土木計画学研究発表会, No.22(1), pp.5-8, 1999.10.

３Ｄ－GIS及びインターネットを用いた都市景観評価の合意形成システム

Using 3D-GIS and the Internet for Facilitating Public Involvement in Urban Landscape Evaluation

ハンマード アミン*, 杉原健一**, 林良嗣***
Amin Hammad*, Kenichi Sugihara**, Yoshitugu Hayashi***

１．はじめに

公共事業等のプロジェクトにおいて、市民の合意を形成する過程や活発な市民参加がプロジェクトの成功への大きな鍵となる。現在、プロジェクトの大部分は２次元地図で市民に提示されており、場合により、視覚的に認識しやすいＣＧフォトモンタージュを用いて提示されている。しかしながら、それらの媒体では、見る人と行政がインタラクティブに関係しているとはいいがたい。高性能パソコンと景観シミュレーション用のＣＡＤソフトウェアを用いて、都市計画代替案のビジュアル化を提案している研究者もいる[4]。但し、このＣＡＤデータを作り上げることは非常に時間と費用がかかる。そこで、都市計画用の地理情報システム(ＧＩＳ)を活用することによって、比較的低コストで詳細な地図情報を利用でき、都市計画のビジュアル化に広く応用することができる[3]。２次元ＧＩＳと３次元ＣＡＤと他のマルチメディアデータを組み合わせることによって、現在の都市景観と新しい計画に伴った都市景観を効果的に比較できる[2),5)]。さらに昨今では、インターネットへのアクセスの簡便さと、World Wide Web (WWW)上に３次元景観シミュレーションデータを載せることが容易になったので、都市景観評価における新しいメディアが提案されている。

本論文では、都市景観評価における合意形成において、ＧＩＳ、ＣＧ及びインターネットの技術の統合を提案する。統合することにより、 人々はインターネットを介してＷｅｂ上のＶＲＭＬ(Virtual Reality Modeling Language)形式の３次元仮想都市空間にアクセスし、合意形成を図ることができる。この方法は、実用的かつ低コストで、人々の意見を収集することができる。さらに、インタラクティブ性を押し進めるために、仮想都市の訪問者は建築物の代替案が盛り込まれた仮想空間をウォークスルーし、フライオーバーすることも可能となる。事例を使って本研究の有効性を証明する。

Keywords： GIS、景観、合意形成
* 正会員 名古屋大学工学研究科土木工学専攻 講師
〒464-8603 名古屋市千種区不老町
hammad@civil.nagoya-u.ac.jp
** 正会員 岐阜経済大学 助教授
*** 正会員 名古屋大学地圏環境工学専攻 教授

２．都市景観評価における合意形成のための仮想空間の役割

インターネットに接続する人の数は西暦２０００年までに全世界で２億人に達するといわれている。また、コンピューターのＣＰＵの能力も１８ヶ月ごとに倍増し、通信回線の伝送速度も急速に増大している。ハードウェアの基盤の進歩だけでなく、ソフトウェア分野での技術革新、例えば、インターネットサーバ構築技術、３次元ＣＧ、地理情報システムを含むデータベースの発展は目覚ましい。現実と変更された２次元ＧＩＳの都市空間データを３次元空間に拡張し、さらにアニメーションや音声などのマルチメディア情報も付加し、それをインターネットの WWW を介して共有することによって“Virtual City”と呼ばれる新しい研究分野が提案されてきた[1)]。“仮想都市”の概念は、現実の都市とは無関係の“想像上の仮想都市”というものも考えられるが、本論文では、現実の都市環境を再現し、その都市景観に及ぼす変化をシミュレートする仮想都市について考察する。

都市景観評価と合意形成のための市民参加において、仮想都市空間の役割は次のように考えられる。(1)比較的低コストで多くの人々に都市計画案を提示すること、(2)３次元シーンをインタラクティブにウォークスルーできること、(3)人々からのフィードバックを受け取り、それを共有することである。最後の役割は特に重要で、オンラインの

電子アンケートやＢＢＳ(Bulletin Board System、電子掲示板)によって達成される。これらのシステムは、合意形成を図るデルファイ法などに利用される場合、従来のアンケートと比べて有効であると思われる。

３．仮想都市空間生成及び発信のための要件

GIS インターネットマップサーバの最新の進歩、ＧＩＳとＣＧの統合化、及びＶＲＭＬの新しい可能性によって、都市計画に市民参加を促すためのインターネットの活用が盛んになっていくと考えられる。ＧＩＳとＣＧの統合の例として、E.S.R.I の ArcView 3D Analyst Extension が挙げられる（http://www.esri.com)。このソフトウェアは２次元地図データの建物を高さデータに基づいて押し出ししたり、複雑な地形などを TIN (Triangulated Irregular Networks)を用いて３次元形状のモデリングができる。さらに、生成された３次元ＣＧは、インタラクティブな透視投影ビューイングが可能であり、VRML 形式でデータのエクスポートができる。VRML は、インターネット上で３次元ＣＧを生成する言語のデファクトスタンダードとなっている。1997 年の VRML Consortium でリリースされた最新のバージョン、VRML2.0 ではルート制御、ノードの多様化などで仮想現実空間を実現する機能を備えている。

VRML ファイルを生成・編集するには、例えば 3D StudioMAX [7]を用いて３次元オブジェクトを生成・編集してから VRML 形式にエクスポートできる。一旦、３次元オブジェクトのモデリングとレンダリングが完成すると、それよりインターネット上で情報発信するための動画や静止画を生成することは容易である。このようにインターネット上で仮想都市空間を構築することは技術的には実現可能だが、これを都市計画一般、特に、景観評価への住民参加に利用するには、解決しなければならないいくつかの問題が残っている。次の節で、これらの問題とその解決策を考察する。

（１） データ取得及び操作の実際的な方法

今やかなりのＧＩＳ都市データが利用可能となった。例えば、日本の大都市については主として２種類の電子地図情報源がある。(1)建物、道路などの小縮尺のＧＩＳデータ(1:2500)が住宅地図として毎年更新されている。(2)高精度の土地利用メッシュデータ(10m メッシュ)、土地利用規制（100m メッシュ)と標高データのメッシュデータ(50m メッシュ)、これら数値地図は国土地理院によって更新されている。建物、道路、標高などを含む現在のＧＩＳデータが３次元仮想都市空間を構築するための出発点となる 。

建物のＧＩＳデータは基本的に２次元の多角形データである。建物を３次元表現するための必要な属性データは、建物の階数または高さ、構造(鉄筋コンクリート造、木造など)、屋根の形状(平面、傾斜など)、土地利用(住居、商業、工業など) があげられる。建物の多角形にこうした属性を持たせることにより、都市環境における建物の大まかなボリューム分布の３次元表現が可能となる。

建物の表面のテクスチャーマッピングは、実際の建物の各面を直接写真撮影するか、イメージライブラリにあるコンクリート、鉄、ガラスなどのイメージを利用し、それらを建物の３次元オブジェクトに貼り付ける。現実感を出すために、その他の３次元オブジェクト、例えば、木や街灯、人を３次元シーンに付け加える必要がある。音声ファイル、例えば、水の音や交通の騒音はデジタル音声ライブラリから取得できる。光については、３次元ＣＧソフトで様々な照明効果を演出することもできる。

（２）ダウンロードするデータ量の削減

仮想都市空間をナビゲートするには情報公開する都市景観シミュレーションのファイルをインターネットのサーバからダウンロードするが、現実的にダウンロード可能なファイル容量とする必要がある。また、ナビゲートしている間のＶＲＭＬファイルをレンダリングするスピードは、コンピュータのグラフィックスアクセラレータなどの画像処理能力に依存する。そのため、できるだけＶＲＭＬシーン中のオブジェクト数を減らし、テクスチャマッピングを使ってポリゴン数を減らすことが必要である。

（３）ナビゲーションに関する問題

CosmoPlayer のような市販のＶＲＭＬブラウザーを用いて、ユーザーが仮想都市空間のシーンとインタラクティブにウォークスルーしたり、フライオーバーすることができる。しかし、ＶＲＭＬブラウザーには、あらかじめ決めたルートをナビゲートすることや、前もって決めたカメラ位置から観察する機能を付け加えることが望ましい。

さらに、より高度なブラウザーでは、代替案のシーンの比較を行ったり、インタラクティブにシーンにオブジェクトを付け加えたり、編集することも必要と考えられる。こうした機能は、ＪＡＶＡ言語をＶＲＭＬ中のスクリプトノードとして付加することで実現できる。

４．仮想都市空間作成方法

仮想都市空間を作成する手順は以下の通りである。

（１）周辺の道路や建設物などの GIS データを取得する。このデータは複数の多角形や線やポイントのデータに別れている。（２）GIS データを DXF や VRML などの３次元ＣＧ形式に変換する。この段階では、2 次元の GIS に地形の標高や建物の高さなどの立体的な情報を追加する。また、建物の屋根の種類や色などの属性をできる限り利用し、3 次元モデルの詳細を自動的に作成する。この作業を、最近の市販の GIS ソフト（例えば ARCVIEW の３D ANALYST）では、GIS データの 3 次元化が容易になったが、複雑なデータ変換が必要な場合は、GIS ライブラリ[6]を用いて、Visual Basic などのプログラムにより変換することが可能である。（３）新しいプロジェクトの CAD データを作成・編集する。このデータを 3 次元モデリングソフト、例えば 3D StudioMax[7]、を用いて編集する。（４）GIS データと CAD データを統合する。この作業は、3 次元モデリングソフトを用いて、CG 形式に変換した GIS データと新しいプロジェクトの CAD データとを統合し、位置的な関係を調整する。（５）よりリアリティのあるシーンを作成する。そのため、建物などのテクスチャーマッピング、看板、信号機、ストリートファニチャー、人間のアニメや静的なキャラクターなどをシーンに挿入する。また、シーンを観察するカメラの位置やライトやサウンドスケープを表現する音も必要に応じてシーンに追加する。（６）作成した３次元データを VRML に変換し、インターネットに公開する。（７）ウォークスルーをより容易にするため、VRML ブラウザーのナビゲーション機能に加えて、幾つかの機能、例えば、幹線道路上のウォークスルーを JAVA 言語を用いて用意する。

５．インターネット上の電子アンケート調査

市民の意見を整理しコンセンサスを得るために、インターネット上の電子アンケートを HTML フォームと CGI (Common Gateway Interface) のスクリプトを用いて作成する。電子アンケートの利用方法は図１に示す。Perl 言語などで書かれた CGI スクリプトによって、HTML フォームで入力された回答者のデータを集計し、その時点までの集計結果を円グラフなどで表示する。入力フォームには、都市計画に関する質問に対してラジオ・ボタンやチェック・ボックスにより、複数の回答を選択できる。また、感想や意見を述べるためのテキスト・ボックスも用意する。

６．ケーススタディ

本論文のケーススタディを名古屋市栄地区で計画されている栄公園とする。このプロジェクトでは、公園の機能に加えて、地下のバスターミナル（21 バス）及び半地下のショッピングモールも含まれている。プロジェクトの床面積は 19,869 m^2 であり、位置的には愛知芸術文化センターや NHK ビルに隣接し、都心の文化集積の中心に立地している。このプロジェクトを選択した理由は、公共プロジェクトとして、複数の評価軸に問われているためであり、市民参加の呼びかけに適した例である。図２は優勝した設計提案及びその一部を３D StudioMax Ver.2.5 で作成した３次元表示である。図３は栄公園とその周辺の風景を WEB 上に公開したときのブラウザーの画面を示す（ http://www.civil.nagoya-u.ac.jp/hammad/sakae.html）。この図には、自動車や木や信号機や人間のアニメなどの数多くの図形メッシュオブジェクトが含まれている。GIS とＣＧの効率的な組み合わせによって、このケーススタディを比較的に短期間で実現できた（約３人･日）。

７．あとがき及び今後の課題

本論文では、公共事業における様々な案を仮想都市空間に配置し、景観評価するシステムを提案した。構築した３次元都市空間をインターネットのＷＷＷを介し、市民の合意形成を計ることについて考察した。事例として、名古屋市栄公園における公共事業のケースを取り上げ、本景観評価システムの有効性を示した。VRML ファイルの圧縮やデータの削減、及びこの新しいメディアに対する一般市民の反応についての検討が今後の課題である。本研究は（財）名古屋産業科学研究所「近未来都市研究プロジェクト（代表：林良嗣）」の一部として行った。

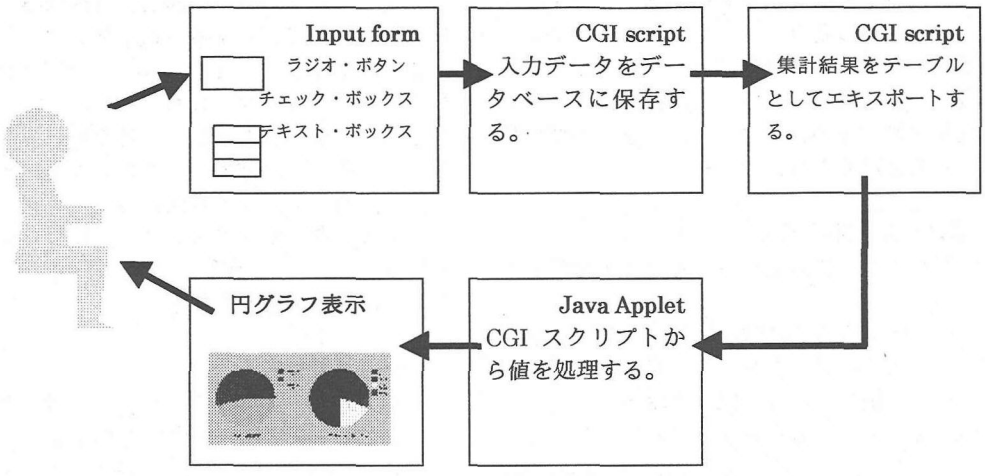

図１　電子アンケートの利用方法

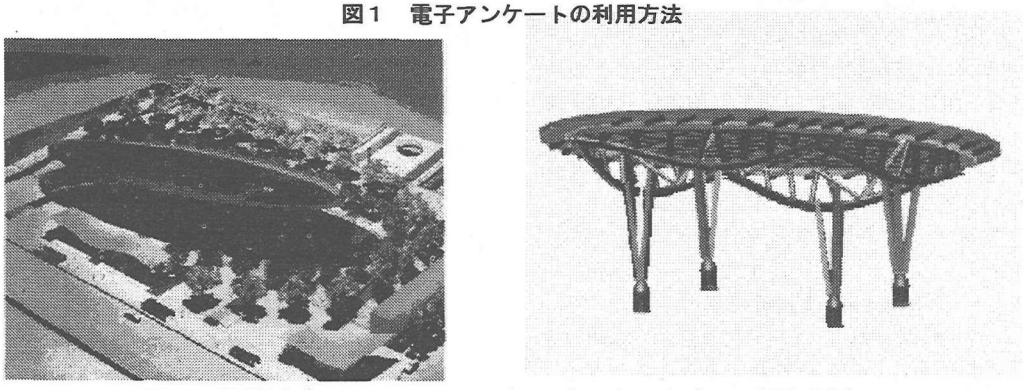

図２　優秀デザインのフォトモンタージュ（左）及び３Ｄ表示（右）

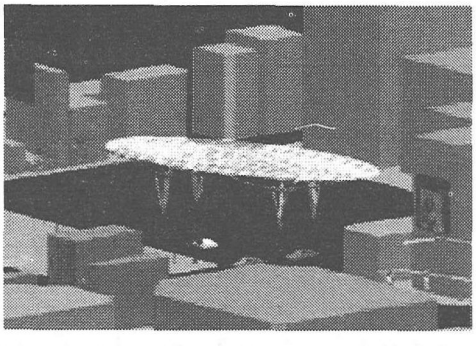

図３　栄公園地区の VRML の表示

参考文献

1）Faust, N.L. (1995). Virtual Reality of GIS, Environment and Planning B: Planning and Design, Vol. 22, pp. 257-268.

2）Gruber, M. (1998). The Cyber City Concept from 2D GIS to the Hypermedia Data Base, Proceedings of the International Workshop on Urban Multi-Media/3D Mapping, Tokyo, Japan, pp.47-54.

3）Langendorf, R. (1995). Visualization in Urban Planning and Design, Environment and Planning B: Planning and Design, Vol. 22, pp. 343-358.

4）Levy, R.M. (1995). Visualization of Urban Alternatives, Environment and Planning B: Planning and Design, Vol. 22, pp. 343-358.

5）Ligget, R.S. and Jepson, W.H. (1995). An Integrated Environment for Urban Simulation, Environment and Planning B: Planning and Design, Vol. 22, pp. 291-302.

6）MapObjects: GIS and Mapping Components (1996). Environmental Systems Research Institute, Inc. Redlands, CA.

7）Miller, P. (edt.) (1997). Inside 3D Studio Max, Vol. 2: Advanced modeling and Materials, New Riders, Indianapolis