

# 景観イメージの共有を支援するための 都市空間シミュレーションモデルの開発

川合 康央<sup>†1</sup> 池辺 正典<sup>†1</sup>

**概要:** 良好な都市景観の形成を促進するための景観計画を策定するに際して、行政、事業者、近隣住民が持つ都市景観イメージを円滑に共有し、まちづくりの合意形成を支援するための都市空間シミュレーションモデルを開発した。ゲームエンジンを用いることで、これまでの都市計画分野で活用されてきたシミュレーションモデルに対して、安価で高品質かつ自由度の高いシステムの開発が可能であることを明らかにした。また、プロトタイプモデルの評価で課題となった点を改良するとともに、景観条件の変更と景観の評価が可能な新たなシステムの開発を行い、本システムを用いて景観に資する空間構成要素の注視傾向を測定する。注視された空間構成要素の識別子をログとして収集・保存し、これを分析した。さらに HMD 等のインタフェースを用いることで、より没入感のある環境の再現を行った。

## Development of Urban Space Simulation Model for Aided Sharing of Landscape Images

YASUO KAWAI<sup>†1</sup> MASANORI IKEBE<sup>†1</sup>

**Abstract:** When develop the landscape plan, share the urban landscape image with the local government and developers and neighboring residents, it is necessary to perform a consensus. We have developed the urban space simulation model to support the consensus of town planning. Urban simulation model using the game engine is possible to develop a high degree of freedom system with high quality at low cost. This model was the improvement of the problems of the prototype model, and wearing a function of landscape evaluation. We measured the gaze trend of space components that affect the landscape in this model. The identifier of the gazing space components are collected and stored as a log, were analyzed. In addition, this model by the HMD was to reproduce the landscape a more immersive.

### 1. はじめに

「景観」とは、人間が環境に対して視覚情報を主として感覚器官から認識したものに対して、記憶・経験などの情報をもとに感性的評価を行ったものである。この景観に対して客観的に評価を定量化し、その知見をもとに計画的に美しい景観をデザインしていくことは非常に難しい。しかし、2004年に景観法が定められたことから明らかなように、現在、景観は防災とともに、我が国のこれからの都市計画やまちづくりにおける重要な要素である。地方公共団体は、良好な都市景観を形成することを目的として、各地で様々な景観条例等を定めてきた。これらの条例は、当初は歴史的景観など地域の特徴的な街並みを保全するための自発的な試みであったが、現在では景観法によってその法的根拠が明らかにされ、景観法に依拠する景観計画によって、現代都市景観の整備をはかっていくことが望まれる [1][2]。

一方で近年の情報環境は、入出力インタフェースデバイスの高性能化及び低価格化、開発環境における FOSS の普及等にみられるように、さまざまな新しい情報技術が実現されている。しかしこれらの技術は、社会の幅広い分野に対しての応用を提案しているにも関わらず、実用的な展開

が普及する前に新しい技術へと人々の関心が移行しており、これらの社会での幅広い活用は十分とは言えないものとなっている。

本研究は、開発環境としてゲームエンジンを、インタフェースとして HMD を用いることによって、安価で高品質な景観計画に資する都市空間シミュレーションモデルを開発するものである。ゲームエンジンとは、CAD 等で作成された 3 次元形状データに対話性のあるインタフェースを持たせたデジタルコンテンツを開発する際に用いられるものである。ゲームエンジンはシステム開発キット (SDK) として、レンダリングエンジン、物理エンジン、人工知能等がパッケージ化されたものであり、3 次元モデルに対して使用者のインタラクションが、リアルタイムレンダリングによって画像として即座に反映されることとなる。本システムによって、これまで模型や固定された視点場からの合成写真、コンピュータグラフィックスアニメーション、VRML による簡易リアルタイムレンダリング等を用いてきた景観シミュレーションモデルについて、視点場の設定や環境条件の変更等が容易に可能な自由度の高いモデルを、専用のシステム開発を行うことなく、高品質なリアルタイムレンダリングで表示するものを作成することが可能になると考えられる [3][4][5][6]。

<sup>†1</sup> 文教大学  
Bunkyo University



図 1 対象地区（茅ヶ崎駅北口周辺特別景観まちづくり地区）

Figure 1 Target Area (Special landscape town planning district around north exit of Chigasaki Station).

藤沢市)を対象として、システムのプロトタイプを開発し、その評価を実施した[7][8]。結果、一定程度の有効性と次に挙げるいくつかの問題点が明らかとなった。①モデル・テクスチャの高解像度化、②アイストップなど周辺環境のモデル化、③車両・歩行者などのテンポラリーな空間構成要素の再現等である。本稿では、これらの問題点を解消するため、新たな街区をあらためて対象地区として選定し、景観イメージの共有を支援するための都市空間シミュレーションモデルの開発を行うこととする。

## 2. 対象地区

本稿における研究対象地区として、景観条例を策定し、景観計画に基づくまちづくりが行われている地区である、茅ヶ崎駅北口周辺特別景観まちづくり地区（神奈川県茅ヶ崎市）とした。



図 2 対象地区の現況

Figure 2 The Current State of the Target Areas.

周辺の大規模商業施設と商店街で構成される商業地域、市役所や市民文化会館、茅ヶ崎市総合体育館等の行政地域、近隣の住居・工業地域、近郊への交通ターミナルで構成されている。茅ヶ崎市は、1997年に茅ヶ崎市都市景観基本計画を策定し、2000年に茅ヶ崎市景観まちづくり条例を施行、2001年には茅ヶ崎駅北口周辺特別景観まちづくり地区を指定する等、景観法制定以前から市独自の条例に基づいた良好な市街地景観の形成に努めてきた。さらに2005年の景観法施行を受けて、景観行政団体として2008年に茅ヶ崎市景観条例を制定するとともに、茅ヶ崎市景観計画の運用を開始した[9]。

本稿では、茅ヶ崎駅北口周辺特別景観まちづくり地区のうち、茅ヶ崎の駅北東に位置する商店街である、「エメロード」を対象とし、道路に面する南北の既存建築物及び工作物等の空間構成要素について、3次元CADによる詳細なモデリングを行った（図1,2）。

## 3. 都市空間シミュレーションモデルの開発

モデリングを行った対象地区における空間構成要素の3次元形状データを、対話的な操作が可能となるようゲームエンジンへと書き出す。本シミュレーションモデルでは、使用するゲームエンジンとしてUnityを採用した[10]。Unityは、3次元形状モデルを扱えるゲームエンジンであり、視点編集や物理エンジン、人工知能等のコンポーネントを持ち、さまざまなOS上で動作するほか、Webブラウザ、各種スマートフォン、コンシューマゲーム専用端末等で再生可能なクロスプラットフォーム対応の統合開発環境である。

本モデルでは3次元形状データを、リアルタイムレンダリングにおいて秒間描画枚数を著しく低下させないようポリゴン数に留意しつつ、可能な限り詳細にCAD・CGソフトウェアで作成した。建築物や主たる工作物等は、ソリッ

ドモデリングが可能な3次元CADであるForm-Zによって棟毎にモデリングし、3ds形式でエクスポートした[11]。また、CADでのモデリングに適さない曲面を持った工作物や植栽等をサーフェスマデリングが可能なCGモデリングソフトウェアであるMetasequoiaで作成しmqo形式でエクスポートする[12]。これら各モデルファイルを敷地単位毎に、統合型CG開発環境であるBlenderにインポートする[13]。さらに、画像処理ソフトウェアによって写真画像データから編集して作成したUVマッピングを用いて、Blender上で各モデルに対してテクスチャ処理を行った。この3次元形状モデルを、obj形式のモデルファイルとmtl形式のテクスチャファイルで書き出したものを、ゲームエンジン上で配置した。

ゲームエンジン上では、標準アセットであるFirst Person Controllerを改良し、物理エンジンによって視点と空間構成要素との間に衝突判定を持たせた、インタラクティブな一人称視点でのウォークスルーを作成する。システムのインタフェースとして、キーボードのWASD及び矢印キーによる視点場の平行移動と、マウスによる視線の全方位への回転移動が可能なよう準備を行った。また、移動はキーボードによる操作に加えて、USB接続によるゲームパッドの使用も可能なものとした。

地域全体をモデリングしたことにより、モデルデータ自体を統合する段階で、膨大なポリゴン数のモデルとなり、統合作業に支障にやや問題が生じたが、リアルタイムレンダリングに対しては、オクルージョンカリングを適切に施すことで、FPSの低下を回避することが可能であった。オクルージョンカリングは、レンダリング範囲を限定し、他のモデルにより隠されたオブジェクトに対してレンダリング演算を行わないものである。一方で、見通しの良い視点場においては、アイストップの要素が遠方からではレンダリングされないといった課題もあった。

また、シーン全体の背景となる空を箱状に作成し、すべての視線がいずれかの空間構成要素のポリゴンと衝突するよう設定を行い、ユーザの注視傾向を測定するための注視モードの作成を行った(図3,4)。

さらに、本モデルでは、景観計画に基づく地区を対象としていることから、壁面の色彩や建築物の入れ替えが可能な「景観モード」を用意した(図5)。ここでは、マウス左クリックで壁面の色彩の変更、マウス右クリックで建築物モデルの入れ替えが可能である。また、設定画面において視点場の高さを変更することで、道路上からの景観とともに、既存建築物室内からの景観の変化等が確認できる。

前報のプロトタイプでは、実画像との比較によるシステム評価において、歩行者や車両等のテンポラリーな要素を消去できることは、景観に影響を与える空間構成要素を純粹に評価する上で利点でもあったが、一方でこれらテンポラリーな要素もまた現実の都市景観要素の一つでもあり、

その影響を考慮する必要があるといった課題が挙げられた。今回のシステムではエージェントを改良することによって、NPC(Non Player Character)として自律的に障害物を回避して移動する歩行者と車両を作成し、実際の平日昼間の平均歩行者密度及び平均通過交通量に基づき、動的な空間構成要素としてシーン上に配置した(図6)。



図3 都市空間シミュレーションモデルの動作画面  
(注視モード：西進方向)

Figure 3 Operation Screen of Urban Space Simulation Model  
(Gaze mode : West Direction).



図4 都市空間シミュレーションモデルの動作画面  
(注視モード：東進方向)

Figure 4 Operation Screen of Urban Space Simulation Model  
(Gaze mode : East Direction).



図5 都市空間シミュレーションモデルの動作画面  
(景観モード)

Figure 5 Operation Screen of Urban Space Simulation Model  
(Landscape Mode).



図 6 自律的に行動する車両と歩行者の NPC

Figure 6 Vehicle and Pedestrian of Non Player Characters to Autonomously Action.

さらに、実際の都市空間への没入感を高めるため、HMD による再生が可能なモデルのプロトタイプを作成した。今回は HMD として、立体視を用いたビデオゲーム開発等に用いられる Oculus Rift Development Kit を使用した[14]。これは、画像解像度 1280×800 の 7inch モニターをサイドバイサイド方式で立体表示させるものであり、そのため片面視野の画像解像度は 640×800 と縦に長いアスペクト比を持ったやや低解像度のものである。しかし、魚眼レンズとゲームエンジン上で画像処理を施すことによって、水平方向視野角 110 度、垂直方向視野角 90 度と、従来の HMD に比して高視野角の視界を持たせることが可能である。本システムでは、都市モデルのスケールに対する人体の視差を用いた立体視環境を用意した。また、3 軸回転加速度センサーを用いることで回頭行動の値を測定し、頭部の回転によって視線の方向を変化させるようインタフェース設計を行った（図 7）。HMD 環境において、回頭行動による回転移動とゲームパッドによる平行移動は、より直観的な操作を可能とし、デモ展示においてもユーザが支障なく動作させることができた。



図 7 頭部搭載型ディスプレイによる立体視へ対応した都市空間シミュレーションモデル

Figure 7 Urban Space Simulation Model corresponding to Stereoscopic Vision by Head-Mounted Display.

#### 4. まとめと展望

本稿で作成した都市空間シミュレーションモデルは、空間構成要素の条件を容易に変更可能なものであり、事業者、近隣住民、行政の間でイメージの共有をはかるツールとして、一定程度有効であると思われる。さらに、NPC による動的なテンポラリー要素を配することで、より実態に即したモデルを作成することができた。今後、実空間との比較分析により、精度の向上をはかるとともに、夜間景観のシミュレーション等、ゲームエンジンを用いることで可能になる表現について検討していく。また、既存の都市・建築物などの 3 次元形状モデルデータをポリゴン数の軽量化を行うなど簡易な加工を施すことによって、独自システムの開発を行うことなく、容易に都市空間シミュレーションモデルを用意することが可能であることが明らかとなった。本シミュレータによって、景観条例に基づく施工前の景観計画が、より実態に即した景観イメージの共有によって円滑に行われるのではないかと考える。

#### 謝辞

本研究は JSPS 科研費 25350026 の助成を受けたものです。

#### 参考文献

- 1) 川合康央: 景観のデザイン I : 伝統的景観, 湘南フォーラム, vol.17, pp.11 - 30 (2013)
- 2) 川合康央: 景観のデザイン II : 現代的景観, 湘南フォーラム, vol.17, pp. 31 - 49 (2013)
- 3) Paar, P.: Landscape visualizations: Applications and requirements of 3D visualization software for environmental planning, Computers, Environment and Urban Systems, Vol.30, pp.815-839 (2006).
- 4) Trenholme, D. and Shamus, P.S.: Computer game engines for developing first-person virtual environments, Virtual reality, Vol.12, pp.181-187 (2008).
- 5) Herrlich, M.: A tool for landscape architecture based on computer game technology, Artificial Reality and Telexistence, 17th International Conference on, IEEE, pp.264-268 (2007).
- 6) 古賀元也, 嶋心治, 多田村克己, 大貝彰, 松尾学: 景観まちづくりにおける空間イメージ共有手法に関する研究, 日本建築学会計画系論文集, 73(633), pp.2409-2416 (2008).
- 7) 川合康央, 佐野昌己, 池田岳史, 益岡了: 景観計画のためのゲームエンジンを活用した景観シミュレーションシステム, 学術講演梗概集 2013 (都市計画), pp.93-94 (2013)
- 8) 青柳春樹, 蛭間渡, 渡辺智子, 川合康央: ゲームエンジンを用いた景観シミュレータの試作, 情報システム学会第 8 回全国大会・研究発表大会, B1-1 (2012).
- 9) 茅ヶ崎市景観計画, <http://www.city.chigasaki.kanagawa.jp/machidukuri/keikan/1008080.html>.
- 10) Unity - Game Engine, <http://unity3d.com/>
- 11) formZ 3D Modeling Software for Architects, Animation, Movies | Home, <http://www.formz.com/>
- 12) metaseq.net, <http://metaseq.net/>
- 13) blender.org - Home of the Blender project - Free and Open 3D Creation Software, <http://www.blender.org/>
- 14) Oculus Rift - Virtual Reality Headset for 3D Gaming | Oculus VR®, <https://www.oculus.com/>