

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 6 月 8 日現在

機関番号：27103

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2009～2011

課題番号：21700310

研究課題名（和文） 標準技術と OSS による WebGIS の高機能化と普及に関する研究

研究課題名（英文） A study of functional enhancement and diffusion of WebGIS by using standard technologies and open source software

研究代表者

藤野 友和 (FUJINO TOMOKAZU)

福岡女子大学・国際文理学部・講師

研究者番号：40364161

研究成果の概要（和文）：本研究では、ウェブ上で位置情報を伴うデータを対話的に検索・分析・可視化するためのシステムである WebGIS をよりよくするための研究をデータの可視化方法、分析方法、システムの構築方法などの観点から行った。その結果、標準的な技術を利用した WebGIS の構築法が確立でき、実際に利用可能なシステムを構築しその成果を実証した。さらに、位置情報を伴うデータの新たな可視化方法を開発することができた。

研究成果の概要（英文）：We have studied about many techniques for improving WebGIS, which is the system for searching, analyzing and visualizing data with location information interactively on the Web. As a result, we have established a framework of constructing WebGIS by using standard technologies, and demonstrated in the actual WebGIS. Moreover, we have developed a new visualization tool for the data with location information.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2010年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2011年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	2,800,000	840,000	3,640,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学、統計科学

キーワード：統計システム、データの可視化

1. 研究開始当初の背景

計算機やインターネットの普及により、様々な統計データが Web サイト上に公開され、それらの取得は容易になってきている。統計家や各領域の専門家は、これらのデータを統計パッケージや様々な分析ツールを駆使して自ら分析し、新たな知見を得ることができる。一方、専門家以外の一般の人々（一般ユーザー）は、データを取得したとしても、

自らこれを分析し、興味のある情報にたどり着くことは困難である。官公庁による統計や環境、保健医療に関する統計などは、特に公益性が高く、当事者には、そこからできる限り多くの知見を引き出し、国民に提供することが望まれる。しかしながら、ほとんどの場合、集計単位ごとの要約値や簡単な統計表のみの公開にとどまっている。この問題を解決するための一つの手段は、インターネット上

に、それらのデータを対話的（インタラクティブ）に分析することのできるシステムを構築することである。そのようなシステムのうち、空間情報に基づく分析や可視化の機能を持ったものは WebGIS と呼ばれる。一方、代表者らの研究グループでは、以前より Scalable Vector Graphics(SVG) や eXtensible 3D(X3D) のような XML グラフィックスを統計データの可視化のツールとして活用することに注目しており、これによる対話的な統計グラフ、データベースからの統計グラフの動的生成、統計教育への活用など、いくつかの成果をあげてきた。SVGをはじめとするさまざまな標準規格やオープンソースソフトウェアは、WebGIS の開発にかかる労力を低減させる可能性を持っている。しかしながら、現在の WebGIS が提供する分析機能は、塗り分け地図の作成やデータの観測点のプロットなど、保持しているデータそのものを地図上に可視化するという発想に基づくものがほとんどで、統計データの高度な利活用が十分なされていないのが現状である。つまり、利用者が空間情報に基づく統計解析を対話的に行うといった過程が WebGIS に組み込まれていないのである。計算機統計学の分野では、平行座標プロット、連結マイクロマッププロット、条件付コロプレス図などのような、計算機環境の進歩により初めて可能となった対話的・動的な機能を持った統計グラフや、空間統計学の手法に基づく複雑な計算結果を用いた可視化の手法についての研究が近年活発に行われている。これらの成果を WebGIS に取り入れることで、公開されているデータに対する高度な統計解析結果を対話的に実行し、一般の利用者にも直感的に理解できる仕組みを提供することが可能になる。

2. 研究の目的

本研究では、オープンソースソフトウェア、オープンなベクターグラフィックスフォーマット、インターネット上で入手可能な地図データを活用し、低コストで軽量かつこれまでにない高度な可視化機能を持った WebGIS を提案し、実際に地域の環境、保健医療データベースに関するシステムを構築して、その実用性を検証していくことを目的とする。具体的には、以下の点を中心に研究を進める。

- (1) WebGIS のための統計解析エンジン
- (2) ベクターグラフィックスによる高度な可視化機能の実装
- (3) 空間（疫学）統計解析手法の高速化
- (4) WebGIS のインターフェイスの共通化
- (5) 地域環境、保健医療データベースに対する WebGIS の構築と実用性の検証

3. 研究の方法

- (1) WebGIS において利用できる統計解析エンジンの有力な候補である R をウェブ上で動作させるためのモジュールである R/Apache について調査・検討を行う。その検討結果を踏まえ、必要に応じて R/Apache の修正パッチの開発などを進め、その成果物を (5) の WebGIS に実装する作業を進める予定である。
- (2) これまで、Haselett 論文で提案された可視化ツールの一部を SVG によりプロトタイプとして実現している。引き続き、連結マイクロマッププロットや平行座標プロット、条件付コロプレス図などのプロトタイプを SVG により作成する。同時に、大規模データに関する問題を検討するため、大規模データのサンプルを利用して動作検証し、高速化のための改良を行う。
- (3) 空間統計解析手法の高速化についての理論的検討を行う。その結果、高速化のためのアルゴリズムが得られれば、これを R のコードとして作成し、これまでに構築した WebGIS のプロトタイプに組み込んで、動作検証を行う。また、手法のアルゴリズムレベルでの解決が困難である場合には、計算サーバーの並列化を検討し、並列計算により高速化するためのアルゴリズムを実装する。この実装に関しては、(1) の結果によりさらなる技術的検討が必要になると考えられる。
- (4) まず、ツールキットとして提供可能な WebGIS の基本的機能について整理することから始める。(5) における WebGIS の開発においては、ここで検討した基本的機能の実装から始め、その構築のために最低限必要なデータ、サーバ環境を同定し、これらを準備することができれば、ツールキットにより最低限の機能を持った WebGIS が容易に構築できるような仕組みを開発する。
- (5) 福岡県保健環境研究所から、地域環境と保健医療データの提供を受け、データの整備を行う。具体的には、WebGIS からこれらのデータにアクセスできるようにするため、フリーの RDBMS を利用してデータベースの設計・構築作業を行う。また、構築する WebGIS においてどのような解析機能を提供していくか、また、システムの仕様などについて、福岡県保健環境研究所との意見交換により詳細を検討する。この検討結果を踏まえ、実際のシステム構築を開始する。(1)～(4) の成果を随時取り込み、平成 23 年度秋頃の試験公開を目指す。残りの期間で、ユーザーからのフィードバックの収集や不具合修正、実用性の検証などを行い、平成 23 年度初めの正式公開を目指す。

4. 研究成果

- (1) オープンソースソフトウェアの統計解析ソフトRをサーバー側で動作させるための仕組みがいくつかあり、比較検討を行った。CGIwithRのようにCGIベースのものは、処理要求があるごとにソフトウェアを起動するため、全体としての処理速度が落ちる。これに対して、ウェブサーバーのモジュールとしてRを組み込んだ、R/Apacheが処理速度の面で優れており、同時アクセスに対する処理での問題もあったが、バージョンアップにより、解決された。また、計算コストのかかる処理でも対応可能なように、R/Apacheを複数のサーバーで動作させて並列的に処理を行う試験も行い、実システムで利用可能であると判断した。このことを受けて、平成22年度末に公開した福岡県人口動態情報提供システムをR/Apacheを利用して全面的にコードを書き換える作業を行った。これまでも一部のコードはR/Apacheを利用していたが、R/Apacheに依存する部分を増やすことにより、システムのパフォーマンスが大きく向上することが期待される。これらの成果は平成24年度の秋頃にシステムに反映することを予定している。
- (2) これまで、Haselett論文で提案された可視化ツールの一部をSVGによりプロトタイプとして実現した。引き続き、Linked Micromap Plotや平行座標プロット、条件付コロプレス図などのプロトタイプをSVGにより作成した。これまで、ウェブ上で動的に更新でき、かつ対話的操作を実装できるグラフィックスフォーマットとしてSVGを採用してきたが、大規模データに対しては、描画速度が遅いなどの問題があった。平成22年度には、大規模データに関する問題を検討し、大規模データに関しては、ウェブ上のラスターグラフィックスの規格であるCanvasとの併用がよいことが確認された。この内容について、日本計算機統計学会第25回大会において報告を行った。一方、SVG(Scalable Vector Graphics)やCanvasによる対話的な統計グラフィックスについての研究を進める過程で、新たな手法を着想するに至った。これは平行座標プロットの応用であり、2時点で観測された空間データの値の変動に基づいて、空間のクラスタリングを行うための可視化手法である。平成23年度前半では、値の変動から特徴的な個体(地域)を抽出するための順位比較プロットについて研究を進め、国際会議(8月)で研究発表を行った。後半では、順

位比較プロットについて、SVGによる実装を行い、さらに近年利用が進んでいる携帯端末上での利用も可能であることを確認した。これについても国際会議(12月)で研究発表を行った。現在、順位比較プロットと地図と組み合わせて空間クラスタリングを行うツールについての研究発表を国際会議で報告するべく準備を進めている。この研究での成果はWebGISへ組み込むことにより、当該分野の発展が望めるものである。

- (3) 空間データにおいて、特異点を検出したたり、未観測点の予測値を計算したりするための手法であるクリギングの高速化についての研究について、先行研究の調査を行った。しかしながら、手法自体の高速化を目指すよりも、計算機の低コスト、高機能化が進んでおり、並列計算環境を積極的に導入して、全体としての高速化を目指す方がよいとの結論に達した。
- (4) GISにおいて、コロプレス図(塗り分け地図)は重要な役割を果たすが、WebGISにこれを組み込む場合に、市町村合併による集計エリアの変更や二次医療圏等の任意のエリアでの集計に対応した白地図が必要となる。ベースとなるいくつかの時点での市区町村単位の白地図(数値地図)から、目的に応じた白地図を市町村合併情報に基づいて柔軟に生成できるツールを開発するための技術的な検討とプロトタイプ開発を行った。この成果については福岡県人口動態統計情報提供システムの一部組み込んでいる。引き続き、ツールの公開に向けて作業を行う予定である。
- (5) 平成21年度には福岡県保健環境研究所から提供された1978年から2006年の人口動態データをオープンソースのRDBMS(リレーショナルデータベース管理システム)であるPostgreSQLで管理できるようデータベース設計を行った。また、コロプレス図(塗り分け地図)を年度によって柔軟に(市町村合併を反映した形で)出力するようにするための検討を行い、PostgreSQLの地図データ格納用のライブラリであるPostGISを導入して、数値地図および市町村合併情報をデータベース化した。その後、これまでの研究成果をベースにして、「福岡県人口動態統計情報提供システム」(<http://www.fihs.pref.fukuoka.jp/hokendb/hoken/vital.html>)を福岡県保健環境研究所と共同開発し、平成22年度末に正式公開した。これは、出生・死亡・婚姻・離婚などの人口動態統計データや関連指標を、任意の期間、エリア、

項目等で集計し、地図上に可視化することのできるシステムである。これには、SVG による統計グラフィックス出力や、サーバー側の統計解析エンジンとして、R/Apache を採用するなど、これまでの研究成果が含まれている。

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 0 件)

[学会発表] (計 5 件)

- ① 藤野友和・山本義郎, HTML5 による統計アプリケーション開発, 日本計算機統計学会第 24 回大会, 2010 年 5 月 14 日, 統計数理研究所
- ② 久保田貴文・藤野友和, 空間データベースを利用した隣接情報の補正と集積性検出への影響について, 日本計算機統計学会第 24 回シンポジウム, 2010 年 11 月 11 日, 箕面市立メイプルホール
- ③ 住田緑咲・藤野友和, 平行座標プロットを利用した販売ランキングの店舗間比較, 日本計算機統計学会第 25 回大会, 2011 年 5 月 7 日, 函館市亀田福祉センター
- ④ Fujino, T. and Yamamoto, Y., Application of the parallel coordinate plot for ranking comparison between two groups, 58th World Statistics Congress of the International Statistical Institute, 2011 年 8 月 23 日, ダブリン (アイルランド) .
- ⑤ Fujino, T. and Yamamoto, Y., Visualization Tools for Feature Extraction of Order Fluctuations, Joint Meeting of The 2011 Taipei International Statistical Symposium and 7th Conference of the Asian Regional Section of the IASC, 2011 年 12 月 16 日, 台北 (台湾) .

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

- ① 福岡県人口動態統計情報提供システム, <http://www.fihs.pref.fukuoka.jp/hokendb/hoken/vital.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

藤野 友和 (FUJINO TOMOKAZU)

福岡女子大学・国際文理学部・講師

研究者番号: 40364161