

分散した地理情報を統合利用する情報ナビゲーションシステム

北角 智 洋[†] 池田 哲 夫[†]
田辺 弘 実[†] 星 隆 司[†]

近年、インターネットの普及により、多種多様なコンテンツがネットワーク上に流通している。コンテンツの増加・充実にともない、ネットワーク上に分散する地図コンテンツや地図以外の情報を自由に組み合わせて活用したいというニーズが大きくなってきている。本稿では、ネットワーク上に分散する複数のデータベースや WWW コンテンツを横断的に検索し、さらに複数の地図コンテンツから地図を選択し、検索された情報を選択された地図上にマッピングする情報ナビゲーションシステムの一実現方式を提案する。本提案は、(1) 地図と情報の自由な組合せを実現するために、ラッパ/メディアエータ構成の採用により地図コンテンツや情報源の異種性を隠蔽することと、(2) 目的とする情報へのナビゲーションを容易にするために、情報を分類した複数のディレクトリ、および、筆者らの提案しているディレクトリ・ビュー機構により効率的な情報の絞り込みを可能とすることとを特徴とする。

An Information Navigation System Utilizing Distributed Geographical Information

TOMOHIRO KITAKAKU,[†] TETSUO IKEDA,[†] HIROMITSU TANABE[†]
and TAKASHI HOSHI[†]

Recently, various kinds of digital contents have been distributed through network with the growth of the Internet. As for geographical information, it becomes more important to utilize existing map contents and other kind of information in a flexible manner. In this paper, we propose an information navigation system, that retrieves spatial information from multiple information sources distributed on the network, such as databases and WWW, and visualize retrieved information on the digital map, which is selected from several map sources. The main features of our system are the following: (1) it overcomes the heterogeneity between information sources with the wrapper/mediator architecture so as to enable flexible combination of maps and spatial information sources, and (2) it provides efficient information filtering by means of multi-dimensional classification directories and the view mechanism applied to directories so as to help navigation to target information.

1. はじめに

近年、社会的インフラとしての IP ネットワークの発展により、さまざまなメディアのデジタルコンテンツがネットワーク上に流通している。膨大な量のコンテンツがネットワーク上に分散している環境でそれらを有効に活用するためには、必要なコンテンツへのナビゲーションをいかに実現するかが重要な課題となる。

効率的な情報ナビゲーションを実現するためには、何らかの観点での情報組織化(情報の整理、分類、構造化)が必要である。筆者らは、位置に基づく情報組織化に着目した。位置に基づく情報組織化は「どこか

へ行って何かをする」という人間の行動と結び付くため有用性が高く、地域情報の共有や観光情報の発信など適用分野も広いと考えられるためである。

位置に基づく情報組織化の対象は、直接または間接的に空間的位置と関連付けられる情報(以下、地理情報)である。ネットワーク上に存在する地理情報としては、データベース化された情報だけでなく、WWW ページ、地図、マルチメディアコンテンツ(たとえば、観光案内ビデオや定点カメラの映像)などがある。

インターネット上の地図情報サービス^{1),2)}は、位置に基づく情報組織化により地理情報へのナビゲーションを実現した例と考えることができる。それら地図情報サービスでは、施設や観光名所などの情報へのハイパーリンクを地図上にマッピングして提示する手法が一般的に利用されている。また、地図表示領域の移動

[†] 日本電信電話株式会社 NTT サイバースペース研究所
NTT Cyber Space Laboratories, NTT Corporation

や拡大・縮小によって、新たな検索条件を与えることを可能としている．このように地図を情報検索のインタフェースとすることは地理情報へのナビゲーションを実現する際に有効であると考えられ、本検討においても情報検索インタフェースとしての地図の利用を前提とした．

従来、地図を利用したシステムを構築する際には、地図コンテンツの入手や保守が障壁となっていた．しかし、近年、ネットワーク上を流通する地図コンテンツが充実してきている．現在すでに容易に入手可能な地図コンテンツとしては、インターネット上の地図情報サービスで提供されている地図画像がある．今後、企業や組織で利用される GIS (Geographical Information System) 向けの地図コンテンツを提供する ASP (Application Service Provider) 的なビジネスも進展していくと予想される．ネットワーク上の地図コンテンツを必要に応じて活用することができれば、地図コンテンツに関する障壁が解決できると考えられる．

以上をふまえ、筆者らは、ネットワーク上に分散する地図コンテンツおよび地図以外の情報源を自由に組み合わせて統合的に利用することに対するニーズが増大するものと予想し、そのような統合利用を可能とする情報ナビゲーションシステムの実現手法の検討を行った．

ここで、検討の前提条件としたモデルについて説明する．図 1 に示すように、筆者らのモデルは、ネットワーク上に分散する複数の情報源を横断的に検索し、複数の地図コンテンツから選択された 1 つの地図上に、検索された情報をマッピングして提示するものである．地図と検索結果とをレイヤの重ね合わせにより表示する手法は、GIS など地図を利用するシステムで一般的に用いられる手法である³⁾．

分散した地理情報の統合利用を可能とするための課題は、以下の 2 つに大別されると考える．

- 多様な地図コンテンツ、情報源の異種性を解消し、統合的アクセスを可能とすること．
- 分散する膨大な情報に対する簡易かつ柔軟なナビゲーションを実現すること．

筆者らは、上記課題を解決するための以下の特徴を有する、分散した地理情報を統合利用する情報ナビゲーションシステムの一実現手法を提案する．

- (1) 多様な地図コンテンツ、情報源への統合的アクセスを可能とするため、ラップ/メディアータ構成を採用し、地図コンテンツ間、情報源間の異種性を隠蔽する．
- (2) 情報へのナビゲーションを簡易にするため、情

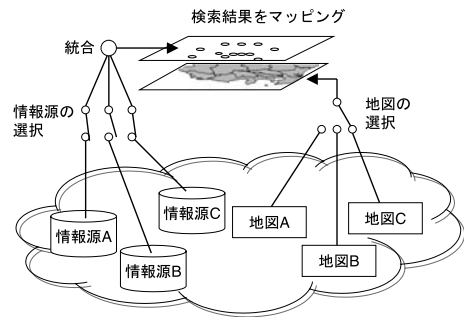


図 1 地理情報統合利用のモデル

Fig. 1 A model of integration of geographical information.

報を分類した複数のディレクトリを検索インタフェースとして採用し、さらに筆者らの提案しているディレクトリ・ビュー機構により分類ディレクトリを柔軟にカスタマイズ可能とする．

以下、2章では地理情報の統合利用上の課題をあげ、3章、4章では課題を解決するための提案手法について説明する．5章では実現したプロトタイプを紹介する．6章で評価を示し、7章では関連研究との比較について述べる．

2. 分散地理情報の統合利用上の課題

2.1 多様な地図、情報源への統合的アクセス

ネットワーク上に存在する地図コンテンツ間、情報源間にはさまざまな異種性があり、それらへの統合的アクセスを可能にするためには、異種性を解消する必要がある．

まず、ネットワーク上の地図コンテンツに関する異種性について説明する．

(1) データ形式の異種性：デジタル地図のデータ形式はさまざまである．ラスタ形式/ベクタ形式といった違いに加え、ラスタ地図、ベクタ地図のフォーマットも複数が存在している．

(2) アクセス方法の異種性：地図コンテンツをネットワークから取得する方法はさまざまである．ファイルとしてダウンロードできる地図データがある一方、Web-GIS (WWW 利用型の GIS) の地図サーバから直接地図データを取得する場合には、ベンダの定めた独自の検索方法でアクセスすることが必要となる．

(3) API の異種性：Web-GIS ミドルウェア製品のクライアント・コンポーネント (地図ビューア) で提供される API は、ベンダにより異なる．また、API で使用する座標系や縮尺の表現形式などもさまざまである．

次に、ネットワーク上の情報源に関する異種性に

いて説明する。

(1) システムレベルの異種性：情報を管理するシステムには、DBMS や WWW サーバなどさまざまなものがあり、システムの違いに応じてアクセスプロトコルや検索言語などに違いが生じる。

(2) スキーマレベルあるいはデータレベルの異種性：同種のシステムで管理される情報源間でもスキーマレベルあるいはデータレベルの違いが生じる。データベースの場合を例にとると、Kim ら⁴⁾ に示されているように、データモデルの違い、データ項目の過不足、データ項目のデータ型の違い、データ項目の値の表現形式の違いなどがある。

2.2 情報への簡易かつ柔軟なナビゲーション

複数の地図コンテンツ、情報源を統合的に利用する場合、コンテンツの総量は膨大なものになる可能性がある。その中から必要な情報を引き出すためには、情報の整理・取捨選択が簡易に行える情報ナビゲーション手段を提供することが重要である。また、情報の多目的での活用を実現するためには、情報ナビゲーション手段は、さまざまな観点からの情報絞り込みを可能とする柔軟なものである必要がある。

3. 地図、情報源への統一アクセス

3.1 アプローチ

地図、情報源の異種性を解消するために、よく知られた手法であるラッパ/メディアータ構成⁵⁾を採用する。情報源ごとの異種性の一部をラッパで吸収し、残余の異種性の解消やアクセスする情報源の選択はメディアータで行う。利用者側からの情報アクセスは、メディアータが提供する統一インタフェースにより行う。

3.2 地図コンテンツへの統一アクセス機構

地図コンテンツへの統一アクセスを検討するにあたり、市販の Web-GIS では地図コンテンツが網羅的に整備されていることをふまえ、それらとの連携を重視することとした。一般に、ベンダの提供する Web-GIS においては、地図コンテンツへの直接的アクセス方法は開示されておらず、地図コンテンツとのインタフェースは地図ビューアの API となる。そこで、地図コンテンツへの統一アクセスを可能とするため、地図ビューアの API の異種性をラッパ/メディアータ構成により解消することとする。なお、ベンダの提供する地図ビューアは地図表示機能と地図サーバへのアクセス機能を備えているため、本提案では、2.1 節に示したデータ形式およびアクセス方法の異種性を意識する必要はなくなる。

本提案では、地図ビューアが具備するベンダ固有の

API をラッパにより隠蔽し、クライアント・アプリケーションがメディアータの提供する API を利用して複数種類の地図を扱えるよう、ラッパ/メディアータを構成する。ラッパは、地図ビューアごとに存在し、地図の表示、表示領域の移動、拡大・縮小などの地図操作を行うための共通化されたインタフェースをメディアータに対して提供する。メディアータは、クライアントごとに1つ存在し、地図操作 API およびアクティブな地図ビューアを切り替える API を提供する。クライアント・アプリケーションでの地図操作要求は、アプリケーション → メディアータ → アクティブなラッパ → アクティブな地図ビューアといった順で伝達される。システムに新たな種類の地図サーバを追加する際には、対応するラッパを開発すればよく、クライアント・アプリケーションの変更は不要となる。

3.3 情報源への統一アクセス機構

一方、情報源への統一アクセスを可能とするため、筆者らの所属する組織で研究開発している DB-SENA^{6),7)} をメディアータとして利用する。DBSENA では、複数の RDB に加えて XML 文書や、表や箇条書きといった構造を持つ HTML 文書も情報源として指定でき、スキーマやアクセス方法の異なる複数の情報源間の異種性を解消し、それらの統合検索を可能とする。DBSENA 自身でスキーマレベルとデータレベルの差異の多くを吸収できるのに加えて、ラッパ・モジュールを作成することにより検索言語の変換や欠落項目の補完を行うことができる。情報検索の際には DBSENA の提供する検索 API を利用するので、アプリケーションでは情報源を意識しなくてよく、情報源の追加・削除も容易である。

4. ディレクトリによる情報ナビゲーション

4.1 アプローチ

膨大な情報への簡易なナビゲーションを実現するため、たとえば大分類/中分類/小分類のように、情報を階層的に分類したディレクトリ(以下、分類ディレクトリ)を検索インタフェースとする。

地図情報サービスや GIS に見られるように、都道府県—市町村—町名…のように住所階層をたどっていくことで表示地図を制御するインタフェースは自然なものである。また、地図以外の情報の木構造による分類も、WWW のディレクトリ型検索エンジンに見られるように、その有効性は実証されている。

情報の多目的での利用を実現するためには、単一の分類ディレクトリを提供するだけでは不十分であり、情報をさらに絞り込む、さまざまな観点から情報を整

理する、といった機能が必要になる⁸⁾。これらの機能を実現するため、複数の分類ディレクトリによる多次元での情報絞り込みを可能とする。情報分類および分類の階層化の観点は多様であることから、異なる観点ごとに別々の分類ディレクトリを作成できるようにし、それら複数の分類ディレクトリを組み合わせたり切り替えたりして用いることとする。

さらに、ニーズに応じて分類ディレクトリをカスタマイズすることができるように、筆者らの提案しているディレクトリのビューを採用する。ニーズに応じて分類ディレクトリをカスタマイズすることは、分類ディレクトリによって検索される情報の集合をカスタマイズすることにつながり、目的とする情報へのナビゲーションがより容易になると考えられる。

4.2 分類ディレクトリを用いた情報検索

本提案では、地図ディレクトリ(地図コンテンツの検索インタフェースとして用いるディレクトリ)とそれ以外の1つ以上の分類ディレクトリとを検索インタフェースとして提供し、地図以外の地理情報の多次元での絞り込みを可能とする。利用者は、これら複数の分類ディレクトリにおいて所望の分類を選択することにより、情報検索の条件を与えることができる。

地図ディレクトリとしては、たとえば、都道府県、市町村といった行政区などにより階層化されたディレクトリを用いる。地図ディレクトリは、地図コンテンツを階層的に分類したものであると同時に、関連付けられる位置に対応させて地図以外の地理情報を分類したものであると見なせる。一方、地図ディレクトリ以外の分類ディレクトリとしては、さまざまな観点により作成した分類ディレクトリを任意に選択して使用できるものとする。

以下では、分類ディレクトリを検索インタフェースとした情報検索の原理について説明する。分類に基づく情報検索を実現するためには、分類に対応した検索条件を生成する必要がある。ここで、個々の分類ディレクトリは、局所的に異なることのない一貫した分類の観点および分類階層化の観点に基づいて作成されるものとする⁹⁾。この前提のもと、本提案では、検索条件の雛型を分類ディレクトリの階層ごとに管理し、また、検索条件の可変部分を個々の分類ごとに管理し、検索要求に応じて動的に検索条件を生成することとする。図2の例では、第2階層の分類「HTML」が選択された場合には、第2階層に対応付けられた検索条件の雛型(分類=\$type)を参照し、分類に対応付けられた属性値を埋め込んで、検索条件(分類=html)を生成する。また、第1階層の分類「テキスト」が選

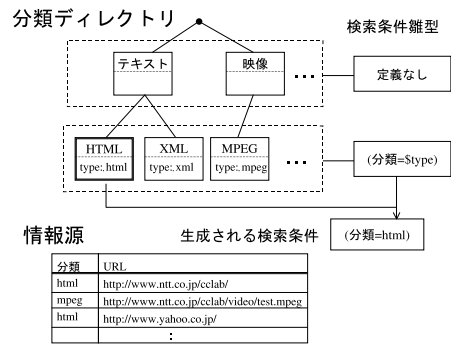


図2 検索条件生成の例
Fig.2 Example of filter generation.

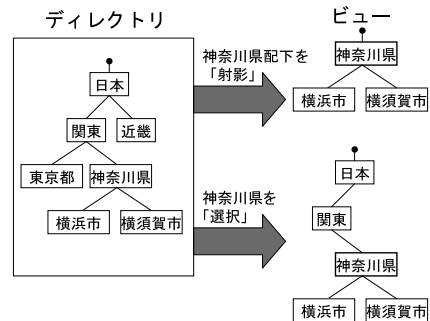


図3 ディレクトリのビューの例
Fig.3 Examples of directory view.

択された場合には、第1階層に対応する検索条件の雛型が定義されていないため、1段下の子分類に対応する検索条件の論理和をとることにより((分類=html) OR (分類=xml))という検索条件を生成する。このように生成された検索条件を用いて情報源への問合せを実行する。以上は単一の分類ディレクトリの場合であるが、複数の分類ディレクトリを用いた場合の検索条件は、それぞれの分類ディレクトリから生成した検索条件の論理積となる。

4.3 ディレクトリへのビューの適用

分類ディレクトリを柔軟にカスタマイズできるように、ディレクトリにビューを導入する^{10),11)}。ディレクトリのビューは、データベースのビューを参考に考案したものであり、データベースのビューと同様の効果、すなわち、情報の見え方のカスタマイズ、アクセス範囲の限定、問合せの略記などの効果を有するものである。ビューの例を図3に示す。「射影」は特定の部分木や特定の階層のみを選択する演算であり、「選択」は特定の述語条件を満たすエントリとそのエントリと接続される部分のみを選択する演算である。これらは1つのツリーに対する演算であるが、ほかに、2つのツリーに対する演算として「和」「結合」を定義してい

る¹⁰⁾。筆者らの提案するディレクトリのビューの特徴としては、個々のオブジェクトの見え方のみならずオブジェクト間の関連である木構造をも操作対象としている点あげられる。ビューの導入により1つのディレクトリをさまざまな形で見せることが可能となり、ニーズに応じた分類ディレクトリのカスタマイズが容易になる。

本提案では、データベースのビューがそうであるように、利用者レベルでは分類ディレクトリと分類ディレクトリのビューとを区別することなく同列に扱えることとする。分類ディレクトリのビューを検索インタフェースとした場合、次節に述べるビューに対する問合せ処理の後に、4.2節で示した手順で情報検索が行われる。

4.4 ディレクトリ・ビュー機構の実現

ディレクトリのビュー処理の原理、手順について説明する。説明の便宜上、LDAP¹²⁾のモデルを用いる。

ディレクトリのビューは、ディレクトリ情報木からビューによる仮想的なディレクトリ情報木への写像であり、(i)部分木選択、(ii)属性、オブジェクトクラスの選択、(iii)DN(Distinguished Name)の変換、の3つの操作から実現される。

(i)部分木選択は、ディレクトリ情報木から必要な部分を選択する操作であり、ディレクトリのエントリ集合に対する集合演算で定義される。一般に、ディレクトリ情報木はrootエントリを頂点とした木で表され、root以外のエントリは1つの親エントリと0以上の子エントリを持つ。あるエントリ ε に対し、木構造上 ε の下位に位置するエントリ(子、子の子、...)の集合を $descendants(\varepsilon)$ 、木構造上 ε の上位に位置するエントリ(親、親の親、...)の集合を $ancestors(\varepsilon)$ 、述語条件 c を満足するエントリの集合を $E(c)$ で表記することとする、

「射影」で選択される部分木：

$$\{\varepsilon\} \cup descendants(\varepsilon)$$

述語条件 c による「選択」で選択される部分木：

$$\bigcup_{\varepsilon \in E(c)} (\{\varepsilon\} \cup descendants(\varepsilon) \cup ancestors(\varepsilon))$$

と表すことができる。

(ii)属性、オブジェクトクラスの選択は、選択した属性やオブジェクトクラスのみをビューのディレクトリ情報木に写像する操作であり、OODBのビューにも見られる機能である。本操作により、ビューにおいて、特定の属性やオブジェクトクラスを隠蔽することが可能となる。

(iii)DNの変換は、部分木選択で選択されたエントリ集合から構成される木を1つの仮想的なディレクトリ

情報木として見せるためにDNの変換を行う操作であり、「射影」などの場合に適用される。たとえば、図3の「射影」ビューの場合、元のディレクトリでのDNが「地域名= ，地域名=神奈川県，地域名=関東，国名=日本」であったとすると、ビューでは「地域名= ，地域名=神奈川県」がDNとなるよう変換を行う。本操作により、ディレクトリとディレクトリのビューとを区別することなく扱うことが可能となる。

以下では、ディレクトリのビューに対する問合せの処理手順について概略を述べる。ディレクトリのビュー機構では、前述の3つの操作を実行するに必要な情報、および、実際にデータを保持するディレクトリ(以下、実ディレクトリ)の情報をビューの定義として保持する。ビュー機構では、ビューに対する問合せを受理すると、まずビューの定義を参照して、ビューに対する問合せを実ディレクトリへの問合せに変換する。この際、部分木選択の条件、属性、オブジェクトクラスの選択の条件は検索フィルタに反映され、DNの変換は検索のベースとなるエントリのDNを求めるために利用される。次に、実ディレクトリに対して問合せを実行し、検索結果を得る。最後に、得られた検索結果に含まれるDNをビューにおける仮想的なディレクトリでのDNに変換し、検索結果を返却する。

以上のように、ディレクトリのビュー機構を実現することが可能である。

5. プロトタイプ

5.1 プロトタイプの概要

提案した手法の実現性、有効性を確認するため、プロトタイプを作成した。システムの構成を図4に示す。プロトタイプ・システムは、分類ディレクトリを用いた検索機能およびメタ情報管理機能を有する検索サーバと、WWWブラウザ上で動作するクライアントとから構成される。プロトタイプでは、施設や観光

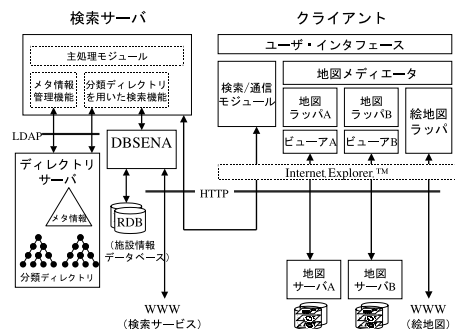


図4 プロトタイプ・システムの構成

Fig. 4 Architecture of prototype system.

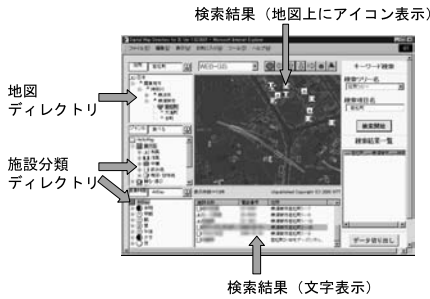


図5 プロトタイプユーザ・インタフェース
Fig. 5 User interface of the prototype.

名所の情報へのハイパーリンクを地図上にマッピングして提示する情報提供システムを実現している。図5に示すユーザ・インタフェース例では、地図表示を制御する地図ディレクトリと施設を分類する複数の施設分類ディレクトリとを用意している。利用者による地図と施設分類の指定に呼応して、地図表示領域と施設分類に応じた絞り込み検索を行い、検索結果を地図上にマッピングするとともに、下部に文字情報としても表示している。

5.2 LDAPディレクトリによるメタ情報管理

本システムで管理すべきメタ情報には、地図コンテンツ、情報源、分類ディレクトリに関するメタ情報がある。プロトタイプでは、LDAP¹²⁾に準拠したディレクトリシステム(以下、LDAPディレクトリ)により、メタ情報を一元管理することとした。ネットワーク上のコンテンツは多種多様であり、管理すべきメタ情報もコンテンツの種類や使用目的によって多岐にわたるため、柔軟性・拡張性に優れたオブジェクト指向の情報管理手法が有効である。LDAPディレクトリはオブジェクト指向の情報管理システムであり、IPネットワークで広く使用されている。本システムでLDAPディレクトリを採用した理由は、LDAPはオープンな規格でありサーバやクライアントAPIの実装を入手しやすいこと、オブジェクトを階層的に管理できることからブラウザや検索対象の絞り込みが容易であること、複数サーバでの分散・協調が可能であること、などから分散環境での情報管理に適していると考えたためである。

5.3 ベースマップの切替え機能

地図コンテンツとしては、複数のWeb-GISの地図と絵地図(後述)とを用いた。プロトタイプのクライアントでは、その中から任意の一種をベースマップとして指定可能であり、複数種の地図を切り替えて利用可能とした。

絵地図とは、方角や位置関係がデフォルトされた地

図画像をいう。絵地図は、もっぱら精度よりも分かりやすさを重視して作成されたものであり、典型例は道案内図や散策案内図である^{13),14)}。プロトタイプにおいては、個々のWeb-GISに対応するラッパに加え、これら絵地図に対応してラッパを作成した。絵地図のメタ情報(URL、緯度・経度、座標を変換するための情報、など)はメタ情報を管理するLDAPディレクトリに格納し、絵地図のラッパ・モジュールはその情報をもとに画像データの取得、表示、座標の計算などを行う。

5.4 複数情報源の統合検索機能

地図以外の情報源としては、施設情報を管理するデータベースと、WWW上の検索サービスであるモバイルインフォサーチ¹⁵⁾、GeoLink^{16),17)}とを用いた。モバイルインフォサーチでは、ロボットによりWWWページを収集し、位置情報をキーとしてWWWページを検索可能である。GeoLinkでは、位置情報および分類をキーとして都市に関連するWWWページを検索可能である。これら情報源のデータ中には、地図上の位置にマッピングするための情報(緯度・経度のような座標情報、あるいは、住所情報)を含んでいる。プロトタイプでは、地図と施設分類の指定に対応して、複数の情報源を検索し、その検索結果を統合して地図上にマッピングすることを可能とした¹⁸⁾。

6. 評価・考察

6.1 地図コンテンツへの統一アクセス

プロトタイプにおいて、地図種を切り替えた際に切替え前と同じ領域の地図を表示できること、また、検索結果が地図上の正しい位置にマッピングされることを確認した。これは、複数種類の地図コンテンツへの統一アクセスが実現できたことを意味する。

複数のWeb-GIS地図間での切替えでは、メタデータの統一APIを介して、形式や座標系が異なる地図への統一アクセスが可能であることを確認した。また、図6には、Web-GISのベクタ地図と道案内を主たる目的とするデフォルトされた絵地図との間で切替えを行った場合について、地図および検索結果の表示を示している。絵地図の場合には、いくつかの代表地点の対応関係や座標軸変換に基づいた計算によりマッピング位置を決定している。検索結果は、ベクタ地図においては正確な位置にマッピングされ、絵地図においては道案内の補助という目的には十分正確な位置にマッピングされている¹⁴⁾。

6.2 地理情報源への統一アクセス

プロトタイプにおいて、複数の異種情報源を横断的

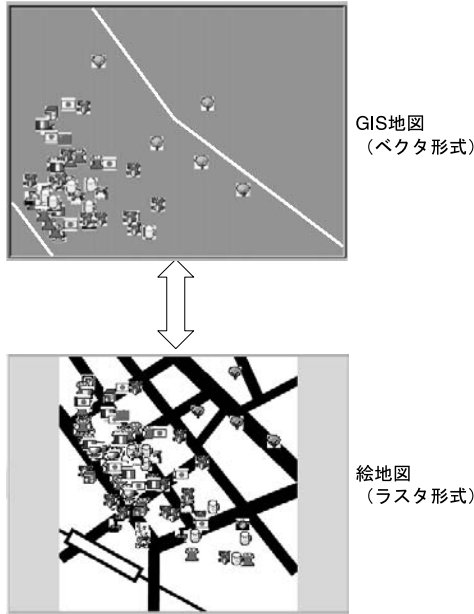


図 6 異種地図間の切替え
Fig. 6 Switching between different maps.

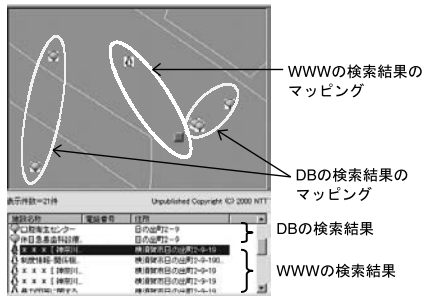


図 7 複数情報源の横断的検索結果
Fig. 7 Retrieval from multiple information sources.

に検索できることを確認した。図 7 は、検索対象の情報源として RDBMS で管理される施設情報データベースと WWW 上の情報源（モバイルインフォサーチ）とを指定し、地図表示領域に含まれる施設情報を問い合わせた結果を示している。双方の検索結果が同一地図上にマッピングできていることが分かる。

表 1 に示すように、両者はアクセス方法もデータ項目も異なっており、DBSENA を介して複数の異種情報源への統一的アクセスが実現できたといえる。

6.3 検索インタフェースの有効性

提案手法によると、検索時に、以下の操作を繰り返すことによって所望の情報を得ることができる。

- より詳細な分類でさらに絞り込む。
- 別の分類ディレクトリにより、別の観点からさらに絞り込む。

表 1 2つの情報源の違い
Table 1 Differences between two information sources.

	施設情報データベース	モバイルインフォサーチ
検索方法	SQL	CGI
位置条件の与え方	地図表示領域の緯度・経度の範囲	中心の緯度・経度
データ項目（検索結果）	施設名称 URL 住所 施設分類 緯度 経度	ページ・タイトル URL 住所

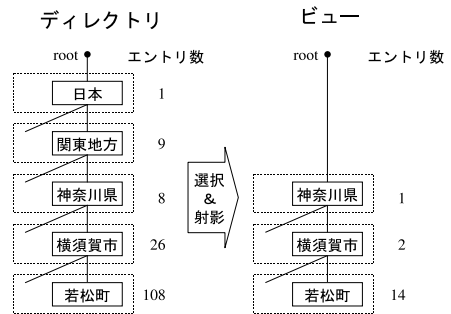


図 8 評価に用いたディレクトリおよびビュー
Fig. 8 The directory and its view used for estimation.

- 地図領域を狭めることにより絞り込む。

段階的な絞り込みが可能であること、各操作がマウス操作のみで可能であること、検索結果が地図上にビジュアルに表示されることより、簡易かつ柔軟な検索インタフェースが実現されたものとする。

6.4 ディレクトリ・ビューの導入効果

利用者のニーズに応じて適切なディレクトリ・ビューを提供することにより、利用者の検索コスト（検索に要する時間）を削減できることを実験により確認した。被験者にプロトタイプアプリケーションを操作させ、住所ディレクトリの階層をたどって目的とするエントリを選択するに至るまでに要する時間を測定した。測定は、図 8 に示すように、(1) ビューを施していない住所ディレクトリ（階層数：5、操作対象エントリ数：152）を操作する場合、(2) 選択および射影を施した住所ディレクトリ（階層数：3、操作対象エントリ数：17）を操作する場合について行った。測定は、アプリケーション操作に習熟している被験者 3 名について 5 回ずつ行った。表 2 に測定結果を示す。ビューを用いた場合の操作時間はビューなしの場合の 1/4 程度に収まっている。これは、ビューを施したディレクトリの本としての高さ、幅がそれぞれ小さく、インタラクション

表 2 利用者操作時間の測定結果
Table 2 Time required for user's interaction.

	(1) ビューなし	(2) ビュー使用
操作時間(平均)[sec]	22.8	5.3
【参考】サーバ側処理時間合計 [sec]	1.50	0.42

数が削減されたことに起因する。なお、利用者がアプリケーション操作に習熟していない場合には、各回の操作により多くの時間を要するので、同等あるいはそれ以上の検索コストの削減が期待できる。

7. 関連研究

7.1 地理情報の統合利用

GISの領域では、複数の異種GIS間でデータを共有できないことが問題視され、さまざまなアプローチによりこの問題を解決する試みが行われている。

Devogeleら¹⁹⁾は、異種データベースの統合検索で用いられる連邦データベースと同様のアプローチであり、複数種の空間データベースに対する統合ビューを定義することにより統合を実現する。OASIS²⁰⁾、ISIS^{21),22)}などは、共通のデータモデルに基づきラッパ/メディアータアーキテクチャにより異種性の解消を行う。異種GIS統合に関するこれらの研究では、統合の対象はGISで扱う空間データそのものであるため、2.1節で示したデータ形式の異種性とアクセス方法の異種性を解消することが課題となる。一方、本研究では、地図コンテンツに含まれる空間データを直接扱うのではなく、統一的なインタフェースにより地図表示ができることを狙いとするものである。両者の要求条件が異なっているため、アプローチも異なっている。異種GIS統合研究でのアプローチは、いずれも、ある段階でデータのモデル、論理形式、物理形式の変換をとともうのものであり、GISベンダが空間データおよびデータベースの仕様を公開していることが前提となる。現実にはこれらの仕様は必ずしも公開されていないこともあり、本研究のようなAPI上での統合は意義がある。

G-XML²³⁾では、空間データの流通モデルをXMLにより規定し、空間データの相互流通の促進をめざしている。このようなアプローチは、将来的に有意義であるが、既存の地図コンテンツ、地理情報の提供者が共通フォーマットに沿ったコンテンツを提供するようになるには時間を要すると考える。既存のコンテンツをG-XMLコンテンツに変換するラッパやコンバータの整備、また、経済的価値の高いコンテンツを安全に流通するための基盤の整備などが容易ではないと考え

るからである。オープン化、標準化が完了する前の現実解としては、本研究のアプローチは有効であると考ええる。

JaMaPS³⁾は、座標情報やレイヤ構成の記述に基づき複数の地図画像を重ね合わせて表示可能なクライアントを中心とするシステムである。複数のレイヤを扱えるので、複数のデータベースの検索結果をそれぞれ別々のレイヤとして地図と重ね合わせることができる。検索結果を地図上に重ね合わせる点が本研究と共通しているが、JaMaPSでは複数異種GISの利用方法や複数情報源の統合検索方法を研究の目的としていない点が異なる。

7.2 ディレクトリへのビューの適用

ディレクトリに対して「ビュー」機構、あるいは、標準のディレクトリ検索機能より高度な検索インタフェースを提供する研究例として、Joséら²⁴⁾、Jagadishら²⁵⁾がある。

Joséら²⁴⁾は、ディレクトリに対する検索パラメータやクライアントでの表示パラメータをDUA(Directory User Agent)で保存し、ユーザ/APごとに異なる「ビュー」をディレクトリの外部スキーマとして提供するアプリケーションの構成手法について述べている。Joséらのビューは、ディレクトリ検索部分に限って見れば、本研究での「射影」ビューの一部(特定の部分木の選択)と同等の効果を持つ。

Jagadishら²⁵⁾は、LDAPで提供されるプリミティブな検索機能より高次の検索機能をDEN(Directory Enabled Network)に対して提供することを目的として、ディレクトリに対する問合せ言語を提案している。また、提案したアルゴリズムの有効性を質問処理計算の複雑さの面から評価している。Jagadishらの問合せ言語には、本研究でのディレクトリ・ビューにおける「選択」に相当するものが含まれている。

これらを本研究のビューと比較すると、

- DNの変更をとともう「射影」のような操作がない。
- 1つのディレクトリに対する操作に限定され、本研究のビューにおける「和」のような複数のディレクトリに対する操作がない。

といった点が相違点としてあげられる。また、両者がディレクトリに格納される情報の検索に応用することを想定しているのに対し、本研究では情報分類などの木構造をカスタマイズするためにビューを適用しており、新たな応用例を示している点で特色がある。

8. おわりに

分散した地理情報を統合利用する情報ナビゲーションシステムの一実現手法を提案した。提案した手法は、(1) ラップ/メディアータ構成により、地図コンテンツや地理情報源の異種性を隠蔽した統一的な検索 API を提供し、複数の地図と複数の情報源の自由な組合せを可能とすることと、(2) 複数の分類ディレクトリを用いた検索インタフェースおよびディレクトリ・ビューの採用により簡易かつ柔軟な情報ナビゲーションを可能とすることとを特徴とする。また、提案の実現性・有効性を試作によって確認した。

本研究で実現したディレクトリ・ビューの応用例として、利用者のさまざまな状況（位置、時刻、目的など）に適応してディレクトリ・ビューや地図を切り替える利用者適応型の情報ナビゲーションシステムが考えられる。今後の課題としては、このような利用者適応型システムの実現方法の検討などがある。

参 考 文 献

- 1) サイバーマップ・ジャパン：Mapion.
URL: <http://www.mapion.co.jp/>
- 2) インクリメント P：MapFan Web.
URL: <http://www2.mapfan.com/>
- 3) KDDI 研究所：JaMaPS.
URL: <http://www.jamaps.org/>
- 4) Kim, W. and Seo, J.: Classifying Schematic and Data Heterogeneity in Multidatabase Systems, *IEEE Computer*, Vol.24, No.12, pp.12-18 (1991).
- 5) Garcia-Molina, H., Papakonstantinou, Y., Quass, D., Rajaraman, A., Sagiv, Y., Ullman, J., Vassalos, V. and Widom, J.: The TSIMMIS Approach to Mediation: Data Models and Languages, *Journal of Intelligent Information Systems*, Vol.8, No.2, pp.117-132 (1997).
- 6) 池田哲夫, 鈴木源吾, 町原宏毅, 安田 浩: 連邦データベースシステムにおけるスキーマ構築の一方式, *情報処理学会論文誌*, Vol.40, No.SIG8(TOD4), pp.29-40 (1999).
- 7) Iizuka, Y., Tsunakawa, M., Seo, S. and Ikeda, T.: An Approach to Integration of Web Information Source Search and Web Information Retrieval, *ACM Symposium on Applied Computing*, pp.289-293 (2000).
- 8) 石田順一: 情報検索のための多次元分類体系と GUI, *ADBS 1994*, pp.101-110 (1994).
- 9) 掛下哲郎, 北村繁宏, 原楨稔幸: 多次元分類: 木構造分類とキーワード分類の複合的アプローチ, *信学技報*, Vol.100, No.31, pp.49-56 (2000).
- 10) 長谷川靖, 田辺弘実, 岸本義一, 武田英昭: 集合演算によるディレクトリツリーのビュー定義, *情報処理学会研究報告* (99-DBS-117), Vol.99, No.6, pp.13-18 (1999).
- 11) 星野 隆, 長谷川靖, 池田哲夫, 星 隆司: ディレクトリを用いた情報提供に関する一手法—地図情報への適用, *情報処理学会研究報告* (2000-DBS-120), Vol.2000, No.10, pp.137-144 (2000).
- 12) Yeong, W., Howes, T. and Kille, S.: RFC1777: Lightweight Directory Access Protocol (1995).
- 13) 田辺弘実, 池田哲夫, 星 隆司: 地図情報提供サービスにおける空間的位置算出方式, *情報処理学会 DICOMO 2000 講演論文集*, pp.679-684 (2000).
- 14) Tanabe, H., Ikeda, T. and Hoshi, T.: Calculating Positions on Illustration Maps for Map Information Services, *IMSA (Internet and Multimedia Systems and Applications) 2001*, pp.284-289 (2001).
- 15) NTT: モバイルインフォサーチ 2 実験.
URL: <http://www.kokono.net/>
- 16) デジタルシティ京都・実験フォーラム: ジオリンク京都. URL: <http://www.digitalcity.gr.jp/openlab/kyoto/>
- 17) 平松 薫, 小林堅治, Benjamin, B., 石田 亨, 赤埴 淳: デジタルシティにおける情報検索のための地図インタフェース, *情報処理学会論文誌*, Vol.41, No.12, pp.3315-3323 (2000).
- 18) 村本達也, 永末壽宏, 北角智洋, 池田哲夫: 地図インタフェースを利用した多種情報源の検索, *情報処理学会第 61 回全国大会* (2000).
- 19) Devogele, T., Parent, C. and Spaccapietra, S.: On Spatial Database Integration, *Int. Journal of Geographical Information Science*, Vol.12, No.4, pp.335-352 (1998).
- 20) Mesrobian, E., Muntz, R., Shek, E., Nittel, S., LaRouche, M. and Kriguer, M.: OASIS: An Open Architecture Scientific Information System, *RIDE-NDS 1996*, pp.107-116 (1996).
- 21) Leclercq, E., Benslimane, D. and Yétongnon, K.: Semantic Mediation for Cooperative Spatial Information Systems: The AMUN Data Model, *ADL*, pp.16-27 (1999).
- 22) Leclercq, E., Benslimane, D. and Yétongnon, K.: ISIS: A Semantic Mediation Model and an Agent Based Architecture for GIS Interoperability, *IDEAS 1999*, pp.87-91 (1999).
- 23) データベース振興センター: G-XML.
URL: <http://gisclh.dpc.or.jp/gxml/>
- 24) José, R.J., Costa, A., Macedo, J. and Freitas, V.: Providing Multiple External Views on Directory User Interfaces, *Computer Networks and ISDN Systems*, Vol.28, No.4, pp.543-550 (1996).

25) Jagadish, H.V., Lakshmanan, L.V.S., Milo, T., Srivastava, D. and Vista, D.: Querying Network Directories, *SIGMOD Conference 1999*, pp.133-144 (1999).

(平成 13 年 6 月 25 日受付)

(平成 13 年 10 月 6 日採録)

(担当編集委員 有川 正俊)



北角 智洋

1989 年東京工業大学工学部電気・電子工学科卒業。1991 年東京工業大学大学院総合理工学研究科電子システム専攻修士課程修了。同年日本電信電話株式会社情報通信処理研究所入社。現在、NTT サイバースペース研究所研究主任。この間、メッセージングシステム、情報検索システムの研究開発等に従事。電子情報通信学会会員。



池田 哲夫(正会員)

1979 年東京大学理学部情報科学科卒業。1981 年東京大学大学院理学系研究科情報科学専攻修士課程修了。同年日本電信電話公社(現 NTT)電気通信研究所入所。現在、NTT サイバースペース研究所主任研究員。この間、プログラム言語の意味論の研究、データベース管理システムの研究開発等に従事。ACM, IEEE CS 各会員。工学博士。



田辺 弘実(正会員)

1996 年東京工業大学工学部経営工学科卒業。1998 年東京工業大学大学院社会理工学研究科経営工学専攻修士課程修了。同年日本電信電話株式会社情報通信研究所入社。現在 NTT サイバースペース研究所勤務。情報検索技術、地理情報システムの開発、ディレクトリサービスの開発等に従事。



星 隆司(正会員)

1981 年山形大学工学部電子工学科卒業。同年日本電信電話公社(現 NTT)電気通信研究所入所。現在、NTT サイバースペース研究所主幹研究員。この間、アナログ電話網における音声データ同時通信方式の研究、デジタル網におけるマルチメディア通信システムの研究開発、マルチメディアデータベース応用システムの研究開発等に従事。電子情報通信学会会員。