

能動型検索機構による空間情報提供方式 —VRML型3次元仮想空間の動的生成への適用—

谷崎正明 嶋田 茂

日立製作所 中央研究所

E-mail: {tanizaki,shimada}@crl.hitachi.co.jp

最近のインターネット環境の充実により、電力・電話を代表とする公共企業体では、都市情報基盤整備の一環として空間情報提供システム(SIIS)の実現が求められている。これに対して、既に画像ベースのSIISが発表されているが、要素別のハイパー検索ができないことや、Web端末から修正が十分行えないこと、及び各種Web端末に最適な情報提供ができない等の問題があった。これらの問題を解決するため本研究では、WWWサーバにORDBMS（オブジェクト関係型データベース管理システム）を連携させ、各種Web端末に適合した空間情報を能動的に提供可能な新しい空間情報提供方式を提案する。さらに、この方式に基づくVRML型3次元仮想空間生成システムの実装例を示し、その有効性について述べる。

Study of Spatial Information Service Methods by Active Retrieval Mechanisms

—An application to dynamic generations of VRML three dimensional map—

Masaaki Tanizaki Shigeru Shimada

Central Research Laboratory, Hitachi, Ltd.

E-mail: {tanizaki,shimada}@crl.hitachi.co.jp

Recently, utility enterprise companies such as electric powers and phones have required SIIS(Spatial Information Infrastructure Systems) which can provide spatial information such as geographical maps and facility drawings via internet, to cope with development of internet system technology. However, former systems can't conquer following problems, unable to navigate hyper-links, heavy process of data modification, and redundant distributions of spatial information. To resolve these problems, we propose active retrieval mechanisms which can properly distribute spatial information, depending on properties of web clients, by connecting between ORDBMS (Object Relational Database Management Systems) and WWW server. Moreover, we implemented a VRML three dimensional map generation system using our proposed mechanism.

1. はじめに

インターネット環境の充実により、最近では空間情報と各種の情報をハイパー構造化したサイバースペース計画が相次ぎ発表されている[1][2][3]。このような状況の中で、電力・電話を代表とする公共企業体では、都市情報基盤整備の一環として、空間情報提供システム(SIIS: Spatial Information Infrastructure System)の実現が求められている。ここでSIISとは、地図や設備図等の空間情報をインターネットを介して各種Web端末へ提供可能なシステムの略称とする。

空間情報をWeb端末へ提供するシステムとしては、既に地形図を画像として提供するものが多数提案されている[4][5]。しかし、これらのシステムをSIISとして実用化するためには、次のような問題が存在すると考えられる。

- ・データ型式に関する問題:
空間情報の各要素からハイパー的な検索ができない
- ・空間情報の管理方式に関する問題:
Web端末から空間情報の更新・修正が、十分に行えない
- ・情報提供形態に関する問題:
各種Web端末に最適形態の空間情報を提供できない

本研究では、これらの問題を解決するための新しい空間情報提供方式の開発を目的としており、本稿は其中でも核技術となる能動型検索機構を中心に報告する。

以下、SIISの満たすべき課題を整理した後、能動型検索機構の詳細な構成方式について述べ、その実装例として3次元仮想空間表示システムについて述べる。

2. SIISが満たすべき課題

まず問題点を具体的に説明し、課題をまとめる。ただし、本稿で使用する空間情報とは、地図や図面等空間そのものを記述する空間データと、道路幅や電柱識別番号等を記述する属性データとの総称として用いる。

2.1 データ形式に関する問題

通常、地図や設備図等の空間データは、付随する属性データへのインタフェースとして扱うことが多いため、各要素から関連情報を検索できることが求められる。ところが、空間データを画像形式で提供すると要素毎のリンク設定が実現できないため、ベクトル形式で提供することが必要となる。さらに、インターネットの他のサイトで管理している情報との統合を可能とするためには、標準化されたベクトル形式で提供しなければならない。これより、1)ベクトル処理系のWeb環境下における実現方式の課題が存在する。

2.2 空間情報の管理方式に関する問題

現行のRDBMS(Relational Database Management System)では、可変長で隣接関係を有する空間データを効率的に管理出来ないため、空間データは専用のデータベース管理システムで管理するといった多元管理方式をとることになる。ところが、この方式では検索や更新時に生じる空間データと属性データとの統合処理に大きな負荷がかかるため、単一のデータベース管理システムで統合管理することが要求される。これより、2)空間データと属性データとの一元管理に関する課題が存在する。

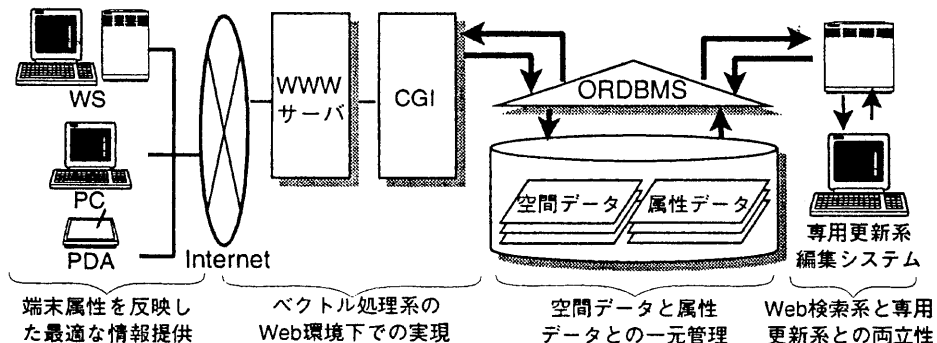


図1: Web端末への情報提供方式の課題

一方、空間データは一般にデータ容量が大きく、例えば東京23区の住宅地図だけでも5GBといった膨大な容量となる。このように大きな容量を持つ空間データを、インターネットを介して更新・修正作業を行なうには膨大なトランザクションが発生するため、Web端末からの更新・修正処理は実用的ではない。そこで、WWWサーバを介さず直接データベースへの処理が可能な専用の処理系が必要であり、しかもこれをWWWを介した処理系と両立しなければならない。即ち、3) Web検索系と専用更新系との両立の課題が存在する。

2.3 情報提供形態に関する問題

インターネットを介したシステム構成をとる場合、Web端末の特性がWWWサーバに伝わらないため、WWWサーバから最適な形態の情報を送ることができない。例えば、PDA(Personal Digital Assistants)等の低解像度のWeb端末から、地名を条件としてサーバに検索要求をかけたとする。結果として提供されるデータは、PDAで扱うには表示負荷が大きくなるばかりでなく詳細になり過ぎ、要素判別が不可能となることが予想される。これより、4) 端末属性を反映した最適な情報提供方式の課題が存在する。

3. 能動型検索機構の提案

3.1 課題解決の方針

本研究では前節で述べた課題を解決するため、次のような方針をとることにする。

- ・ VRMLによる空間情報供給 [→ 課題1)]
- ・ ORDBMS(Object Relational Database Management System)による一元管理 [→ 課題2),3)]
- ・ 能動型検索機構による動的データ変換 [→ 課題4)]

これらの特徴を持つSIISを実現するため、図2に示すようなシステム構成を提案する。以下このシステム構成の特徴を述べる。

3.2 VRMLによる空間情報提供

各要素からの検索が可能であり、しかもインターネット標準のベクトル形式という課題を解決するために、空間情報の提供形式としてVRML (Virtual Reality Modeling Language)

を採用する。VRMLは3次元オブジェクトモデル記述のために標準化された言語であるが、空間情報表示に求められる課題を十分満たす。

3.3 ORDBMSによる一元管理

サーバの管理コストを低減するために空間データと属性データを単一のORDBMSで一元管理する方式をとる。また、空間データの更新・修正に、従来の専用CSS向けのCAD等を用いるため、空間情報をVRML形式ではなく、バイナリのベクトル形式で格納する。

そのため、ベクトル形式のデータを座標値配列として扱い、表1に示すように、配列の1つをORDBMSのテーブル内1カラムに格納する手法をとる。このとき、配列は可変長となるが、一定長以下であれば検索効率をほとんど劣化させることなく格納可能である。又、格納したデータを高速に検索するためには、空間インデックスの活用が考えられる。

表1: ベクトルデータ格納テーブル

OID	座標値配列
#4	{200, 180, ..., 322, 211}
...	...
#N	{x0, y0, x1, y1, ..., xn, yn}

3.4 能動型検索機構

同じ条件で検索した場合でも、高解像度Web端末にはVRMLを、PDAには案内用要約画像を送信可能となるような情報提供方式が望ましい。このように、Web端末特性に適した形態の空間情報を一元管理したデータベースから提供するため、検索時に動的にVRMLや画像へ変換する能動型検索機構を提案する。

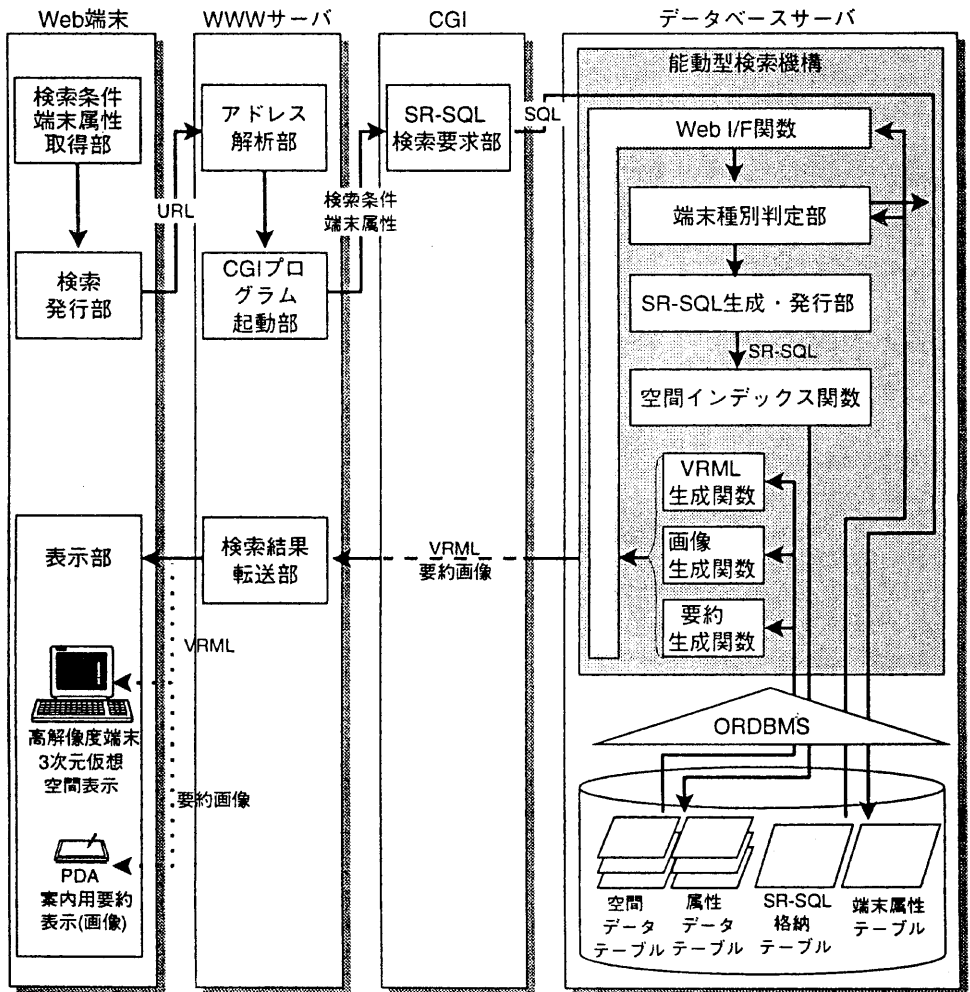
この機構は、図2に示すように、CGIとデータベース間のインタフェースの役割をするWeb I/F関数、Web端末の特性から種類を判定する端末種別判定部、動的に空間検索用SQL(SR-SQL: Spatial Retrieval SQL)の生成と発行を行なうSR-SQL生成・発行部、空間検索を高速に行なう空間インデックス関数及び各種データ変換関数で構成する。

<Web端末側での端末属性設定>

この機構では、各Web端末の特性を伝えるために、表示装置の解像度等を記号化した端末属性(TID; Terminal ID)を設定し、これをWWWサーバへ転送する。このTIDの構成例として、端末のCPU性能、メモリサイズ、通信速度等を利用することが考えられるが、データ形式は表示解像度の大小に依存すると考えられるので、今回は表示解像度(横解像度、縦解像度)をTIDとして扱う。なお、TIDのWWWサーバへの転送にはFORM機能を利用する。

<TIDに基づくデータ変換制御>

Web端末から転送されたTIDに最適なデータ形式へ変換するために、空間検索の結果をTIDに応じたデータ変換関数にかける手法をとる。そのためにデータ変換関数とSR-SQLテンプレートを、あらかじめ複数データベースに登録しておく。検索時には、SR-SQL検索要求部で検索様式に応じてSR-SQLテンプレートを選択し、端末属性判定部でTIDに基づいて決定したデータ変換関数からSR-SQLを動的に生成し、空間検索及びデータ変換を実行する。



SR-SQL: 空間検索用 (Spatial Retrieval) 言語

図2: WWWサーバ - ORDBMS 連携システム構成

この変換制御のためにデータベースには端末属性テーブルとSR-SQL格納テーブルを用意する。端末属性テーブルは、表2に示すように、TIDの閾値(最大値、最小値)とそれに応じたデータ変換関数名を格納するテーブルである。変換関数としては、高解像度向けVRML変換関数、PDA向け要約画像変換関数が考えられる。

表2: 端末属性テーブル例

変換関数名	TID{Xmin,Ymin,Xmax,Ymax}
vrml-func()	{1024,768,1600,1200}
画像-func()	{800,640,1024,768}
要約-func()	{400,320,800,640}

また、SR-SQL格納テーブルは、空間検索用のSR-SQLテンプレートを格納するテーブルで、円検索、経路検索等の様式に応じて下記のように変数含むをテンプレートを格納しておく。

円検索テンプレート

```
select $変換関数名(tuple)
from $place
where IntersectsIn(Circle($x,$y,$r),tuple);
```

4. プロトタイプの実装

4.1 3次元仮想空間生成システム

今回、能動型検索機構の一例として、3次元仮想空間生成システムのデータベースサーバ部をIndigo2(米SGI)上に実装した。

地図データは、住宅地図CD-ROM (Zmap-townII-95年 多摩地区 Vol.1: ゼンリン出版) から、縮尺1/15000、範囲約600mx600m(データ量約450KB)に存在する2次元図形とその階数属性を読み取って使用した。つまり、このプロトタイプは1ブロック600mx600m、データ量約450KBの管理単位で構築した地図情報システムと想定することができる。

データベースには、アクティブ性とデータブレードを持つ理由からIllustra(米Informix社)を採用した。データブレードとは、各アプリケーションに特化したデータ、タイプ、関数、メソッドを定義したものである。

今回、以下の2つのデータブレードを能動型検索機構の実装に使用した。

・Webデータブレード

端末種別判定部、SR-SQL生成・発行部の実装に用いた。このWebデータブレードは、変数を含むSQLから検索時に動的にSQLを生成・実行するWebI/F関数を持つため、通常はHTMLデータの動的生成の目的で使用される。しかし、今回の実装では、この機能を空間検索のためのSQLを動的に生成するために利用した。

・2次元データブレード

建築物の家枠を表す閉図形や、道路を表す折れ線図形を2次元図形データとして、空間データテーブルへ格納し、これらのデータを空間インデックスを用いて高速に検索するために、2次元データブレードを用いた。

このデータブレードは、R-Treeインデックス[6]を用いており、数種類の2次元図形を格納する型と、この型を用いて格納したデータを高速検索するための空間インデックス関数を提供しており、これらを利用した。

4.2 プロトタイプの実行例

今回の実装では、データ変換関数として、VRML生成関数のみを作成した。この関数は、空間インデックス関数によって検索した2次元図形データと階数属性データから、VRML形式の3次元地図を生成するものである。生成の過程で、建築物の図形を階数x3mの高さに仮想的に立ち上げ、VRML形式に変換している。

この関数を用いて変換した検索結果を図3に示す。図中左はNetscape(米Netscape社)上に地図(国分寺駅付近 約600mx600mの範囲のGIF画像)を空間検索のインタフェースとして表示した例である。ウィンドウ下部に半径を指定した後、この地図画像上で任意の位置をクリックすると、指定した半径で円検索を実行する。図中右は、白円で示す半径100mの円検索を実行し、能動型検索機構により仮想3次元のVRML形式に変換した結果である。これらをWebSpace(米SGI社)に表示した例を2つ示す。

5. おわりに

本研究では、WWWサーバとORDBMSを連携したシステムから、多様なWeb端末に最適な形態の空間情報を提供する能動型検索機構を提案し、その一部を実装した。

今後の課題としては、

- 1) 案内用要約地図の自動生成
- 2) 他サイトのデータベースとの統合方式等を考えている。

参考文献

[1] <http://vs.sony.co.jp>

[2] <http://ec.nri.co.jp/clclub>

[3] 山本, 田中: 大規模VRMLオブジェクトデータベースシステムの設計, Proc. of Advanced Database System Symposium, pp121-129, 1995

[4] <http://alexandria.sdc.ucsb.edu>

[5] <http://www.wildbird.or.jp>

[6] Guttman, A: R-Trees: A Dynamic Index Structure for Spatial Searching, Proc. of the 1984 SIGMOD International Conf. on Management of Data, pp47-58, 1984

[7] 保木, 小西: WWWサーバと連携したアクティブデータベースからの画像検索: 情報処理学会DBS研, 108-8, 5.23.1996

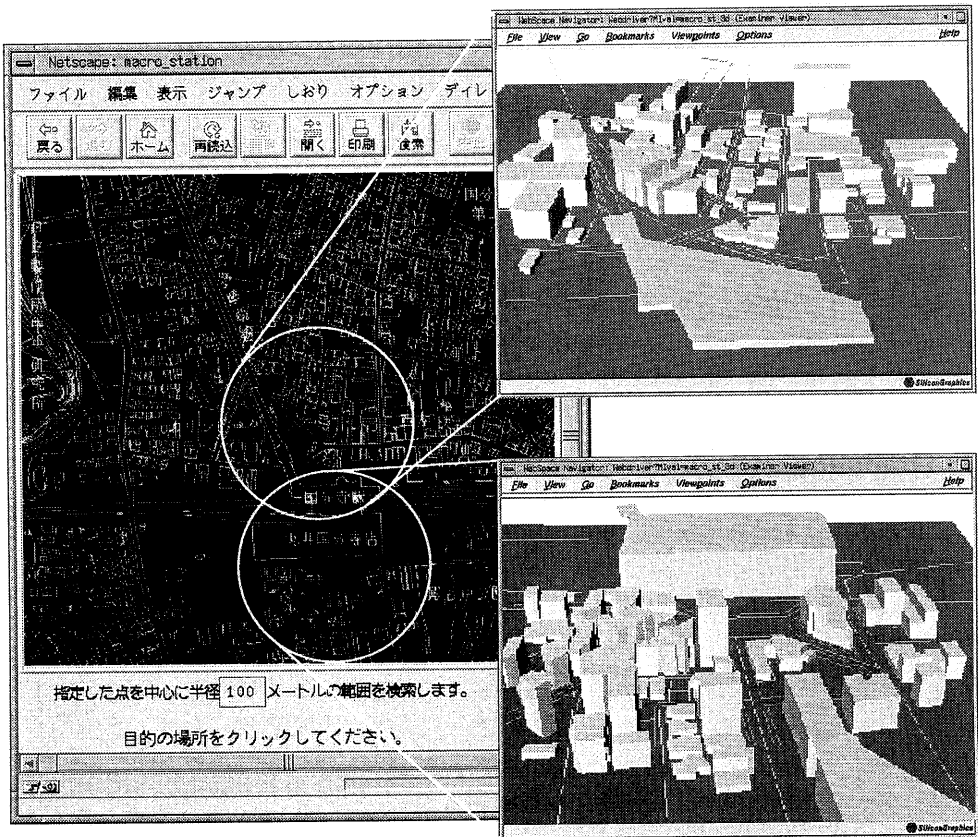


図3: 能動型検索機構による3次元検索例

Netscape(左)に表示した地図画像上で半径100mの円検索を実行し、仮想的3次元VRMLに変換した結果をWebSpace(右)で描画した例
(ゼンリンZMAP TOWN II '95 東京多摩 vol.1 使用)