

II-43 VRML と JAVA による分散景観シミュレーション

萩原 豊¹⁾, 渡辺成子²⁾, 槇 良人³⁾

- 1) (財) 電力中央研究所 我孫子研究所 構造部 (〒270-11 千葉県我孫子市我孫子 1646, hagiwara@criepi.denken.or.jp)
 2) (株) 電力計算センター 技術部 (〒101 東京都千代田区内神田 1-7-6, ws@dcc.co.jp)
 3) (株) 電力計算センター 技術部 (〒270-11 千葉県我孫子市我孫子 1646, maki@dcc.co.jp)

1. はじめに

公共性の高い施設の立地に際して、事業者は情報公開による意志決定過程の透明化を求められている。また、事業者の内部やこれを支援する業者の間では、コストダウンを図るために、情報共有による意志決定の効率化が必要となっている。インターネット・イントラネットは、このような情報公開・情報共有を実現する媒体として社会に定着しつつある。さらに三次元コンピュータグラフィックス (3D-CG) の標準データ記述言語 VRML と、ブラウザ上で動作可能なオブジェクト指向言語 JAVA が登場したことで、景観や複雑な技術情報を直感的に理解し易い表現でインターネット・イントラネット上に開示することが可能となった。

本報告は、VRML・JAVA を用いて開発した、情報公開・情報共有のための分散景観シミュレーションシステムに関するものである。本研究で開発したシステムでは、VRML によって情報提供者（事業者等）が景観情報をインターネット・イントラネット上に開示するだけでなく、これを見た利用者（地域住民等）が自分の好む景観を対話的に作り上げ、さらにその結果を情報提供者が収集し、収集した結果の統計を開示する、という一連のプロセスを WWW の枠組みの上で可能としている。

2. VRML・JAVA・HORB

WWW ブラウザ上で 3D-CG を容易に表示できる VRML は、Version 2.0 となって仕様の拡張が図られた結果、景観に関わる情報公開・情報共有に応用する上で十分な機能・表現力を具備するに至り、すでに様々な応用が各方面で始められている[1]。一方、JAVA は WWW 上でのユーザーインターフェースの記述に広く用いられているだけでなく、様々な API (Application Program Interface) の開発により、本格的な分散システムを構築するための汎用プログラム言語として、急速に成長しつつある。

しかし、一方的な情報提供だけでなく、地域住民などからのフィードバックを受け取れる双方向の通信を実現することは、VRML が備えている限定的なネットワーク機能だけでは不可能である。また、JAVA を使ったとしても、socket など抽象度の低いインターフェースを用いて通信を行う限り、双方向のコミュニケーションを実現する分散システム構築は煩雑なものとなりがちである。このよう

な現状にあって、電子技術総合研究所の平野聡氏が開発した HORB は、分散システム構築を極めて容易なものにした。HORB は、JAVA を分散オブジェクト指向言語に拡張する JAVA 用の Native ORB (Object Request Broker、オブジェクト間通信機構) であり、分散オブジェクト間を簡単に接続することができる[2]。このため、本研究では、VRML・JAVA に加えて HORB を用いて分散景観シミュレーションシステムを構築することを試みた。

3. システムの概要

3.1 開発目標

本システムは、事業者等の側（以下、情報提供者）から計画過程にある施設の景観情報を公開するとともに、これに対する地域住民等の側（以下、利用者）からの評価を計画にフィードバックするため、VRML・JAVA をユーザーインターフェースとする非同期な協調作業環境を、インターネット等のネットワーク上に実装することを目的としている。具体的には以下の機能を実現することを目標とする（図1参照）。

- ・ 情報提供者は、WWW サーバを用いて、計画過程にある施設の景観を VRML の 3D-CG 表現で公開する。
- ・ 利用者は、一般的な WWW ブラウザ及び VRML ビューワによって、施設中をウオークスルーし、施設の景観を自由な視点から評価できる。
- ・ 利用者は、施設の外観に関わる様々な要素（色・テクスチャ等）を自分の好みに応じて変更し、結果を確認し、WWW サーバに登録する、という一連の作業を、ブラウザ上で対話的に行うことができる。
- ・ サーバは、利用者が登録した景観の変更結果をログとして記録し、情報提供者及び利用者からの要求に

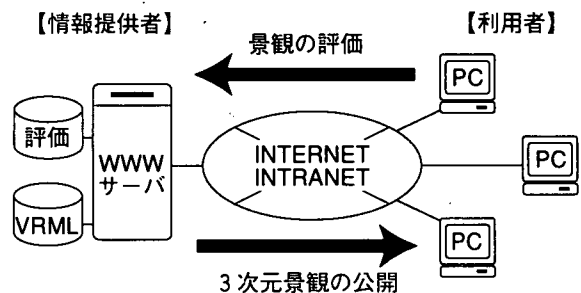


図1 分散景観シミュレーションシステムの概念

応じてログの解析を行って集計結果を提供する。

3.2 実行環境

本システムは、WWWをベースとするクライアント・サーバモデルを採用しており、以下の環境上に実装されている（図2参照）。まず、WWWサーバ側は、Sun Microsystems社のUltra-1 model 140上に、CERN httpd 3.0とHORBを実装している。クライアント側は、JAVA VMの動作するWWWブラウザとしてNetscape 3.0以降、Netscape上でのVRMLビューワとしてSilicon Graphics社（SGI）のCosmo Playerを利用する。クライアント側については上記のソフトウェア環境が実現できれば、ハードウェアには依存しない設計となっているが、現在のところSGIのIndy、O2ならびにWindows NT、Windows 95での動作が確認されている。クライアントでの操作の快適性は、VRMLシーンの大きさ（ポリゴン数）とハードウェアの3D表示能力に依存するが、数千ポリゴン程度であれば、安価な3Dアクセラレータ（例えば、STB ViRGE/GX）を搭載したPCで十分に操作可能である。ネットワークは、TCP/IPによる通信を行うことができれば良く、特別な通信環境を必要としない。

景観データは、Windows NT上のAutoCAD R13Jにより生成しDXFとして出力した後、VRML2.0フォーマットに変換した。テクスチャ・色・照明等の設定は、特定のオーサリングツールによらず、VRMLファイルを直接編集す

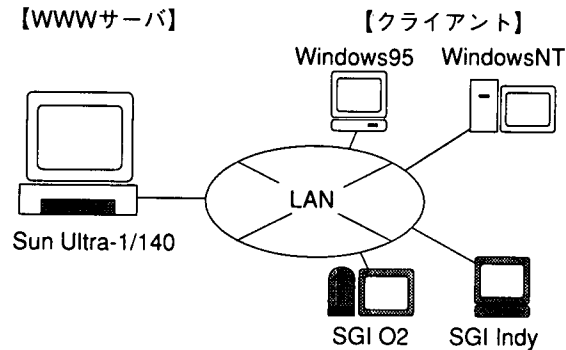


図2 システム構成図

ることにより行った。なお、本研究のために用いた計算機環境は、電中研の計算科学・マルチメディア開発環境「創造的発想システム」の一部を構成している[3]。

3.3 実装方法

本システムのクライアントでの操作の流れ（図3参照）に沿って、実装方法の概略を示す（図4参照）。

(1) 利用者は、ブラウザでWWWサーバにアクセスして、本システムを起動するHTMLページをダウンロードし、「START」ボタンをクリックして景観の3D-CGモデルを格納したVRMLファイルの送信を要求する。サーバはこれを受けて、まずCGI（Common Gateway Interface）によりC言語プログラムを起動し、ユーザーごとに個別に表示、変更するためのVRMLファイル群をオリジナルのファイル群からワーク領域にコピーする。この際、サーバは以降のセッションのコンテキストを維持するためcookie[4]の値を生成して、VRMLにそれを付与した上で利用者のブラウザに送信する。これにより、利用者はVRMLビューワで3D景観中をウ

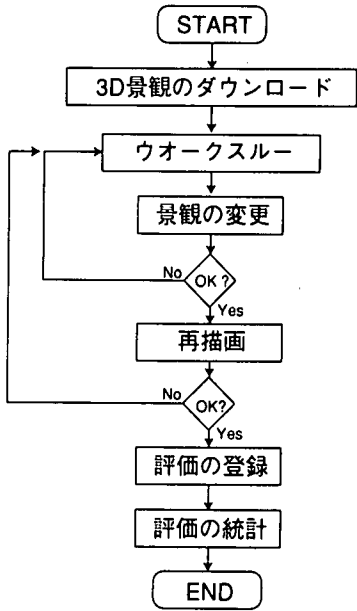


図3 クライアント側の操作の流れ

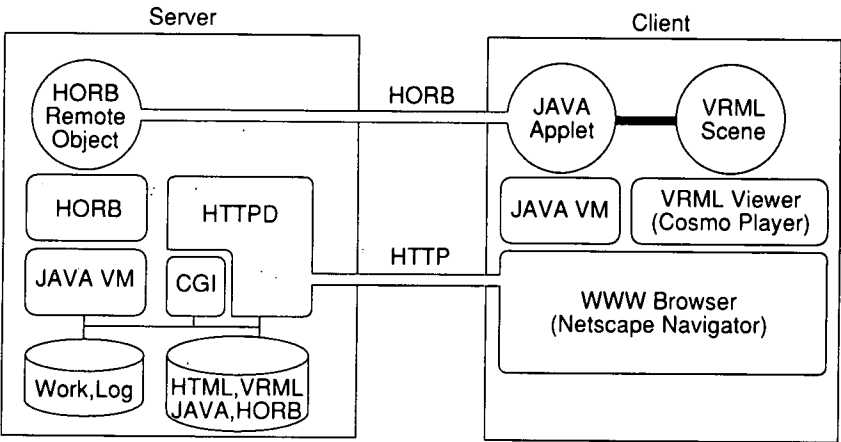


図4 実装方法

オークスルーし、自由な視点から評価することができる。なお、VRML ファイル群は、オブジェクト毎に別ファイルとしてサーバに格納され、Inline ノード (WWW から VRML オブジェクトを読み込む VRML 2.0 の機能) によりひとつのシーンにまとめられている。

- (2) 利用者が VRML シーン中の特定のオブジェクトをクリックすると、anchor ノード (オブジェクトを URL にリンクする VRML 2.0 の機能) によりリンクした JAVA アプレットがサーバからダウンロードされ、ブラウザ上に景観要素 (色、テクスチャなど) の変更オプションが提示される。利用者がそのうちのひとつを選択すると、HORB によって、JAVA アプレットからサーバ上のリモートオブジェクトに選択内容が伝えられ記憶されるとともに、VRML ファイルに選択が反映される。
- (3) (2)の景観要素の選択を複数のオブジェクトについて繰り返した後、利用者が「再描画」ボタンをクリックすると、サーバから(2)の操作履歴を反映した VRML ファイル群 (変更しないオブジェクトも含むシーン全体) がダウンロードされ、利用者の選択内容を反映した景観がブラウザに表示される。
- (4) (2)、(3)を繰り返して結果に満足した利用者が、「評価の登録」ボタンをクリックすると、HORB によって、JAVA アプレットがサーバ上のリモートオブジェクトにその指示を伝え、本システムにアクセスした利用者の登録内容を記録するログファイルに、当該利用者のそれまでの操作履歴を追記する。
- (5) 利用者が「評価の統計」ボタンをクリックすると、CGI によりサーバ上で C 言語プログラムが起動され、(2)の操作履歴を反映した VRML ファイル群に対して、評価の集計結果をグラフ表示する JAVA アプレットが anchor され、利用者のブラウザに送出される。利用者が、

集計結果を見たいオブジェクトをクリックすると、上記のアプレットが呼び出され、これと HORB で連携したサーバ上のリモートオブジェクトがログファイルを解析して、利用者自身の評価を含む過去の評価結果を集計して JAVA アプレットに引き渡す。最後に JAVA アプレットが集計結果を棒グラフとしてブラウザに表示する。これにより、利用者は自分の行った「評価の登録」がサーバ上の記録に反映されたことを確認できる。また、情報提供者は利用者が登録した評価の傾向を随時把握することができる。

- (6) 利用者が「終了」ボタンをクリックすると、JAVA アプレットが HORB によりその指示をサーバ上のリモートオブジェクトに伝え、不要となったサーバ上の一時ファイル群を消去し、セッションを終了する。

3.4 適用の一例

本システムを、図2に示した実行環境に実装し、SGI Indy R5000 XGE をクライアントとしてテストを行った。表示の対象とした景観は、仮想的な石炭火力発電所のサイト全体である。VRML シーンは、8499 ポリゴンで構成されており、ファイル容量は2360KB である。サーバクライアント間のネットワークの転送速度を決定している媒体は Indy が接続されている Ethernet (10Mbps) であり、当該条件で転送に必要とされる時間は、Netscape 上での Cosmo Player の起動も含めて 50 秒弱である。ほぼ全てのオブジェクトについて、利用者による色の変更が可能であり、一部のオブジェクトについてはテクスチャの変更を可能とした。図5に色の変更オプションを提示する JAVA アプレットをダウンロードした時点での、ブラウザの表示状況を示す。また、図6には上記の色変更後の状況 (中央の建屋の色が変更されている)、ならびに「評価の統計」における集計結果を示す棒グラフの表示状況を示す。なお、上記の条件では、3D アクセラレータを持たない Indy

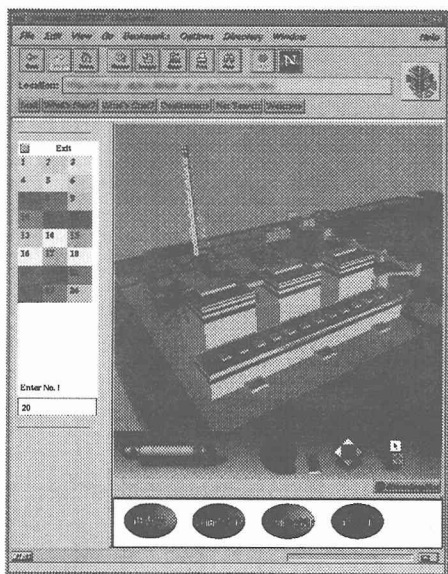


図5 景観の変更オプション (景観変更前)

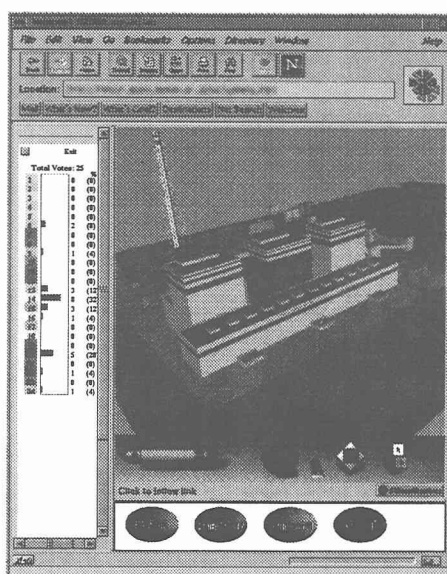


図6 景観変更の集計結果の表示 (景観変更後)

R5000 XGE や一般的な構成の Windows NT PC でも、十分に快適なりアルタイムウオクスルーを実現することができた。

4. 応用の可能性

本システムは、景観設計の分野で様々な応用が可能である。まず、インターネット上では、事業者は計画中の施設の景観に関わる地域への情報公開と意見聴取を行うことができる。これは、バーチャルな住民参加型ワークショップと位置づけられる。事業者が施設計画の初期段階から本システムを用いた場合、地域住民から収集された意見を反映して設計を詳細化し、絞り込まれた選択肢とともに再度地域にこれを公開することができる。このようなプロセスを繰り返すことにより、事業者は事業における自らの主体性を確保しつつ、施設計画に関わる意志決定過程を地域に対して透明化し、さらに計画への住民の直接的参画を実現することが可能となる。同様な手法を、特定の施設ではなく、地域の景観デザイン全体に対する一般的な意識調査手法として用いれば、より広域的な都市デザインに地域固有の嗜好を反映させることも可能となろう。

また、事業者のイントラネット上、あるいは事業者・設計業者・施工業者を結ぶエクストラネット上では、本システムを景観に関する情報共有・意志決定支援システムとして用いることができる。VRML は文章や二次元画像よりも正確かつ容易に景観デザインを伝達することができるが、本システムではさらに施設を構成する要素の様々な選択肢の相互作用を、利用者のデスクトップ上で検証できるため、景観設計プロセスの時間短縮に効果を挙げることが期待される。

なお、3D-CG は、景観だけでなく複雑な技術情報の表現にも有効である。このため、環境・安全性等に関わる高度な技術的課題を、判りやすく地域に開示し正確な理解に基づく地域の意見を収集することも、本システムの延長上で実現されることが期待される。

5. 本システムの実装方法の長所・短所

本システムは、以下のような長所を持っている。

- ・サーバ構築に特殊なハードウェアやオーサリングツールを必要とせず、低コストである。
- ・WWWブラウザで利用可能であり、利用者に特殊なリソースを要求しないため、広域的にサービスを展開することが容易である。
- ・VRML と JAVA により、誰にでも判りやすく景観を提示できる。
- ・景観に加える変更の内容に制限がない。オブジェクトの移動や形状の全面的な変更も可能である。
- ・複数の利用者の同時アクセスに対応可能である。

一方、本システムは、未だ成熟過程にある VRML を中核技術として用いているため、以下のような短所もある。

- ・詳細な景観表示を行う場合には VRML ファイルのサイズが大きくなりダウンロードに時間がかかる。
- ・3D-CG 処理能力の低い PC では表示が遅い。特に、テクスチャマップの多用は現実的でない。
- ・「再描画」・「評価の統計」等を行う度に、変更を加えていないものも含めて全ての VRML シーンを転送するため、通信速度が遅い場合には、操作の快適性が損なわれる。
- ・明示的に「再描画」を指示しない限り、変更が表示に反映されない。

これらの問題については、現在進みつつある PC への 3D アクセレータ搭載の一般化に加えて、VRML2.0 の Script ノードの利用、あるいはファイル形式のバイナリ化と圧縮、External Authoring Interface 等、近い将来に VRML 規格への組込が予定されている新しい機能の適用によって改善されるものと期待される。また、本システムでは不特定多数の利用者を対象とする地域への情報公開を念頭としたため、非同期なコミュニケーション形態をとったが、イントラネット等での情報共有を前提とすれば、やはり近く標準化が期待される VRML のマルチユーザ機能により同期的協同作業への対応も可能かつ有効と考えられる。

6. 結論

VRML、JAVA、分散オブジェクト間通信機構 HORB を用いて、情報公開・情報共有のための分散景観シミュレーションシステムを開発した。本システムは、VRML の 3D-CG をインターフェースとして、利用者には景観の対話的な変更を、情報提供者には利用者の景観に関する選択の情報収集を可能とする。本システムは、インターネットを媒体として、事業者から地域への景観情報の公開・意志決定過程の透明化・住民参加の手段として用いることができる。また、事業者・協力会社のイントラネット・エクストラネット上では、3D-CG による正確な景観情報の伝達により、施設計画プロセスの短縮化に役立てることができる。本システムは、汎用的な WWW サーバ、WWW ブラウザ、VRML ビューワを用いて実装されており、利用者側に特殊なリソースを要求することなく、高度なユーザインターフェースを持つ景観情報システムを低コストで実現することができる。

参考文献

- [1] Hartman J., Wernecke, J. : The VRML 2.0 Handbook, Addison-Wesley, 1996.
- [2] 平野聡: HORB: ワールドプログラミングのための並列分散オブジェクト指向言語, 第12回オブジェクト指向計算ワークショップ WOOC96, 1996.
- [3] 萩原豊: 創造的発想システムの構築, 第10回計算力学講演会講演論文集, 機械学会, pp. 327-328, 1997.
- [4] <http://search.netscape.com/assist/security/faqs/cookies.html>