

FreeSAT: WEB 上の無料ツールを探す空間解析クリアリングハウス

伊藤史子 (新潟大学経済学部)

岡部篤行 (東京大学), 増山篤 (明海大学)

Fumiko ITO (Niigata Univ.), Atsuyuki Okabe(Univ. of Tokyo), Atsushi MASUYAMA (Meikai Univ.)

キーワード: 空間解析, クリアリングハウス, インターネット, GIS

Keywords: Spatial Analysis, clearing house, internet, GIS

1. はじめに

近年の地理情報システム(以下 GIS)の発達により空間解析の需要がいつそう高まっている。たとえば、地理学、環境分析、考古学、経営戦略など、さまざまな分野で空間データが用いられ、その図化により見出された仮説を検証する空間解析の重要性が増している。これらの需要にあわせて数多くの空間解析ソフトウェアが開発されており、そのうちのかかなりの数がインターネット上で入手可能な形で公開されている。しかしながら、これらの無料ツールは Web 上に散在しており、系統立てて簡単に探し出す仕組みはまだない。したがって、ある空間解析を手がけているときに適切なツールを探し出すのは困難なのが現状である。すなわち、優秀な無料ツールが多々存在しているのに活かされていないという大変残念な状況にある(Ito and Okabe, 2003)。そこで、我々はこの困難を乗り越えるしくみを作ることを目指し、FreeSAT という Web クリアリングハウスを作成した。本稿で紹介する FreeSAT は、空間解析のための無料ツールを Web 上から探すクリアリングハウスの基本版となるものであり、空間解析で対象としているオブジェクトの種類から空間解析の手法へ、さらにその手法が分析できる無料の空間解析ツールへと順にたどっていくことにより、適切なツールを入手できる仕組みを提供するものである。

2. 空間解析クリアリングハウスの構成

2.1 空間解析手法の分類

空間解析で分析の対象とするオブジェクトは、点群、ネットワーク、属性付セル、連続面の四つのタイプに分類することができる(図1)。そこで、これらオブジェクトのタイプ別に空間解析の手法を以下の四つの手法群に分類した。

- Analysis for points (点群分析)
- Analysis for networks (ネットワーク分析)
- Analysis for attribute values of areas (属性付セル分析)
- Analysis for a continuous surface (連続面分析)

四つの手法群にはそれぞれ数種類の手法が含まれている。表1には上記の各手法群とそれぞれに含まれる個々の手法がリストアップされている。手法群ごとに中身を試みよう。

最初の手法群である「点群分析」は、さらに三つの小手法群に分けられる。一つ目は点密度分析である。二つ目は点群の集塊性の検定であり、方格法、最近隣法、リブリーの K 関数と L 関数を含む。三つ目はクラスタリングであり、空間クラスタリング、時空間クラスタリングなどの手法を含む。

第二の手法群は「ネットワーク分析」である。トポロジー分析と、ネットワーク最適化がこれに含まれる小手法群である。ネットワーク最適化は最短路問題と最大流問題に細分類される。

第三の手法群は「属性付セルの分析」であり、「グローバル分析」「ローカル分析」の二つのサブ手法群を有する。グローバル分析には、ジョインカウント統計量、空間自己相関分析(Moran's I, Geary's C, Getis-Ord's G(d))などの手法が含まれる。ローカル分析には、ホットスポット検出、ローカル空間自己相関分析などの手法が含まれる。

第四の手法群は「連続面分析」であり、二つの小手法群に分けられる。一つ目の小手法群は面推定であり、スプライン補間法、クリギング法、傾向面分析などの手法が含まれる。二つ目の小手法群は面ネットワーク分析である。

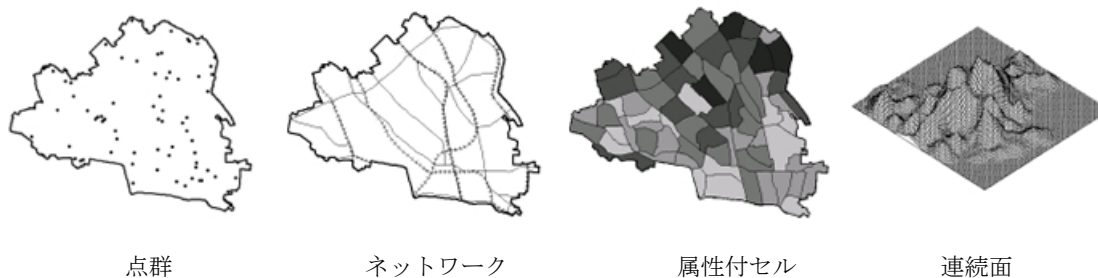


図1 空間解析における分析対象オブジェクトの種類

表1 空間解析手法の4分類

(1) Analysis for points

Point density estimation	
Tests for clustered/random/regular	Quadrat method
	Nearest neighbor distance method
	Ripley's K-function, L- function
Detection of clusters	Detection of spatial clusters
	Detection of spatio-temporal clusters

(2) Analysis for networks

Topological analysis (connectivity indices, accessibility indices)	
Network optimization	Shortest path tree problem
	maximum flow problem

(3) Analysis for attribute values of areas

Global spatial analysis	Join count statistics
	Autocorrelation indices (I, c, G(d))
Local spatial analysis	'Hot spots' detection
	Local spatial autocorrelation

(4) Analysis for a continuous surface

Estimation of a surface	Spline interpolation
	Kriging method
	Trend surface
Surface network analysis	

2.2 ソフトウェアパッケージ

前節で挙げた分析手法を提供するソフトウェアパッケージは数多く存在する。その中から、われわれは以下の2条件に合うものを検索抽出した。

- 条件1: 大学等での研究目的使用は無料である
- 2: インターネット上から入手できる

検索の結果、50以上のソフトウェアパッケージが発見された。なお、これは2003年3月時点の数なので、現在はさらに増えていると思われる。ここでは、一般の検索エンジンにより検索されたものについて、それぞれのパッケージのサイトにアクセスし、サイト上の説明文や、提供されているマニュアル類(多くはpdf提供されており、中には100頁以上の大作もある)を入手し、それらの記述をすべてチェックして利用可能な分析手法をひとつひとつ確認して

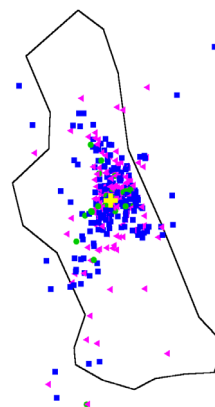


図2 点データの例(フィットネスクラブ来訪者)

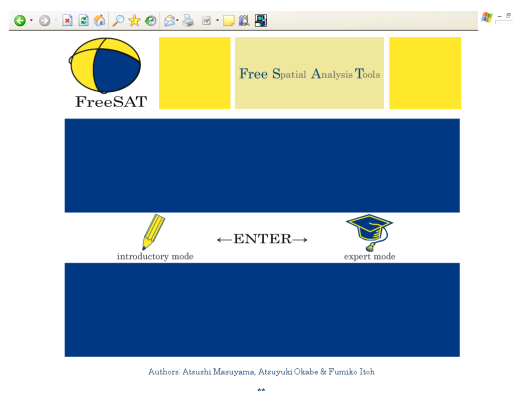


図3 FFreeSAT のメイン頁

条件に合うものを抽出するという方法をとった。

このようにして、上記二条件を満たし前節の手法を含むソフトウェアパッケージをリストアップしたものが本稿末尾の付表1~4である。各表の上端行は分析手法を表し、左端列はソフトウェアパッケージの名称一覧となっている。点分布分析の表(付表1)を例としてみてみよう。たとえば最近隣距離法を含むソフトウェアは、表より CrimeStat, FRAGSTAT, GMT, ..., Splancs が該当することがわかる。

2.3 サイトの構成

前記の分類をふまえて、空間解析クリアリングハウスの初期バージョンであるサイトを構築した。サイトの構成は以下のようにになっている。メイン頁で上級モードか入門モードを選択する。上級・入門の各 index 頁からオブジェクト種の頁へ、オブジェクト種から空間解析手法の頁へ、空間解析手法からソフトウェアの頁へと進む構成となっている。入門モードの頁では、初級者が次のステップを選択する際の助けとなるように、各項目に簡単な解説がついている。

3.FreeSAT の利用法

FreeSAT の使い方を説明するため、実際にある空間データについて分析している場合を想定して、順に当サイト内をたどってみよう。たとえば、図2に点群で示したあるフィットネスクラブ来訪者の居住地について、空間解析の初心者が居住地密度を分析したいと思っているとする。この初心者は、図2のような空間データの図化まではできるが、空間解析についてはまだあまり理解しておらず、分析手法名などを知らない想定する。

まず FreeSAT のサイト、

<http://ua.t.u-tokyo.ac.jp/okabelab/SAtools/>

にアクセスすると図3のような頁が現れる。入門モード(Introductory mode)と上級モード(Expert mode)があるので前者を選択すると、入門モードのメイン頁(図4)へ進む。図4に示したように、分析するオブジェクトごとに簡単な説明があるので、点オブジェクトの”POINTS”を選択すると、点分析の頁に進む(図5)。この頁によると、点分析には大きく3種類があるが、それぞれの解説を読むと、来訪者居住地密度の分析をするためには、一番左の”Point density estimation”を選べばよいことがわかる。これを選択すると、この手法を含むフリーソフトウェアのリストをみることができる(図6)。一番上の ANTELOPE を選ぶと、ソフトウェア情報の頁に進み(図7)、ANTELOPE の作者が J. Bradbury & S. Vehrencamp の2名であること、プラットフォームが Mac であること、および URL の3種の情報が得られる。

ここから当サイトの外へ進むことになる。記載の URL は、作者によるソフトウェア頁にリンクしており、その頁に移って詳しい説明マニュアルやソフトウェア本体をダウンロードすると、さっそく点密度分析を開始することができる。

4.当サイトの特徴

当サイトの特徴を、他の空間解析検索サイトと比較してみよう。空間解析に関する検索サイトとしては、

- <http://csiss.org/>
- <http://www.freegis.org/>

などが代表的である。

CSISS のサイトは、空間解析全般に関する強力な検索エンジンを搭載したサイトである。FREEGIS のサイトは、空間に関連するデータやツール全般(例えばデータ視覚化ツールなど)を扱うサイトである。

ここでは CSISS サイトをのぞいてみよう。このサイトは、

* Search for Spatial Resources on the Internet

(空間データや空間分析に関連するサイトの検索)

* Search the Site

(CSISS サイト内にある関連文献の検索)

* Search Social Science Data Archives

(社会科学関連の空間データの検索)

* Spatial Tools Search Engine(空間解析ツールの検索)

* Literature Search of Spatial Analysis in the Social

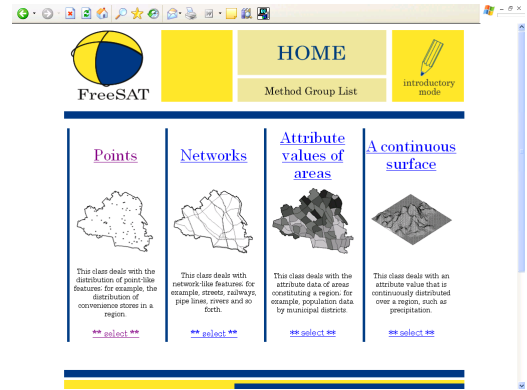


図4 入門モードのメイン頁

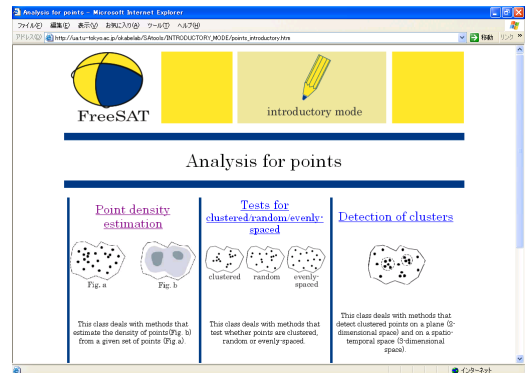


図5 点分析の頁

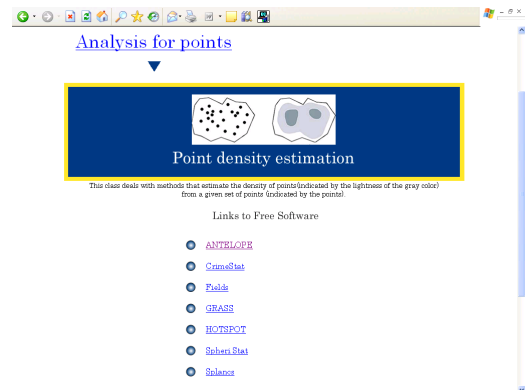


図6 点密度分析の頁

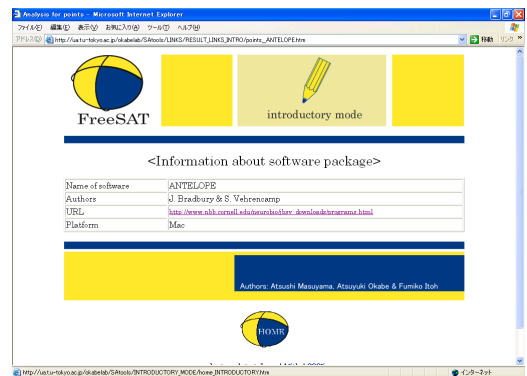


図7 ソフトウェア情報の頁(ANTELOPE)

sciences(社会科学分野の文献検索)

の5つの機能をもつリンクから成っている。いずれも検索操作により大変多くのサイトがリストされるため、空間解析全般について情報を得たい場合には、このサイトは大変有用である。

われわれの空間解析ツールクリアリングハウスとの比較のため、4つ目の空間解析ツール検索リンクへ入ってみよう。この”Search Spatial Tools”頁では、検索ウインドウにソフトウェア名か分析手法名を入れて検索する仕組みになっている。たとえば **Kriging** と入力すると約 200 の関連サイトリストが出てくる。これらは以下の3つに大別される。

(1) 手法説明サイトへのリンク

例 : http://www.cee.ve.edu/program_areas/environmental/teach/smprimer/kriging/

ここに例示したサイトでは、手法の背景、位置づけ、実際の分析例を詳しく書いてあるが、ここからソフトウェアを入手することはできない。

(2) 検索サイトへのリンク

例 : [http://www.ai-geostats.org/software/](http://www.ai-geostats.org/software/Geostats_software/KRIGING_C_CODE.htm)

[Geostats_software/KRIGING_C_CODE.htm](http://www.ai-geostats.org/software/Geostats_software/KRIGING_C_CODE.htm)

このサイトは手法・ソフトなどの検索サイトである。手法名がわかっているだけでソフトウェアの情報が詳細に入手できる良いサイトである。われわれのサイトを作る際にも大変参考になった。CSISS で **kriging** を検索した結果出てきたリストの最初の10件のうち5件は、このサイトへのリンクであった。つまり、CSISS の検索サイトから他の検索サイトへのリンクが張られていることになる。

(3) ソフトウェアサイトへのリンク

例 : <http://www.usyd.edu.au/su/agric/acpa/vesper/vesper.html>

これは **VESPER** というソフトウェアの作者による頁へのリンクであり、この頁から当該ソフトのダウンロードが可能である。

以上のように、CSISS の空間検索ツールクリアリングハウス頁では、手法名を検索ウインドウに入れると、手法説明サイトへのリンク、検索サイトへのリンク、ソフトウェアサイトへのリンクの3種が同列に混ざった状態でリストアップされる。手法名ではなく分析したいオブジェクトの状態から手法を探そうとした場合を想定して、検索ウインドウに”Point with Attribute”と入力してみたところ、上記3種に加えてインターネット上で閲覧できる論文なども追加され、計4種のサイトが大量にリストアップされた。

このように、CSISS サーチエンジンの特徴は得られる情報の多さであり、関連のあるサイトを幅広く抽出している。たどって見ていくだけでも大量の情報が入手でき、とても勉強になる。一方、前述のように情報の種類が混在したままリストアップされるので、手法について理解している上級者でないと、短時間で目的に合った手法やソフトのウェブサイトへ到達することは難しい。また、ある空間分析を行う際に、分析対象オブジェクトのみがわかっている

ような手法を用いればよいかわからない場合には、検索結果の論文類を片端から読み勉強しなければならない。

以上より、われわれのサイトの利点は、以下の三点と考えられる。

- 分析対象が定まっているとき、それに合わせた分析手法の選択からソフトウェアダウンロードサイトへのアクセスまで、一連の作業が可能である。
- 最終的にリストアップされるソフトウェアはすべて無料であり、ダウンロードして気軽に試すことができる。
- 分析対象のオブジェクト種を手掛りとして手法選択からソフトウェア選択へと向かう検索作業の過程で、他種他レベルの情報が混在しないため、シンプルで判りやすい。

5. おわりに

本稿では、筆者らが作成した空間解析クリアリングハウス”FreeSAT”を紹介した。FreeSAT は、空間解析を行うための一連の手法検索とソフトウェア入手作業をシンプルでわかりやすく提供するサイトである。利用の際には、1: 分析対象にあわせて4つのオブジェクトタイプから空間解析手法群を選択、2: 手法群の中から解析手法を選ぶ、3: その手法を含むソフトウェアを選択、4: ソフトウェア情報を確認、のステップを経てソフトウェアの作者による頁にアクセスしてソフトウェアをダウンロードすることになる。ここでリストアップされるソフトウェアは、すべてアカデミックフリー、かつ、インターネット上から入手できるものに限っているため、ダウンロードして気軽に試すことができる。

今後の課題としては、サイトのアップデートに際して、新手法や新ソフトウェアをもれなく効率的に発見し取り込んでいく仕組みの開発が不可欠である。また、サイトの改良点としては、ソフトウェアの利用者による使用感の表示システムの追加などが考えられる。

ぜひ当クリアリングハウス、

<http://ua/t/u-tokyo.ac.jp/okabelab/SAtools>

を実際に使っていただき、リストされたソフトの使用感やサイトの改善点のご助言などを戴ければ幸いです。

謝辞

本稿は2005年3月CSISで行われた「GISツール」シンポジウムで発表した内容をまとめたものである。6月のサイト改訂にともない本稿では改訂版に合わせた内容で執筆した。シンポジウムで助言をいただいた諸氏に感謝します。ホームページの改訂作業にご協力いただいた小林哲郎氏と原田芳樹氏に感謝します。

参考文献

- Ito, F. and Okabe, A. (2003) "A web system for finding free software packages of spatial analysis." Paper presented at the 99th Annual Meeting of the Association of American Geographers, in New Orleans, LA.

付表1 ソフトウェアと空間解析手法の対応表-1(点分析)

software method	Analysis for points					
	Point density estimation	Tests for clustered/random/regular			Detection of clusters	
		Quadrat method	Nearest neighbor distance method	Ripley's K-function, L- function	Detection of spatial clusters	Detection of spatio-temporal clusters
ANTELOPE		-	-	-	-	-
Cluster	-	-	-	-		
Clustering Calculator	-	-	-	-		-
CrimeStat		-				-
Field		-	-	-	-	-
FRAGSTATS	-	-		-	-	-
GMT	-	-		-	-	-
GRASS		-	-	-	-	-
HOTSPOT		-	-	-	-	-
MOVEMENT	-	-		-	-	-
NEM	-	-	-	-		-
Pointstat	-	-		-	-	-
Potemkin	-	-	-		-	-
PPA	-	-			-	
R Package	-	-	-	-		-
S+Modern Applied Statistics	-	-	-		-	-
SADA	-	-		-	-	-
Spatial Statistics Toolbox	-	-		-	-	-
SPATSTAT	-	-			-	-
Spheri Stat		-	-	-	-	-
Splancs		-			-	-

付表2 ソフトウェアと空間解析手法の対応表-2 (ネットワーク分析)

software method	Analysis for network		
	Topological analysis (connectivity indices, accessibility indices)	Network optimization	
		Shortest path tree problem	maximum flow problem
Flowmap	-		-
PAJEK			
UCINET	-		
Agna	-		-
Graphplot	-		
JUNG	-		-
KeyPlayer	-		-
STRUCTURE	-		-
Sparse Matrix Package	-		-

付表3 ソフトウェアと空間解析手法の対応表-3 (属性付セル分析)

software method	Analysis for attribute values of areas			
	Global spatial analysis		Local spatial analysis	
	Join count statistics	Autocorrelation indices (I, c, G(d))	'Hot spots' detection	Local spatial autocorrelation
ADE4	-		-	-
ANTELOPE	-		-	-
Cluster	-		-	-
CrimeStat	-		-	-
Geo DA	-		-	
Pointstat	-		-	-
PPA			-	-
PSAwinD	-		-	-
R Package	-		-	-
SaT Scan	-	-		-
Spatial Statistics Toolbox	-		-	-
SPDEP	-		-	

付表4 ソフトウェアと空間解析手法の対応表-4 (連続面分析)

software method	Analysis for a continuous surface			
	Estimation of a surface			Surface network analysis
	Spline interpolation	Kriging method	Trend surface	
Agromet	-		-	-
akima		-	-	-
Biotas			-	-
BMElib	-		-	-
DACE	-		-	-
Datamine	-		-	-
Easy Krig	-		-	-
EXPLOSTAT	-		-	-
Field			-	-
Fragstats	-		-	-
FSS Tools	-		-	-
FUNFITS	-		-	-
GeoPack	-		-	-
geoRglm	-		-	-
GeoS & GeoR	-		-	-
Geostatistical Toolbox	-		-	-
Geostatistics Analyzer	-		-	-
Geostokos Toolkit	-			-
GMS	-		-	-
GMT			-	-
GridStat	-		-	-
GSLIB	-		-	-
GSTAT	-			-
Gviz	-		-	-

付表4 つづき

Kriging Interpolation	-		-	-
Kriging with Arc View	-		-	-
LandSerf	-	-	-	
PC Raster 1	-		-	-
S+Geostats	-		-	-
S+Modern Applied Statistics	-			-
S+Robust Variogram	-		-	-
SADA	-		-	-
SAGA GIS	-		-	-
samt	-		-	-
sgeostat	-		-	-
SGS	-			-
SpaceStatPack	-		-	-
Spatial Functions for kriging and point pattern analysis for R and SPlus	-		-	-
SPATSTAT	-	-		-
Spherekit			-	-
SPRING	-		-	-
STARS	-		-	-
SurGe	-		-	-
TNTlite	-		-	-
UNCERT	-			-
VARIOWIN	-		-	-
Vesper	-	-		-