

視点高度をキーとした空間データの管理・表示方法

星野 真一 木村 典嗣 堀越 力 井上 潮

株式会社 NTT データ 技術開発本部

〒104-0033 東京都中央区新川 1-21-2 茅場町タワー

E-mail: {hoshinosni, kimuran, horikoshit, inoueu}@nttdata.co.jp

あらまし 空間データを用いたビジネス市場の拡大や流通量増加に伴い、ユーザにわかりやすいインターフェースを備えた管理システムの重要性が増すと考えられる。そこで我々はわかり易いインターフェースを備えた視覚的な空間データ統合管理システムの開発を行っている。本システムは仮想的な地球上で縮尺・空間解像度を視点高度と対応付けることで階層的に空間データを管理する。本稿では、直感的にポイントデータの位置関係を容易に把握することを目的として、ポイントデータの視認性と網羅性を確保するために位置情報をクラスター分析の手法を用いて要約を作成し、視点高度にあわせて階層的に管理・表示する方法について示す。

キーワード ユーザインターフェース, 空間 DB, GIS, 情報統合

The management / display method of the spatial-data using the “altitude of viewpoint”

Shinichi HOSHINO Noritsugu KIMURA Tsutomu HORIKOSHI Ushio INOUE

NTT DATA CORPORATION Research and Development Headquarters

Kayabacho Tower Bldg., 21-2, Shinkawa 1-chome, Chuo-ku, Tokyo 104-0033, Japan

E-mail: {hoshinosni, kimuran, horikoshit, inoueu}@nttdata.co.jp

Abstract In recent years, the spatial-data has a wide variety of data types and the amount of the data distribution is increasing every year. Therefore, the importance of the management system with a user-friendly interface is increasing as a platform of spatial data in future. Then, we are developing the visual & integrated spatial data management system "EARTHFOUNDER." This system manages spatial data hierarchically and the scale of a map is matched with the “altitude of viewpoint” on the virtual earth. This paper indicates that a conventional clustering method is convenient to summarize the spatial data, and present a new hierarchical data structure, in order to visibility and comprehensibility for the purpose of grasp of intuitive spatial data.

Moreover, the result mounted in the system about point data is shown.

Keyword User Interface, Spatial DB, GIS, Information Fusion

1. はじめに

近年、様々な地球観測衛星により、数多くの地球観測データが取得され続けている。しかし、これらの地球観測データは、種類や形式が多様なために有益なデータの多くが使用されないままになっている[1]。このような背景から、地球観測データを対象に、一元的な管理と、ネットワーク経由で自由に閲覧、取得可能なデジタルアースの研究が進められてきた。[2][3][4]。

一方で、GIS の分野ではインターネットを利用した地図検索サービスや、カーナビゲーションシステムの普及といったように地理情報が広く一般に流通するようになり、ビジネスとしての市場も拡大している。

これらの地球観測データのアーカイブや GIS で利用されている地理情報は、地表のある特定の場所と関連付けられるデータ(空間データ)として捉えた場合、両者を別々に扱うのではなく、統合的に扱うことで従来専門家の間だけで利用されてきた地球環境データに対して新たな付加価値の創出や、データの再利用促進といった効果が期待できる。

またビジネス市場の拡大といった観点からも、今後、誰にでも使いやすい、様々な空間データを統合的に扱うことのできるプラットフォームとしての管理・検索システムの重要性が増している。

本稿では地球規模から都市レベルまでの様々な空間データを統合的に扱うことのできる空間データ管理システムとして、視点の高度に応じた空間データの管理・表示方法の提案を行い、その適用例としてポイントデータについてシステムを実装した。

2. 空間データ管理システムの現状と問題点

誰にでも使いやすい、空間データの管理・検索システムでは、ユーザが求める空間データが、「どこに、どれだけあるのか」といったことが容易に把握可能であることが求められる。そのためには、大量のデータを様々な視点から見やすく(視認性)、データを欠落することなく(網羅性)表示できることが重要である。

従来の GIS ツールでは縮尺によって表示する空間データを区別するため、空間データが重なることなく各縮尺においては視認性が確保されている。しかし、小縮尺では、例えば道路であれば幹線道路はあっても路地は扱っていないように、細かい空間データの存在を把握できない危険性があるなど、網羅性が失われている。また、縮尺毎に独立したデータとして扱うため、マクロな範囲からミクロな範囲に表示を切り替える際に情報が途切れてしまい、縮尺や視点を切り替える必要がある場合には、視認性に問題があった。

一方、縮尺に関係なく区別を行わないですべての空間データを表示して網羅性を確保した場合、適切な縮

尺以外では表示する空間データが重なり合う。そのため空間データのの一つ一つが区別できないだけでなく、大まかな位置関係の把握すらも困難になり、視認性に問題がある。

従来のデジタルアースが表現しているように、画像として表現される地球観測データであれば、画像の解像度を適切な縮尺に対応させて切り替えることで様々な縮尺のデータを自由に表現することができる。しかし画像以外の、例えば画面上で1点のポイントとして表現されるような空間データを視認性と網羅性を確保したまま縮尺に対応させる枠組みはあまり検討されていなかった。

つまり、画像のみならず、点という情報も含めて様々な解像度の様々な空間データの視認性、網羅性を確保することで空間データを直感的・容易な把握に大いに役立てることができ、これまで利用シーンが限定されていた空間データの利用シーンを拡大することができると考えられる。

3. 解決の方針

現在、空間データの流通を促進する為のプラットフォームを目的として我々は全球レベルから都市レベルまでの空間データを統合的に管理するシステム“EARTHFolder”を開発している。[5]

本システムはクライアントサーバ型システムである。ビューワであるクライアントと、異なる機能を持つ3つのサーバからなり、背景となるデータを提供するベースマップサーバ、空間データのメタデータを管理するカタログサーバ、空間データを蓄積する空間データサーバである。本システムでは3種類の空間データを管理することができる。衛星画像・地図画像などの画像データ、ベクトル地図などのベクトルデータ、ある地点の観測結果や地名などのポイントデータである。さらに WEB 情報検索システム GEOLINK[6]と連携する事によって様々な WEB 情報をポイントデータとして登録することができる。(図1)

本システムでは、ユーザが空間データを容易に把握できるように、仮想の「地球儀」をインターフェースに採用している。ユーザは、その地球儀の上を自由に飛び回りながら興味のある位置に移動することで検索を行うことができる。また、ポイントデータの視認性と網羅性を確保するために、ユーザの視点高度に応じて、適切な空間解像度のポイントデータを表示している。ユーザは現在自分が閲覧しているポイントデータの詳細度(空間解像度)を把握し、自由に近づいて詳細を見たり、遠くから大局的な把握を行ったりしながら検索を行うインターフェースが実現されている。

ポイントデータはそのデータの存在位置が重要で

あり、ポイントデータの詳細度は縮尺の大小で表現される。小縮尺では大局的な情報を扱い、大縮尺では詳細な情報を表示できなければならない。つまり、空間データの詳細度と網羅性を確保したまま、縮尺に対応させる為には、空間データをできるだけ情報量を減らすことなく、表示する空間データの数を減らす必要がある。

今回は、ポイントデータの要約を行い、階層構造をもたせることによって各視点高度に縮尺に対応させる方法に着目した。

この場合、画像データであれば、視点高度にあわせて解像度を変化させることで詳細度の違いを表現することが可能である。(図2)

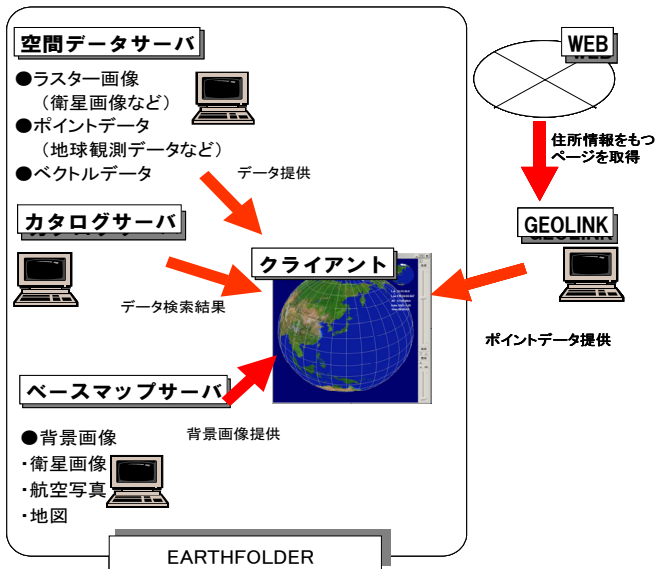


図1 EARTHFOOLDER システム構成図

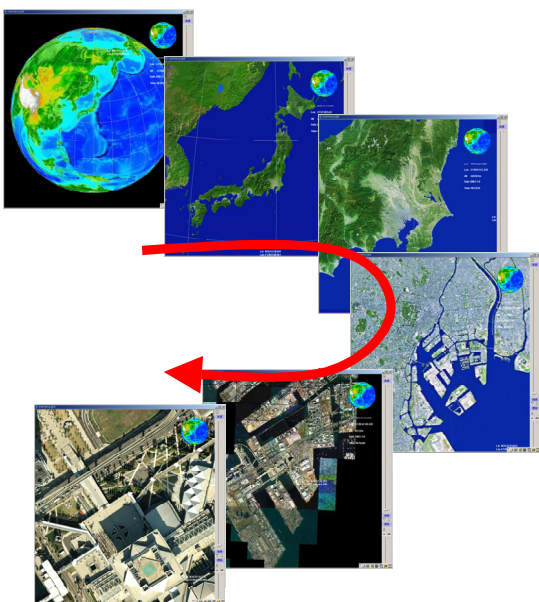


図2 画像データの視点高度ごとの表示
一方で、一点で表されるポイントデータの場合、縮

尺という概念がないが、複数のポイントデータが集合することで「地域」の情報としての大局的な意味を有することになる。つまり、「距離」の近いものをまとめていく事で階層化、すなわち縮尺の変化を表すことが可能である。

4. 空間データの階層化

4.1. ポイントデータの構造

ポイントデータの空間解像度という観点を考慮すると、以下のような2種類のデータが考えられる。

- ・意味的な階層をもつデータ
- ・階層関係が存在せず、各々が独立したデータ

前者は主に人為的な取り決めから考えられた空間データ、たとえば町名→市名→県名→国名といったデータであり、後者は施設情報や何らかの観測データ(アメダス、地震震源地)といった空間データである。

今回は、階層構造を持たないデータを管理・表示することに着目し、位置情報を利用した階層化方法として、クラスター分析の手法を用いた統合・階層化方法を検討した。WEB 情報や施設情報などのデータも住所としての位置情報(緯度・経度)を有しているので、空間データとして扱うことができる。そのため、今回はこれら WEB 情報を対象に具体的な検討を行った。

4.2. 階層化方法の検討

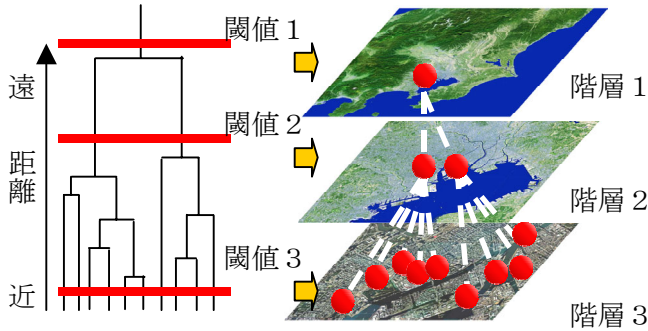
階層化方法としてまず考えられるのは、階層ごとにメッシュで区切り、その中に含まれるデータを統合していく方法である。簡易な方法で適用も容易であるが、どのようなデータに対しても空間的な位置情報でしか対応できない。一方、クラスター分析の手法を用いる階層化方法は、距離の定義を設定することができるため、今後、位置情報だけでなく外部要因にあわせて距離を決定できる点が利点として考えられる。

本稿は、本手法の検討として空間的な位置情報のユークリッド距離を用いてクラスター分析の手法を適用した。クラスター分析での典型的なユークリッド距離の計算方法に最短距離法、最遠距離法、Word 法などいくつかの方法が知られているが、今回はできるだけ各クラスターの空間的な位置関係を維持するために、集中している周辺を統合できること、大きなクラスターよりも近い小さいクラスター同士が統合されることを目的として最遠隣法を採用した。

また、視認性の確保を目的として、今回は、本システムの表示にあわせ、ポイントデータを表すシンボルが各視点高度で重なることが無いように距離の閾値を決定した。(図3)そして、それぞれの距離で統合したクラスターを各階層のポイントデータとしてそれぞれ階層 1~3 のように階層化を行った。各階層における

クラスターはそのクラスターに含まれるポイントデータの重心を位置とした。また、縮尺間の視認性確保の為に、階層間の上下関係をデータに記述する。

各クラスター間の上位、下位を参照できるようにすることでクラスターの概要、あるいは詳細を把握できるデータ構造とした。(図4)



※実際のシステムでは15階層程度

図3 ポイントデータの階層化

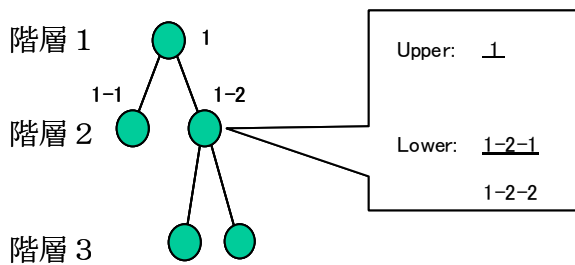


図4 ポイントデータの階層間の表現

以上の階層化方法の手順としては以下のようなになる。

- ①ポイントデータの検索結果を取得
- ②各ポイント間の距離を計算
- ③各クラス間でもっとも距離の遠いポイント間の距離をクラス間の距離とする
- ④クラス間の距離が最小の2つのクラスを統合

①～④を繰り返し、閾値を超えた段階でそれぞれのクラスに含まれるポイントデータの重心を各階層で統合されたポイントデータとし、これを本システムが持つ階層に割り当てることで階層化を行う。

5. システムへの実装

今まで述べた階層化による空間データの管理・検索方法をシステムに実装し、ポイントデータとしてWEBから飲食店情報へのリンク(約2000件)を取得し、本システムに登録した。

本方法を用いないで表示した場合、(図5)各ポイントデータが重なってしまい、背景の画像とアイコンの位置関係が把握し難くなっている。一方、本手法を用

いて階層化した場合、図6に示すように各視点高度にあわせて適切な詳細度のポイントデータを表示しているため、大局的に位置関係を把握することが可能となっている。また、視点高度の高い階層で表されているポイントデータはその下の階層にあるポイントデータを情報として保持しているため、そのポイントデータを選択することにより階層間の関係を確認することができる。

今回の方法を用いて、ポイントデータを階層化することにより、ポイントデータのシンボルを重複せずに、把握しやすい形で表示することが確認できた。

これにより、画像データとポイントデータともに共通のインターフェースで検索・閲覧を行うことが実現できた。

6. おわりに

本稿では、地球をインターフェースとした管理・検索システムにおける、ポイントデータの管理・表示方法について述べた。

ポイントデータを階層化することにより、画像データと同様のインターフェースを用いて容易に検索を行うことができることを確認した。

今後の課題点として以下の点が考えられる。

- ・データの表示方法について

今回はクラスターの情報を図6のようにリストとして表現したが、今後さらに各クラスターの階層化された情報をわかりやすく表示する方法を考えていく必要がある。方法としては、シンボルを立体的に表示する、吹き出しのようにテキストで表示する方法などが考えられる。

- ・複数種別の要約方法について

今回は単一の種別のみクラスタリングを行った。今後は商店と飲食店といったように、複数のポイントデータを同時に表示した際に、例えば「商業地区」や「工業地区」といったようにまとめていく方法の検討が必要である。

- ・位置情報以外の距離について

ポイントデータをより検索しやすくするために、単に位置のみで統合するのではなく、駅・街、といった地理的な要因を加味した意味的な距離の設定方法を検討する必要がある。

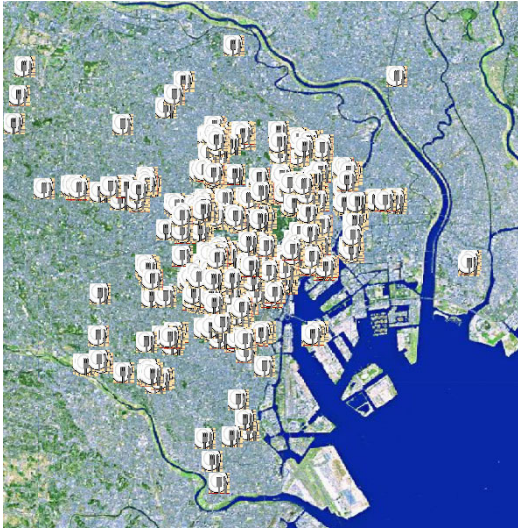


図5 本手法適用前

謝辞

本システムを構築するにあたり、システム構築に協力していただいた株式会社 EXA の浦城康弘氏、山腰洋一郎氏、内山久美子氏に感謝いたします。本研究でベースマップとして使用している衛星画像、航空写真はそれぞれ(株)写真化学、(株)クリアライトジャパン、(株)NTT-MEより提供していただいたものです。

参考文献

- [1] Al Gore, "The Digital Earth: Understanding our planet in the 21st Century", <http://www.digitalearth.gov/speech.html>, 1998.
- [2] USGS Geographic Data Download, <http://edc.usgs.gov/geodata/>
- [3] Earth Observing Science Data and Information System (EOSDIS), http://spsosun.gsfc.nasa.gov/eosinfo/EOSDIS_Site/index.html

視点高度にあった詳細度のポイントデータを表示

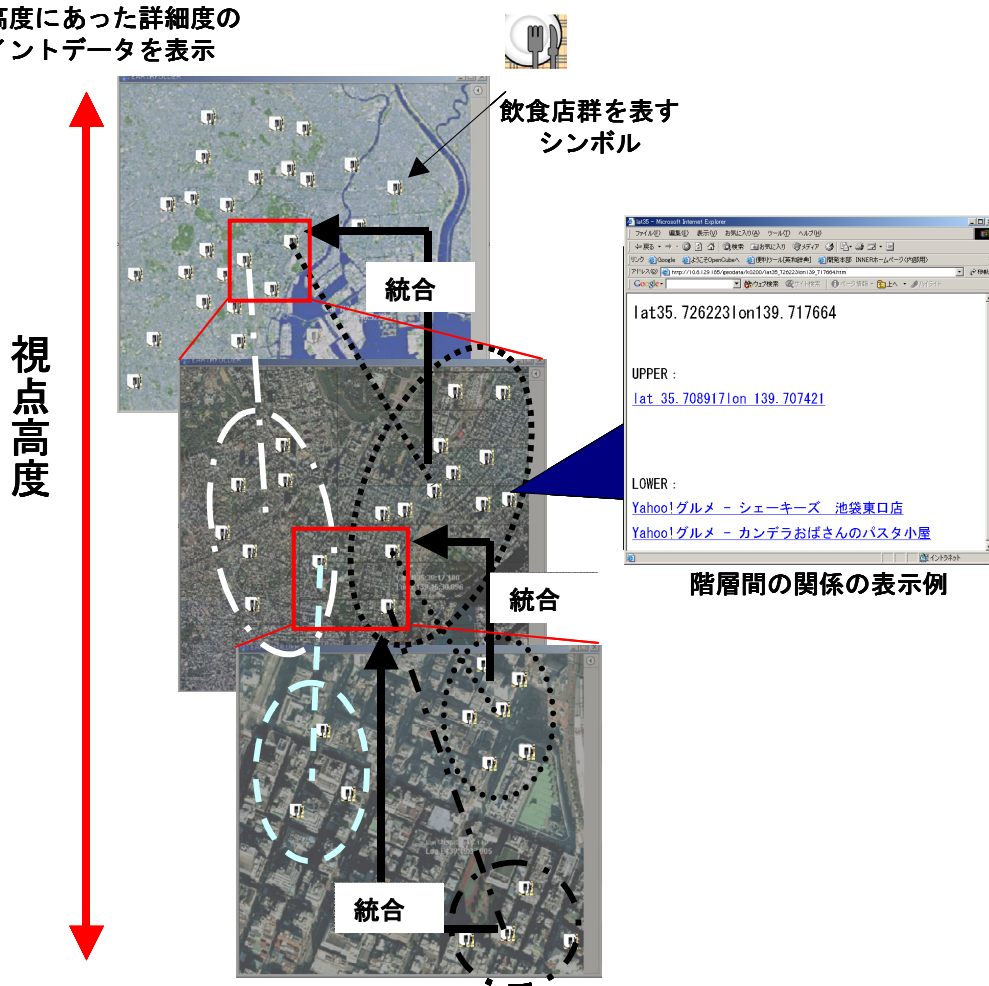


図6 ポイントデータ階層化の実施

[4] 生駒 栄司, 沖 大輔, 喜連川 優, “内容・空間・時間に基づいた地球環境データ検索インターフェースシステムの構築”, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.100 No.31, pp.121-128, 2000.

[5] 吉村 俊哉, 木村 典嗣, 堀越 力, 井上 潮, “統合型空間データベースプロトタイプシステム“, 画像電子学会年次大会 2002 画像電子ミュージアム pp.49-52

[6] 平松 薫, 小林 堅治, Ben Benjamin, 石田 亨, 赤埴 淳一“デジタルシティにおける情報検索のための地図インターフェース“, 情報処理学会論文誌, Vol.41, No.12, pp.3314-3322, Dec.2000.