

平成 22 年 5 月 31 日現在

研究種目：基盤研究 (C)
 研究期間：2007～2009
 課題番号：19560629
 研究課題名（和文）景観まちづくりプラットフォーム構築に向けた時空間情報のパッケージング手法
 研究課題名（英文）The development of spatial temporal data package for use in urban landscape design
 研究代表者
 篠崎 道彦 (SHINOZAKI MICHIIHIKO)
 芝浦工業大学・デザイン工学部・教授
 研究者番号：60241014

研究成果の概要（和文）：

Google Earth (GE) をプラットフォームとして GIS データや 3 次元データの変換・実装を行い良好な互換性と合成の結果が得られた。また、ネットワーク上に分散配置したデータを組み合わせたパッケージングの概念が成立することを確認した。これらの時空間情報を実装するための一連の手順と具体的なデータ変換手法を整理するとともに、環境情報の可視化、ゲームエンジン上での仮想都市環境の構築等、景観まちづくりへ多面的活用方法を検討した。

研究成果の概要（英文）：

The urban 3-dimensional model and GIS data are implemented into Google Earth successfully. And the dispersed data confirmed to be linked to the spatial-temporal package through the internet. The procedure of the data conversion and the implementation process is illustrated in this research. The visualization of urban physical environment and the construction of virtual urban using gaming technology are also examined for use in the practical urban landscape design.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	900,000	270,000	1,170,000
2008 年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2009 年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	2,600,000	780,000	3,380,000

研究分野：工学（都市デザイン学）

科研費の分科・細目：建築学/都市計画・建築計画

キーワード：都市景観，時空間情報，景観シミュレーション，景観情報技術，都市デザイン，インターネット，Google Earth，ゲームエンジン，GPS

1. 研究開始当初の背景

2005 年 6 月の景観法の完全施行にあわせ、景観形成をまちづくりの動機つけとした景

観まちづくりの取り組みが増加している。これに先立つ「美しい国づくり政策大綱」では、その 15 の施策のひとつに技術開発をあげ、

その中で「GIS を活用した 3 次元景観シミュレーションなど景観の対比・変遷を分析する」技術が示されている。情報技術 (IT) の発達により、空間情報の取得やその可視化などの技術は個々に高度な発達を遂げつつあるが、多くのまちづくりの現場でこれら技術が有効に活用されているとは言い難い。その一因として、景観まちづくりに必要な空間情報のパッケージングの難しさとそのコストをあげることができる。一般に、膨大な空間情報とそのハンドリングを伴う IT の活用は景観まちづくりの予算規模とマッチせず、商業ベースでの応用技術や低コスト化に結びつくマーケットとしては成立していない。大学と地域の連携によって、大学研究室が景観まちづくりに関わり、中には積極的に IT 活用を図っている事例もあるが、これらは概してコストの概念が希薄なため普及には限界がある。一方で空間情報そのものの活用範囲は大きな広がりを見せており、景観まちづくりにも利用可能な時間・空間データが各所に点在している。このような時空間情報を効率的にパッケージングし、汎用のプラットフォームに実装して高い操作性を実現する技術を開発する意義は大きい。

2. 研究の目的

都市の景観、環境、安全の現況や変化に関する時空間情報を、無償で提供されるバーチャル地球儀ソフトウェア Google Earth (GE) 上で多面的に表現するための情報のパッケージング技術を開発する。パッケージング技術とは、一カ所におけるデータの蓄積と共有の技術に加え、各所に点在する時空間情報をネットワークを介して仮想的に一元化し活用する手法を含む。操作性が高く、都市・建築のマーケットを超えて既に多くのユーザを持ち、しかも開発スピードの早いアプリケーションを用いることで、一般ユーザレベルでの景観情報技術の利活用を容易にすることが可能となる。従来 of VR, CG, GIS など個々に実現されている空間情報の可視化・共有を GE を核としたプラットフォームで実現し、その効果を検証する。

3. 研究の方法

(1) 時空間情報のパッケージングと汎用プラットフォームへの実装手法の検討

① Google Earth とその他汎用プラットフォーム候補の検討

本研究計画において核となるプラットフォームの候補としている GE について、その機能、性能を精査し、その他の汎用プラットフォームの候補となりうるアプリケーションと比較検討を行う。

② 時空間情報の GE への実装手法の検討

時空間情報の各々を GE に実装するため、

GE がサポートするファイル KML, COLLADA 等の XML 言語への変換プログラムを作成、あるいは収集する。

③ 時空間情報のパッケージング手法の検討

上記の作業により実装可能となった時空間情報を用いて、KML プログラムによってパッケージングする手法を開発する。ここでパッケージングとは時空間情報を一元的に利用できる状況に置くこと概念を言い、実際には一カ所へのデータの集約だけでなく、各所に点在する時空間データのリンク情報を用いながらネットワーク (インターネット) を介してアクセスし、表示する方法について検討する。

(2) 時空間情報の表示技術の検討

「見え方」だけではなく、環境や安全などに関する都市の様々な現況や時間的変化を提示する手法として、KML プログラムにより、ネスティングや時間に基づくデータリンクのスイッチなどを行うことで、空間的・時間的にもシームレスに認識可能な環境を実現し、都市空間の景観、環境、安全の現況や変化を表示する技術について検討する。

(3) 時空間情報の収集・整備

対象地区とそこで実施されるプロジェクトの目的に応じて、ベクトル地図、DSM データ等から対象地区の 3 次元モデルを生成、都市計画、種々の環境指標、防災関連情報などの 2 次元データ、経緯度座標、撮影時間を組み込んだ景観画像等を収集・整備、加工し、パッケージングと GE への実装を行う。

4. 研究成果

(1) 3 次元都市モデルの拡張・整備

東京都中央区八重洲口地区を対象として過去に研究室が参加したプロジェクトで共有する 3 次元都市モデルをベースに、市販の 3 次元都市モデルを加工して加え、丸の内地区を含めた東京駅周辺の 3 次元モデルに拡張した。拡張部分は、パスコ社が提供する東京デジタルマップから、丸の内、八重洲、日本橋地区の 3 次元モデルを抽出したもの、宙テクノロジー社作成の SORAMAP (東京駅エリア) で、これらのデータフォーマットを変換、必要に応じ測地系、座標系を整え一体化した。図 1 に拡張した 3 次元都市モデルを示す。具体的な作業は下記の通りである。

- ・ 2D/3D 図形ベクトルデータ (obj/mtl 形式など) の COLLADA フォーマットへの変換プログラム作成 (Perl で記述)。
- ・ GIS データ (shp 形式など) の KML ファイルへの変換
- ・ 景観画像などの取得位置、時間データの Exif ファイルへの埋め込みと KML ファイルとのリンク
- ・ 各情報の経緯度座標系・測地系の確認と調整

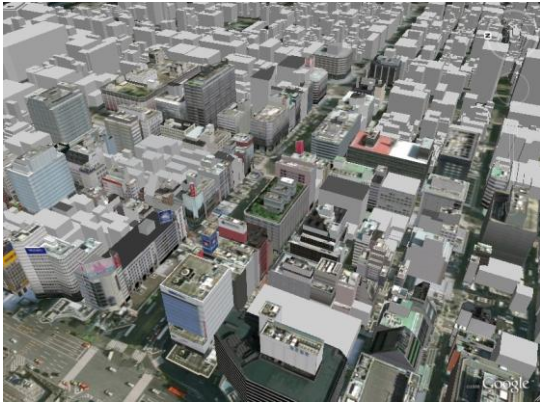


図1. Extended 3D city model

(2) 環境指標の解析と可視化

次に対象地区の代表点における天空率, 面的な日影, 道路面照度, 日射量などを計算し, その結果を可視化した。天空図については 3次元モデリングソフトのカメラ設定がアプリケーションによって異なるためあるため, 西 (1976) らの研究を参考に, 3次元都市モデルの内部に近似正射影反射鏡を作成して配置し, その鏡像を得ることで正射影天空図を得る手法を開発した。そのプロセスは以下の通りである。図2で,

$$x = \sin \theta \quad (1)$$

$$\frac{dy}{dx} = -\tan \frac{\theta}{2} \quad (2)$$

から (3) 式を得る

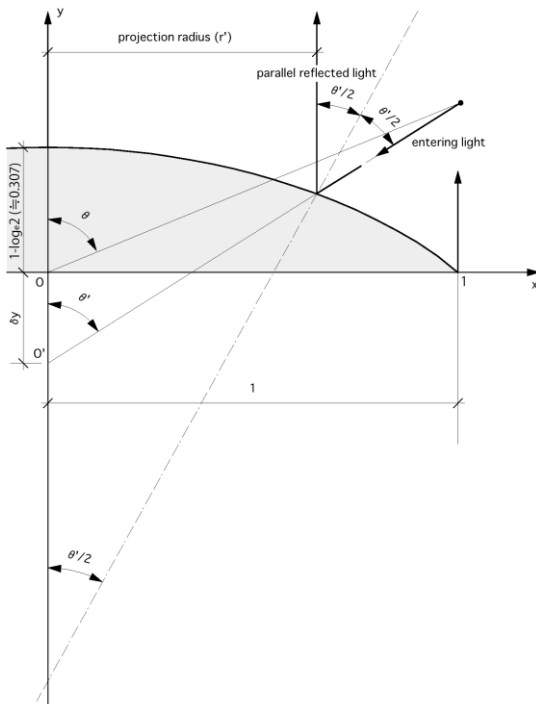


図2. Quasi-Orthographic Projection

$$y = \sqrt{1-x^2} - \log_e(1 + \sqrt{1-x^2}) \quad (3)$$

得られた天空画像を図3に示す。尚, これら作業のプラットフォームとしてはオープンソースのCGソフトウェアであるBlenderを採用し, 反射鏡などを作成するスクリプトをPythonで記述した。また, フリーの光環境可視化ソフトウェアRadianceを用いて対象地区の日影, 日射量および道路面照度を面的に計算し, その結果を可視化した(図4)。



図3. Quasi-orthographic-projection fish-eye image

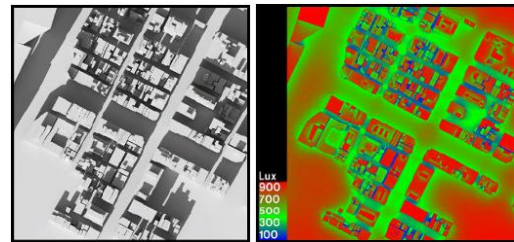


図4. Shadows and illuminance distribution on the street

(3) 時空間データのGE上への展開

① 3次元データのGEへの実装

3次元データはOBJファイルを介しGEがサポートするCOLLADAフォーマットに変換した後, XMLベースのKMLで記述してGEに描画した。GE上でのデータ量の制約は予想よりも低く, ナビゲーションではほぼリアルタイムでのウォークスルーが可能であることを確認した。この過程で, BlenderとGEとの良好な3Dデータの互換性と作業環境の効率化を確認した。図5はそのスクリーンショットである。

② GEへの付加情報のアタッチ

また, 前節で述べた手法を用いて複数の代表地点の天空率画像を作成し, その地点の経緯度情報をExifファイルに埋め込んだ。これをGEで呼び出すことで, 図6に示すよう

に天空画像を表示することが可能となった。これらの画像はURLをリンクに記述することでインターネット上からアクセス可能な場所に分散配置し、点在するこれら環境情報をGEのプラットフォームで共有していく方法についての実験を行った。一連の時空間情報のデータ変換とGEへの実装に至るプロセスを図7に示す。



図 5. 3D visualization in GE



図 6. Embedded sky hemisphere image in GE

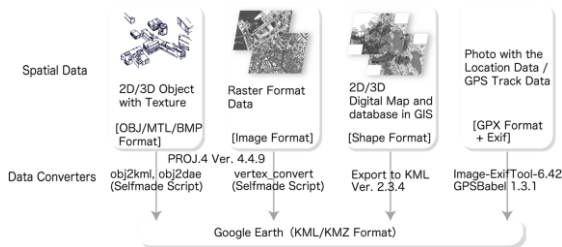


図 7. Diagram of spatial data exchange

(4) 3次元都市モデルの多面的活用

① 街路景観の定量評価

次に3次元モデルを用いた景観分析の例として建築物高さ情報を基に、高さのばらつきについて、統計処理の表現手法のひとつであるZスコアを利用し街区内部における高さの分

散状況を定量化した結果を示す。Zスコアは、各値の平均値（街区内部建物高さの平均値）と標準偏差（街区内部建物高さに関する標準偏差）から次の(4)式で導かれる。（x: 各建物高さ, m: 平均値 σ: 標準偏差）

$$z = (x - m) / \sigma \quad (4)$$

図8は、各建築物について算出された高さのZスコアの分布を3次的に示したものである。対象地区内の4街区について、各街区の両街路側の2本と街区中心の計3本のラインを配置（図9）、ラインからの距離を灰色濃淡で区分し断面を見ると、高幅員街路に接するA1-A1'（図10a）では、濃淡の差が小さく、街路に接する建築物で占められているのに対し内側街区となるB1-B1'（図10b）では、図10aと比較して濃淡の相違が大きく、街区奥側（街区短手方向）の建築物壁面の割合が多く現れる。

また、高さのばらつきを示す図中横直線に着目すると、図10aでは、長手方向でほぼ途切れなく連続しておりZスコア値の変動が小さいのに対し、図10bでは、線分が細切れであり、高さ方向のばらつきが正負にわたって大きいことが見て取れる。

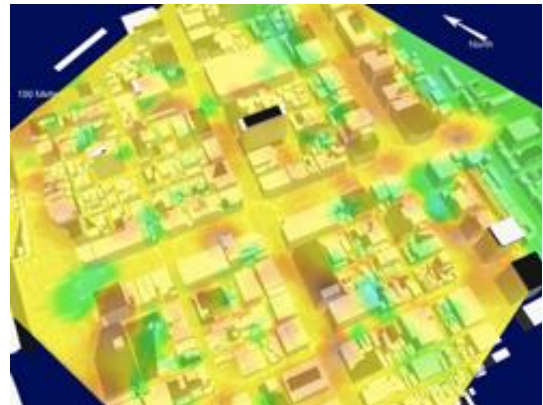


図 8. Distribution of Z score

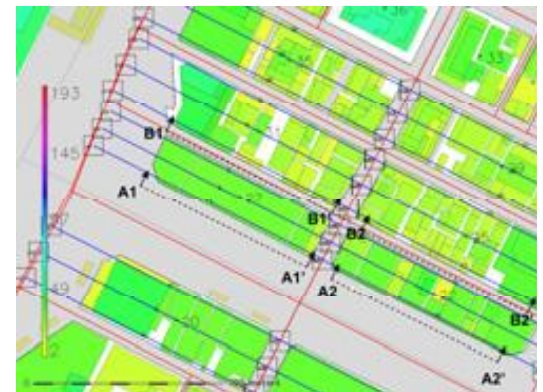


図 9. Base line of the sections

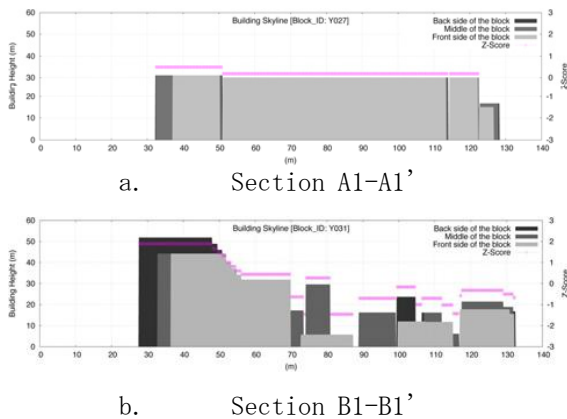


図 10. Skyline along the streets

② ゲームエンジンへの展開

GE 上での時空間情報の表示はウォークスルーに限定されるため、インタラクティブ性を具えたシミュレーションツールへの展開に向け、ゲームエンジンの利用可能性を検討した。特に、ゲームとの親和性がそれほど高くない GIS を含む都市モデルを、ゲームエンジンに実装する手法を開発した。ゲームエンジンには Unity3D を用い実験を行った。その結果、図 11 に示す (一部) 通り、都市モデルをゲームエンジンに展開するデータ変換が可能であることを確認した。

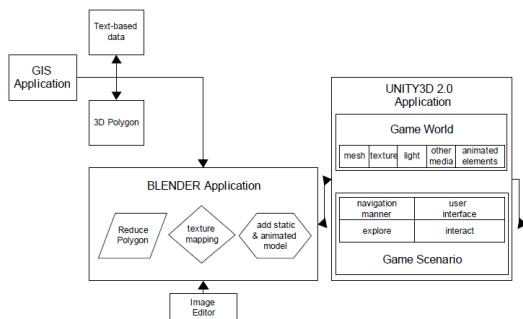


図 11. Data Import to Unity game engine (part)

この結果をもとに GUI 環境を作成しながら表現の質とパフォーマンスとのバランスをチェックし、テクスチャの解像度やポリゴン数の最適な組み合わせを探りながらゲームエンジン上に仮想都市環境を構築した。図 12 にスクリーンショットを示す。さらに、景観まちづくりのシナリオを組み込む実験として、対話式の建築物の建て替え更新シミュレーションのプロトタイプを例示した (図 13)。但し、ゲームエンジンへのデータ実装は成功したものの GE 等の他のプラットフォームとの双方向性の実現については課題として残された。



図 12. 3D city model in Unity game engine

(4) GE の機能拡張への対応

研究期間中に、GE の機能は主要都市の 3 次元モデルの充実、Pro 版での GIS データ対応など著しい向上を見せた。こうした GE の機能の変化にあわせてデータ実装方法の修正を行った。GIS データの実装においては、GE Pro が提供を始めた SHAPE 形式ファイルのインポートを利用して変換を行った後、KML で記述されるスタイルテンプレートの構造を解読し、これを編集することで GIS データを 3 次元的に可視化する際の表現の多様性を広げる手法を開発した。

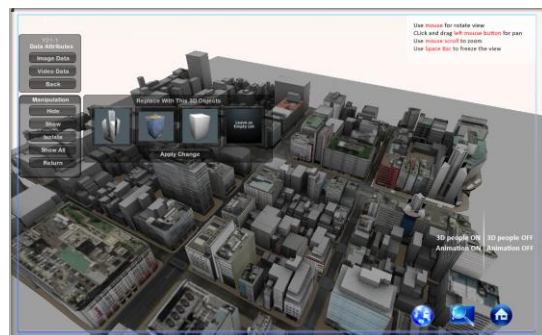


図 12. Prototype of the design simulation

(5) 研究成果のまとめ

- ・ 景観シミュレーションのプラットフォームとして Google Earth を用いるため、都市の時空間情報を実装するため手順と具体的なデータ変換手法を整理した。
- ・ GE 自体の機能の変化にあわせて修正を行いつつ、情報の構造化を図った。
- ・ GE のポテンシャルを利用する技術を蓄積し、3 次元都市モデルを用いた環境情報の視覚化と景観分析などへの多面的な活用が可能となった。
- ・ 3 次元空間データを含む多種類の空間データをシームレスに扱う作業環境が整備され、膨大なデータ量を低減しながら適正な表現の質を実現し、時空間情報を最終的

にパッケージングするため一連の技術を確認した。

- ・都市デザインのシナリオに基づく多面的活用方法の検討として、① 景観表現・解析に向けた作業環境とデータコンバータ等を整備した。② ゲームエンジンの上で仮想的な都市環境を構築しインタラクティブ性を具えたシミュレーションツールへの展開についても可能性を検討した。
- ・GE 上でのデータ量の制約は予想よりも低く、標準的なデスクトップ PC の環境であればほぼリアルタイムでの動作が可能であることが確認された。
- ・インターネット上に分散配置した環境情報共有の実験から、GE 上での時空間情報の可視化にあたってはローカルに置かれたデータとともに、ネットワーク上に配置したデータを組み合わせたパッケージングの概念が成立することを確認した。
- ・ゲームエンジンとのデータ互換性の検証において、特にこれまで親和性が低かった GIS データの変換を実現したことは、本研究の特徴的な成果の一つであり、都市を扱う空間情報のパッケージングに対してこのプロセスの開発は有効であると考えられる。

以上、GE は景観シミュレーションのプラットフォームとして一定の有用性を持ち、多様なフォーマットを持つ既存の空間データをシームレスに変換し、ネットワーク上で共有しながら 3 次元操作を含めた空間情報のハンドリングをひとつのアプリケーション上で行うことが可能となった。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 1 件)

- ① 齊藤圭, 篠崎道彦, フリー・オープンソース GIS ソフトウェアを利用した 3 次元都市景観解析・定量評価へ向けた環境構築, 地理情報システム学会, 2007 年度 第 16 回講演論文集, 査読有, 2007, 375-378

[学会発表] (計 4 件)

- ① Kei Saito, Michihiko Shinozaki, Urban Landscape Visualization and Analysis for Buildings Skyline Study using 3D GIS Technology, The 12th International Conference of Computer on Civil and Building Engineering, 査読有, 2008, Proceedings No. 396
- ② Aswin Indraprastha, Michihiko Shinozaki, Constructing Virtual Urban Environment Using Game Technology, A

Case Study of Tokyo Yaesu Downtown Development Plan, 26th eCAADe Conference, 査読有, 2008, Proceedings 359-366

- ③ 齊藤圭, 篠崎道彦, 3 次元都市データを応用した街並み景観の定量的評価に関する研究 東京都八重洲エリアにおける建築物高さ情報の数量化, 日本建築学会学術講演会梗概集, 査読無, 2008, F-1, 863-864
- ④ Michihiko Shinozaki, Virtual 3D Models in Urban Design, Virtual Geographic Environment 査読有, 2008

6. 研究組織

(1) 研究代表者

篠崎 道彦 (SHINOZAKI MICHIIHIKO)
芝浦工業大学・デザイン工学部・教授
研究者番号: 60241014

(2) 研究分担者

なし