【研究・技術ノート】

解析プロセス共有を簡易化する FOSS4G を基盤とした Web-GIS

中山 悠*

FOSS4G based Web-GIS to simplify sharing of analysis processes

Yu NAKAYAMA*

Abstract: In recent years, the development of free and open source software for geospatial (FOSS4G) has significantly progressed. Web processing service (WPS) enabled different users to share spatial analysis processes running on remote servers. However, the installation and operation of WPS were difficult for non-technical users, because WPS users have to use specific client applications that can parse XML. To realize a simple process sharing system, this paper proposes a Web-GIS that works as a platform of spatial analysis. The proposed system is based on open cafe system (OCS) that consists of FOSS4G and a content management system. With a prototype, it was confirmed that users can easily manage and execute spatial analysis processes with only web-browsers.

Keywords: FOSS4G, WPS, open cafe system, 運用簡易性 (usability)

1. はじめに

これまでに、様々な分野において多くの空間的解析プロセス（以下解析プロセス）が研究、実用化されてきた。それらの利用においては、独自開発プログラムや商用 GIS、その他の様々なツールが用いられてきた。そのため、新たに開発された解析プロセスを利用するユーザは、ソースプログラムを入手し、それを利用可能な環境を構築した上で、手法に合わせたデータを準備する必要があった。こうした手順は、当該技術分野の専門家以外には技術的に困難な場合もあり、最新の解析プロセスの共有や利用の簡易性に課題があった (Michaelis and Ames, 2009)。

これに対し近年オープンソースの GIS アプリケーション群 Free and Open Source Software for Geospatial (以下 FOSS4G) (Sanz and Montesinos, 2009) や統計解析ソフトウェア R (<http://www.r-project.org/>) 等、フリーの解析プロセス実行環境の開発が急速に進行している。これらは、その低コスト性から広い分野での活用が期待されている。R に関しては、空間データを扱うためのパッケージが実装され (Bivand, 2006)、統計的手法を含めた様々な解析プロセスを

実行可能である (Bivand et al., 2008; 鐘田, 2010)。

ここで特に、FOSS4G において実装が進んでいる、リモートサーバにおいて様々な解析プロセスを実行する代表的な技術として Web Processing Service (WPS) (Schut, 2007) がある。リモートサーバ解析は、新たな解析プロセスの共有に有効である (Michaelis and Ames, 2009)。サーバ側に解析処理を実装することで、インターネット等を通じて多くのユーザから利用可能となるためである。例えば、これまで限られた研究者にのみ利用可能であった最新の研究成果等が、ユーザ側におけるソースプログラムや専用ツールの導入無しに利用可能となる。

ただし、FOSS4G 全般の課題として技術的な敷居の高さが指摘されている (Steiniger and Bocher, 2009)。そうした技術的な困難性を低減するため、Content Management System (以下 CMS) を活用した Web-GIS パッケージ Open Cafe System (以下 OCS) が開発された (中山ほか, 2011)。しかしながら、OCS は様々な解析プロセスを実装するプラットフォーム (以下解析 PF) としての機能を備えていなかった。FOSS4G を基盤として、簡易に利用可能な

* 正会員 日本電信電話株式会社 NTT アクセスサービスシステム研究所 (NTT Corporation)
〒239-0847 神奈川県横須賀市光の丘 1-1 E-mail: nakayama.yu@lab.ntt.co.jp

解析PFを実現することは、空間情報技術全体の普及、発展にも寄与すると考えられる。

本稿では、各種解析プロセスの共有や利用を簡易に実現するため、FOSS4Gを基盤とし解析PF機能を備えたWeb-GIS（以下本システム）を提案する。2節で既存手法の課題を述べ、3節で本システムの要求条件と構成を述べる。4節で、本システムの試験的な実装結果を、利用手順とともに示す。最後に、5節で結論を述べる。

2. 既存手法の課題

解析プロセスをリモートサーバで実行する技術として、Open Geospatial Consortium Inc. (OGC) により2007年にWPSが標準化された。WPSにより解析PF機能を備えたサーバを構築可能である。Michaelis and Ames (2007) や Foerster and Stoter (2006) に述べられているWPSの主な利点として、オープン性、高速性、更新容易性の三つが挙げられる。オープン性とは、OGCの標準規格ゆえベンダに依存せず利用できる特性である。高速性とは、リモートサーバで処理を実行するため分散処理に適し、コンピュータと回線の高速化により高速処理が容易な特性である。更新容易性とは、サーバ側のアップデートにより、全ユーザが最新の処理を実行可能な特性である。ユーザ側には、新バージョンのダウンロード等の手間が不必要となり、頻繁に更新が発生する開発途上の解析アルゴリズム等の共有にも適している。

現在、WPSを利用するためのプロダクトとして、ZOO Project (<http://www.zoo-project.org/>), PyWPS (Cepicky, 2006), 52° North (Schaeffer and Foerster, 2007) 等の開発が進んでいる。WPSの活用事例として、Michaelis and Ames (2009) によりWPSの実装と評価が行われ、Foerster et al. (2009) によりデスクトップGISであるuDig (<http://udig.refrains.net/>) を利用してWPSリクエストを含んだKMLを生成し、Google Earthと連携可能にした試みがある。Schaeffer (2008) により解析プロセスの追加・削除手順が付加されたWPS-Tが提案され、画像等のラスタ解析処理に特化したWeb Coverage Processing Service (WCPS) も標準化されている (Baumann, 2010)。

WPSでは、クライアントアプリケーションがサーバアプリケーションに対し3段階のリクエストを行う。第一に実行可能な解析プロセスを問い合わせ、サーバがそのリストを返すGetCapabilitiesリクエストを行う。第二に、解析プロセスを指定し、サーバがパラメタ等の情報を返すDescribeProcessリクエストを行う。第三に、パラメタを指定し解析プロセス実行を要求、サーバがプロセス・ステータスを返すExecuteリクエストを行う。このような複数段階のリクエストからなるシーケンスにより、リモートでの解析プロセスの選択と実行が実現されている。

ただし、これらリクエストに関わる全ての通信はXMLで行われるため、XML解析を行い、情報の可視化等を行うクライアントアプリケーションが必須となっている。Michaelis and Ames (2009) においても Map Window GIS (<http://www.mapwindow.org/>) をクライアントとして実装、評価が行われている。このようなWPS利用のためのクライアントアプリケーションの必要性は、利用障壁を高め易い。すなわち一般的に、サーバおよびクライアント双方のセットアップが必要な手法より、いずれか一方で十分な手法の方が利用しやすい。実際、WPSは未だ広く利用されるには至っていない。

一方で、OCSの目的は、FOSS4Gの低コスト性を活かしながら運用簡易性を高めることである (中山ほか, 2011)。そのためにWeb-GIS形式が採用され、ユーザインタフェースにはCMSが活用されている。CMSとはWeb上のデジタルコンテンツを統合的に管理し、配信等の処理を行うシステムであり、Webシステム一般に関して、作業の定形化などにより運用簡易性を高めることが指摘されている (Browning and Lowndes, 2001)。CMSによって生成されるインタフェースを持ったWeb-GISは、一般的なWebブラウザ等を通じて利用できるため、専門的な技術を持たないユーザにもその運用が容易となっている。

ただし、これまでのOCSの機能は主にデータ登録や表示であった。解析機能は、SQLによる簡易な判定 (中村ほか, 2010) や経路探索 (杉浦ら, 2011) のみで、解析PF機能を持たない点が課題であった。

3. 提案システム

3. 1. 要求条件

WPSはオープン性が担保され、リモートサーバ解析に特化し高速性と更新容易性を実現している点で有効であった。しかしながら、XML解析可能なクライアントアプリケーションの必要性は、利用時の難度を高くしていた。一方でCMSを活用したWeb-GISであるOCSは、Webブラウザのみで利用できる運用簡易性に特長があった。

本システムでは、OCSの特長であるCMSを活用した運用簡易性を継承した上で、WPSの課題であったXML解析可能なクライアントアプリケーションを不要とする解析PF機能を実現する。同時に、WPSと同等の特性を担保する。すなわち、高速性と更新容易性を備え、アルゴリズムの種類や記述された言語に関わらず解析を実行できる構成とする。その上で、解析プロセスやデータの共有範囲を設定可能とし、WPSにはない特長を実現する。

3. 2. 内部構成

本システムの内部構成を図1に示す。中山ほか(2011)によるOCSを基盤とし、新たに解析モジュール群(図1のProcessing Modules)および解析プロセス(図1のprocesses)が付加され、解析機能を担う。CMS上のモジュールとして解析PF機能を実装することで、異なるサーバ上でのインストールや機能の有効化を容易にしている。クライアント側は、一般的なWebブラウザを用いてサーバにアクセスし、CMSが生成したWebページを閲覧し、その機能を利用する。プロセスはサーバに存在するため、WPSと同等の更新容易性が実現されている。

なお、解析プロセスやGeoServerなどは、物理的に同一なサーバ上に存在する必要はなく、この機能を利用することが出来れば十分である。多くの計算量を要する解析プロセスは、さらにリモートサーバにおいて分散処理する等、WPSと同様の手法により高速化を図ることが可能である。

さらに、データベース(以下DB)上に解析プロセスを管理するプロセステーブル(以下Pテーブル)、レイヤを管理するレイヤテーブル(以下Lテ

図1 提案システムの構成

ブル)、登録ユーザを管理するユーザテーブル(以下Uテーブル)を持つ。Pテーブルは、プロセス名や実行パス等の基本情報に加え、入出力レイヤとフィールド、パラメタ名や値の型に関する情報を持つ。なおユーザ管理はCMSが持つ基本的な機能の一つであり、個々の解析プロセスやレイヤをユーザと紐付けて管理することで、共有範囲を任意に設定可能とする。

3. 3. 解析モジュール群

解析モジュール群はPHPにより記述され、解析プロセス管理を行うプロセスモジュールと、入出力レイヤ管理を行うレイヤモジュールの二つから成る。これらはPテーブルとLテーブルを利用し、ユーザが解析プロセスの追加、実行やレイヤ閲覧を行うためのWebページを生成する。ここでは一例として、解析プロセス追加および実行時の各構成要素の動作を示すコミュニケーション図を、図2, 3に示す。解析プロセス追加の際、ユーザは予め解析プロセスのコンパイル等を行い、これをCMS側から実行可能としておく。プロセスモジュールは、プロセス情報

図2 解析プロセス追加時の各構成要素の動作

図3 解析プロセス実行時の各構成要素の動作

を入力するためのインタフェースを生成し、入力された情報をPテーブルに登録する。実行時には、当該ユーザが利用可能な解析プロセスやレイヤのリストをPテーブル、Lテーブルから生成し、ユーザに提示する。ユーザが実行したい解析プロセス、レイヤおよびパラメタを指定すると、プロセスモジュールは入力された値を受け渡して解析プロセスを起動、実行結果をLテーブルに保存する。

4. 試験的実装と利用手順

本システムを試験的に実装し、動作検証を行った。本節では、試験システムのユーザインタフェースを用いて利用時のシーケンスを示し、考察を述べる。

4. 1. 検証時の解析プロセス

本検証では、アクセスネットワーク設計問題(Nakayama, 2012)を事例として取り上げた。以下にその概略を記述する。マスユーザ向けFTTH(Fiber To The Home)アクセスネットワークにおいて、加入者宅で終端された回線は、近隣の回線収容

局(以下局舎)に収容され、NGN(Next Generation Network)やインターネットに接続する。人口減少下でのネットワーク効率化手法の一つとして、局舎の統合が挙げられる。ただし、統合可能な局舎の組み合わせは無数に存在するため、加入者と局舎の分布に基づき、効率的に統合を実施するための手法が重要となる。

この手法では、入力レイヤとして局舎(ポイントデータ)と局間リンク(ラインデータ)を用い、局舎の加入者収容数に基づいて収容効率を最大化する構成を探索し、結果として残存局舎(ポイントデータ)と統合リンク(ラインデータ)を出力する。

4. 2. 利用時のシーケンス

ユーザからの解析PF機能利用時のシーケンスは、全体として大きく入力、解析、出力の3ステップに分かれる。ステップを三段階とすることで、解析プロセスおよびレイヤの管理と利用とを明確に分けることができ、解析プロセスやレイヤ毎にそれぞれユーザ間での共有設定が可能となる。また、解析プロセスやその実行結果を利用するだけのユーザにとっては、より少ない手順で簡易に利用可能となる。

4. 2. 1. 入力ステップ

入力ステップには、解析プロセス追加とレイヤ追加の二つのシーケンスが存在する。試験システムにおける、解析プロセス追加時のインタフェースを図4に示す。ユーザは予めサーバで解析プロセスを実行可能にした上で、プロセス管理ページにアクセスし、基本情報や共有範囲を指定して解析プロセスをPテーブルに登録する。レイヤ追加時、ユーザは、レイヤモジュールにより生成されるレイヤ管理ページにアクセスし、共有するユーザを選択してLテーブルにレイヤを登録する。ファイル形式はシェーブファイルに対応し、自動的に変換され保存される。

4. 2. 2. 解析ステップ

解析ステップにおける、解析実行時のインタフェースを図5に示す。ユーザが選択した解析プロセスに応じ、当該ユーザから利用可能なレイヤリ

ストがLテーブルから生成され、パラメタ用の入力フォームとともに表示される。プロセスモジュールは指定された値を解析プロセスに受け渡しして実行し、結果は出力レイヤとしてLテーブルに保存される。

4. 2. 3. 出力ステップ

ユーザがレイヤ管理ページにアクセスすると、レイヤモジュールはLテーブルから当該ユーザから利用可能なレイヤリストを生成し、一覧表示する。ユーザは出力するレイヤと出力形式を選択する。出力形式として、WMS (Web Map Service) による画像出力と、CSV, KML, シェープファイルでの出力に対応している。ファイル出力に際し、PostGISの関数やpgsql2shpツールを用いている。WMS出力時のインタフェース例を図6に示す。

4. 3. 考察

試験システムでは、PostGIS関数を利用しバッファ生成等の基本的な解析プロセスを実装し、検証を行った。結果として、Webブラウザのみを用いCMSによって生成されたフォームに従って解析プロセスやレイヤを選択し、解析を実行できることが確認された。また様々な解析プロセスを追加し、任意のユーザと共有可能である。解析プロセスをアップデートする際には、サーバ上のプログラムを更新するだけで良く、更新容易性が担保されている。

ただし、本システムはラスタ解析を実行できず、特定のOSやCMSに依拠するという課題がある。動作環境に制約がある場合には、WPS等の解析手段が有効と考えられる。また、解析プロセスの実装に際して、DBに対する値の受け渡し方を予め定めておく必要がある。

以上より得られた、本システムとWPSの特性比較を表1に示す。本システムにより、WPSと同等の高速性および更新容易性を持った解析PFが実現された。CMS活用により、Webブラウザのみで様々な解析プロセスが利用可能となり、OCSの運用簡易性が継承された。また解析プロセスやレイヤの共有範囲を自由に設定でき、より柔軟な運用が可能と

図4 解析プロセス追加時のインタフェース例

図5 解析実行時のインタフェース例

図6 レイヤ出力時のインタフェース例

なった。一方で本システムには、特定のOSやCMSに依拠して動作するという制約が存在する。

表1 本システムと WPS の比較

	本システム	WPS
解析プロセスのプラットフォーム機能	○	○
高速性、更新容易性	○	○
オープン性	△ (OSSを利用するが、特定のOS, CMSに依拠)	○
プロセス、レイヤ共有範囲設定	○ (CMSを利用)	×
運用簡易性	○ (Webブラウザのみで利用)	× (XML解析可能なクライアントアプリケーションが必須)

5. おわりに

本稿では、各種解析プロセスの共有や利用を簡易に実現するため、FOSS4Gを基盤とし解析プラットフォーム機能を備えたWeb-GISを提案した。ユーザはCMSによって生成されたWebページを通して解析プロセスの管理や実行が可能であり、OCSの運用簡易性が継承されている。またWPSと同等の高速性や更新容易性を持ち、アルゴリズムの種類や記述された言語に関わらず解析を実行できる。同時にCMSの特性により、解析プロセスやデータの共有や公開に関する設定も簡易に行うことが可能である。

一方で、今後の活用に向けては、基本的な解析プロセスの網羅的な実装が重要と考えられる。また入力レイヤとして利用できるファイルの種類が限られている点や、特定のOS、CMSに依拠して動作する点等が課題である。

謝辞

本研究を進めるにあたり、特定非営利活動法人オープンコンシェルジュの皆様には、多くの示唆を頂きました。記して感謝します。またOSGeo財団、OSGeo財団日本支部をはじめ、オープンソースソフトウェアの開発や普及、ローカライズ等に取り組まれている皆様に感謝いたします。

参考文献

杉浦史門・中村和彦・齋藤仁・森聡・福本壘・中山

かなえ・中山悠 (2011) 現地調査支援システムにおける複数人同時調査を想定した即時経路探索機能の開発. 「第10回情報科学技術フォーラム」, 43-48.

中村和彦・福本壘・杉浦史門・中山かなえ・齋藤仁・古橋大地・武正憲・斎藤馨・中山悠 (2010) 上信越高原国立公園鹿沢園地におけるFOSS4Gの活用－Open Cafe Systemを用いた国立公園の利用と管理－. 「地理情報システム学会講演論文集」, 19, 4B-1.

中山悠・中村和彦・齋藤仁・福本壘 (2011) Open Cafe System: 自然環境分野におけるFOSS4Gパッケージの開発と適用. 「GIS－理論と応用」, 19, 1, 17-23.

鍵田亨 (2010) RによるGISデータの利用について. 「NUCB journal of economics and information science」, 54, 2, 241-248.

Baumann, P. (2010) The OGC web coverage processing service (WCPS) standard. *Geoinformatica*, 14, 447-479.

Bivand, R. (2006) Implementing spatial data analysis software tools in R. *Geographical Analysis*, 38, 1, 23-40.

Bivand, R., Pebesma, E.J. and Gomez-Rubio, V. (2008) *Applied spatial data analysis with R*. Springer Verlag.

Browning, P. and Lowndes, M. (2001) JISC TechWatch report: content management systems, *TSW 01-02*, 1-25.

Cepicky, J. (2006) Grass goes web: PyWPS. *Free and Open Source Software for Geoinformatics*, Lausanne, Switzerland.

Foerster, T. and Stoter, J. (2006) Establishing an OGC web processing service for generalization processes. *Workshop of the ICA Commission on Map Generalisation and Multiple Representation*.

Foerster, T., Schaeffer, B., Brauner, J. and Jirka, S. (2009) Integrating OGC web processing services into geospatial mass-market applications. *GEOWS '09. International Conference on Advanced Geographic Information Systems & Web Services*, 98-103.

- Michaelis, C.D. and Ames, D.P. (2007) Evaluation of the OGC web processing service for use in a client-side GIS. *OSGeo Journal*, **1**, 1-9.
- Michaelis, C.D. and Ames, D.P. (2009) Evaluation and implementation of the OGC web processing service for use in client-side GIS. *Geoinformatica*, **13**, 109-120.
- Nakayama, Y. (2012) Dynamic Access Network Reorganization for the Depopulation Age. *IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics*, Seoul, Korea, 941-946.
- Sanz, J. and Montesinos, M. (2009) Current panorama of the FOSS4G ecosystem. *The European Journal for the Informatics*, **X**, 43-51.
- Schaeffer, B. and Foerster, T. (2007) Bringing the web processing service to a new stage: new 52 North WPS features. *Free and Open Source Software for Geoinformatics*, Victoria, Canada.
- Schaeffer, B. (2008) Towards a transactional web processing service. *Proceedings of the GI-Days*.
- Schut, P. (2007) OpenGIS web processing service 1.0.0. Open Geospatial Consortium Inc.
- Steiniger, S. and Bocher, E. (2009) An overview on current free and open source desktop GIS developments. *International Journal of Geographical Information Science*, **23**, 1345-1370.
- (2012年8月6日原稿受理, 2012年10月3日採用決定, 2012年11月9日デジタルライブラリ掲載)