実現した。このようにユーザビリティを考慮することによって、利用者は、立ったままなどのような計算機の操作に適さない状態でも提案システムを利用できることが期待される。図 1 に実際に構築したプロトタイプシステムを示す。



図 1 現地情報収集支援システムの試作

(2) 現地情報収集支援システムは、電源や携帯性などの問題により長時間の野外調査に不向きである。そこで、従来の野外調査で広く利用されている紙を使ったデータの収集に着目したシステムを提案した。紙に記録したデータを計算機で処理するには電子化が必要である。紙に記録された手書きのデータの効率的な電子化を実現するために、本研究ではデジタルペンを利用する。デジタルペンには、紙に圧力センサなどの外部装置を用いてペン先の位置を記録する方式と、専用の紙を用いてペンが紙のどの位置に点を書いたかを記録する方式がある。前者は、紙と外部装置の設置場所によってペン先の位置計測に誤差が生じる。しかし、後者の方式であれば、正確に紙の位置を記録できる。本研究では、後者の方式を持つデジタルペンを利用

して、印刷された地図への書き込みを地理情報として電子化する地図注釈システムを提案した。図2に提案システムで使用する用紙を示す。ただし、図2にはペンの位置を記録するために印刷されるドットパターンは省略している。

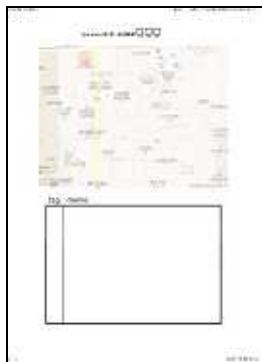


図2 地図注釈システムで用いた用紙

図2に示す用紙は、位置を指定する地図と注釈を記述するメモからなる。提案システムによる地理情報の収集手順は、まず利用者は調査対象となる地域を指定し、図2に示すような用紙を作成する。次に、利用者は、デジタルペンと作成した用紙を持ち歩き、注釈を付けたい位置を地図に記した後、メモに注釈を記入する。最後に、提案システムは、文字認識技術を利用して、デジタルペンに記録された手書きデータから地図上の位置とメモに書かれた注釈の対応づけを処理し、地理情報としてデータベースに登録する。提案システムのプロトタイプは、登録された地理情報を KML ファイルに変換し、Google Earth で閲覧することが可能である。

(3) 収集した地理情報の応用として地理教育への利用を実現するためのプロトタイプシステムの構築を行った。近年、地理教育では、方角や距離、面積などの地理的な関係を正確に表現できる地球儀の利用が見直されている。そこで、本研究では、地理情報の閲覧に利用が広がりつつある3次元仮想地球儀の一つである Google Earth を地理教育にも利用する。利用者個人で収集した地理情報も KML 形式で表現すれば自由に Google Earth で閲覧することができる。しかし、地理教育では、単に地理情報を表示するだけではなく、テキストなどの関連資料に沿って、地理情報を切り替える必要がある。そこで、本研究では、Google Earth COM API を利用して、外部のテキストビューワの切り替えに応じて、自動的に Google Earth 上に表示する地理情報を切り替えるシステムを試作した

(図3)。さらに本提案システムでは、KML ファイルでは定義されていない矢印を容易に作成するためのツールを開発した。

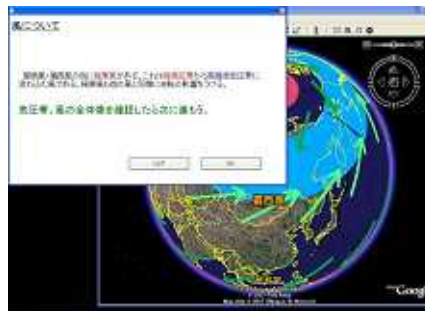


図3 地理教育支援システム

提案システムで、利用者は HTML を用いたテキストと、地理情報を表す KML ファイルを作成すれば簡単に教材を作成することができる。さらに、提案システムを使えば、地域研究などで収集される文献や写真やインタビューなどと野外調査で収集した地理情報を容易に関連づけて、表示できると期待される。

4. 研究成果

(1) 提案する現地情報収集支援システムの評価実験を行った。実験では、御茶ノ水の湧き水（東京都千代田区）を対象に位置計測の精度について検証した。実験では、対象の東側と南側から計測し、地図上の対象の位置と提案システムを使って計測して得た対象の位置の差を測った。結果は、地図上の位置からそれぞれ東に5m、南に18m程度の差が見られた。このような誤差は、各センサの計測誤差によるためであるが、提案システムではGPSによる利用者の位置の誤差が最も大きな影響を与えていた。この問題は、複数のGPS受信機による位置の平均を用いるなどの方法によって、解消できると考えられる。次に提案システムのユーザビリティを評価するためにはけの道（東京都小金井市）を対象に模擬野外調査実験を行った。実験の結果、各地点でのデータ収集は、およそ1~2分程度の時間を要した。ただし対象の位置の計測や写真の撮影などは、数秒で終わり、ほとんどの時間は、注釈の作成に費やされた。また、提案システムによるこれらのデータ収集は、すべてペンによって操作可能であることから、計算機の扱いに不慣れな調査者であっても、効率的にデータ収集が可能であった。これにより提案システムの野外調査での利用における有効性が示せた。しかし、電源の問題により長時間の調査に不向きであることや、GPSの受信状態によって計測位置の誤差が大きくなるなどの提案システムの問題点も明らかになった。

(2) 提案する地図注釈システムのユーザビリティ評価を行った。評価方法は、被験者(情報系の学生10名)による大学や公園、商店街を対象とした模擬野外調査と、調査後にデジタルペンに蓄積された手書きデータから地理情報を作成する操作を行い、最後に提案システムの使用感などについてアンケートを行った。また、被験者による野外調査などの様子はビデオで収録し操作の様子を観察した。アンケートとビデオ観察の結果から野外でのデジタルペンを使ったデータ収集は、一般的なペンを使った場合と同程度のユーザビリティを得ることができた。一方、デジタルペンに蓄積した手書きデータの電子化操作では、地図上に複数記述したシンボル(文字)の認識結果を一度に修正しようとした場合に、データ作成時の記述順序が不明なため、正しく修整できなかったというようなユーザビリティの問題点も指摘された。しかし、多くの場合、効率的な電子化が実現でき、提案システムの有効性が示された。また、提案システムは、地図を使って位置を記録するため、GPSがなくても利用者は容易に地理情報を作成できる。また、デジタルペンが故障し手書きデータの記録ができない状態であっても、紙に記録が残るため、提案システムは、信頼性の高いデータ収集が可能であるといえる。

(3) 提案する地理教育支援システムの有効性を検証するために、気圧帯や海流などに関する学習を、提案システムを使って学習したグループと従来通りの参考書を用いて学習したグループに被験者を分けて、その学習効果を比較した。この実験の結果、提案システムの方が参考書を使った学習より効果があることが認められた。特に提案システムは、海流名などを暗記するような問題より、海流の位置などを示すような問題に効果があった。これにより、気象のような大局的な視点が必要な地理教育への3次元仮想地球儀の有効性が示された。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計1件)

石川 正敏: "地域研究のための現地情報収集支援システム", *アジア遊学*, No. 113, 査読有, pp.188 -- 194, 2008年8月

[学会発表](計6件)

M. Ishikawa: "Development and Evaluation of a Map Annotation System Using a Digital Pen - An Example of a Distributional Survey of a Local Shopping Area -," *Proceedings of GIS in the Humanities and Social Sciences*

2009, 査読有, CD-ROM, Taiwan, 2009年10月7 -- 9日.

石川 正敏: "デジタルペンの野外学習への応用", 情報教育シンポジウム論文集, 情報処理学会シンポジウムシリーズ, 査読有, Vol. 2009, No. 6, pp.41 -- 44, 佐賀, 2009年8月19 -- 21日.

M. Ishikawa, K. Kaneko: "Design of a Map Annotation System Using a Digital Pen for Field Work," *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education 2009*, 査読有, CD-ROM, USA, 2009年3月2 -- 6日.

石川 正敏, 金子 敬一: "野外調査のためのデジタルペンを用いた地図注釈システムの実現", 日本情報考古学会第26回大会予稿集, 査読有, pp. 30 -- 35, 東京, 2009年5月30 -- 31日.

M. Ishikawa, Y. Yamazaki, K. Kaneko: "A Supporting System for Geographic Education by Using 3D Globe Software," *Proceedings of E-Learn 2008 (World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, & Higher Education)*, 査読有, CD-ROM, USA, 2008年11月17 -- 21日.

山崎 庸平, 石川 正敏, 金子 敬一: "3次元地球儀ソフトウェアを用いた地理学習支援システムの設計と実現", 情報教育シンポジウム論文集, 情報処理学会シンポジウムシリーズ, 査読有, Vol. 2008, No. 6, pp. 127 -- 132, 韓国, 2008年8月19 -- 21日.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

石川 正敏 (ISHIKAWA MASATOSHI)
東京成徳大学・経営学部・助教
研究者番号: 90332973

(2) 研究分担者

()

研究者番号:

(3) 連携研究者

()

研究者番号: