

ゲームエンジンを用いた景観シミュレータの試作2

Prototyping of Landscape Simulation Systems using Game Engine 2

川合康央[†] 池辺正典[†]
Yasuo Kawai Masanori Ikebe[‡]

[†] 文教大学 情報学部

[†] Faculty of Information and Communication, Bunkyo University.

要旨

景観法に基づく景観条例下の地域における建築計画に際して、行政、事業者、近隣住民が持つ街並みの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景観シミュレータを試作した。本研究では、ゲームエンジンを用いることで、これまで都市計画の分野で活用されてきたものに対して、安価で高品質な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、前報のプロトタイプシステム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を開発を行い、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。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。

1. はじめに

近年、エンタテインメントコンピューティング分野において、ヘッドマウントディスプレイ (HMD) やモーションセンサーデバイス等の入出力インタフェースに関するハードウェアの高性能化及び低価格化、コンピュータグラフィックスやゲームエンジン等の開発環境における FOSS の普及等にみられるように、さまざまな新しい情報環境が実現されている。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、情報環境技術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のシミュレーションシステム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シミュレータを、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となると考えられる[1][2][3]。

本研究ではこれまでに、湘南台景観形成地区 (神奈川県藤沢市) 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[4]。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、前報とは異なる街区を対象地区として選定して新たな景観シミュレータの試作を行うこととする。

2. 対象地区の選定

本稿における研究対象地区は、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。本地区は、茅ヶ崎市の中心都市拠点であり、JR 茅ヶ崎駅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[5]。

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）。

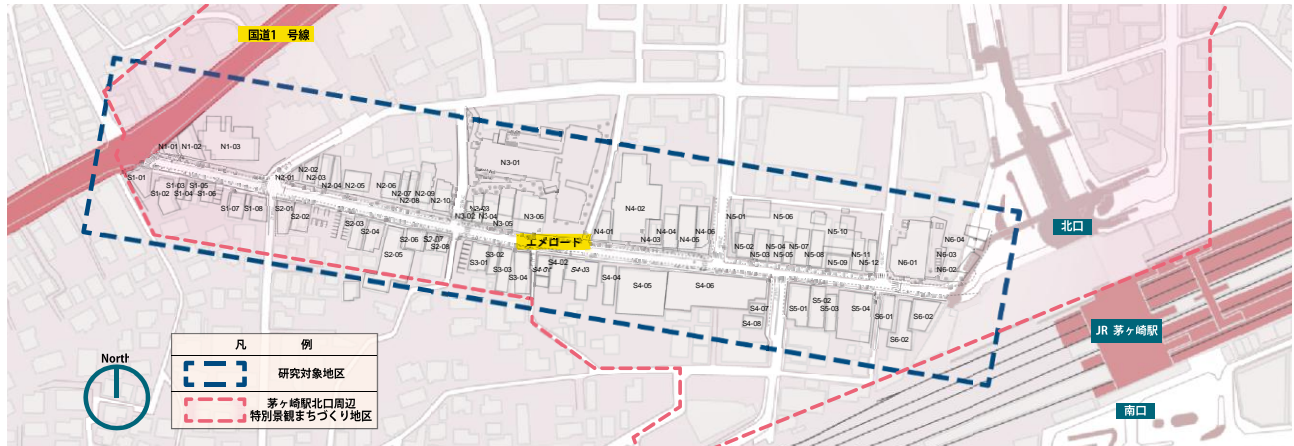


図 1 研究対象地区

3. 景観シミュレータの試作

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。本システムではゲームエンジンとして Unity を採用した。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。

本システムでは 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。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ーキングが可能な 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。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 にインポートするとともに、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 マッピングによる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 Unity 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るよう準備を行った。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。

光源設定として、環境光、平行光源とともに、影を持たず陰面を照らす補助光源を用意した。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ポリゴンと衝突するよう設定を行った(図2)。

本システムでは、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ものとした。景観モード

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ものとした。

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、限定的な人工知能を用いた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。

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システム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。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。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。

4. 試作したシミュレータによる景観の評価

本シミュレータによって景観を評価するため、景観モードとは別に、注視された空間構成要素を記録する注視モードを作成した。注視モードでは、画面中央にカーソルが表示され、気になる要素をクリックすることで、カーソルの延長線上に位置するポリゴンの所属する3次元モデルの識別子をログとして保存する。この注視モードによる評価システムを用いて、景観評価実験を実施した。

被験者には、画面上で「気になる要素」をいくつかクリックしてもらうよう指示し、街路を駅から西進するルートと、駅に向かって東進するルートの、2種類のグループに分けて実験を行った。被験者は大学学部生、被験者数は西進ルートが103名、東進ルートが130名であった。経路の始点から終点までを通じたログを集計し、空間構成要素ごとに注視率を算出する(表1)。



図2 景観シミュレータの動作画面(景観モード)

注視率の高いものとして、区間全体を覆う「空」「道路」が挙げられる。これらは背景の要素としてクリックされたものを含む。また、区間全体を通じて「商業サイン」が高い注視を得ている。本地区は商業地区であるため、注視を促すデザインの商業サインが、街並みの主たるイメージを形成している。商業サインが密集している視点場では、交通標識等の公共サインの注視が低下しており、適切なサイン計画を実施することが必要である。さらに、古くからある町屋や大規模商業ビルなどの「建築物」も注視を集めているが、一方で主として住居の用に供するマンションや戸建て住宅等の「建築物」は相対的に注視率が低いものとなっている。住商の施設が混在した本地区において、商業サインとの組み合わせによって、来街者の視点を住居施設から外し商業施設に誘引していることが分かった。駅から商店街を抜ける西進するシーケンスと、商店街を駅へ向かう東進するシーケンスにおいて、注視率が大きく異なる傾向を持った、建築物や商業サインなどいくつかの空間構成要素が確認された。これら差分の大きい空間構成要素は、シーケンシャルな視覚情報が、その方向によって、街並みのイメージを大きく変化させる要素であることが明らかとなった。

表1 空間構成要素の注視率(上位30)

順位	オブジェクト	方向	注視率		平均	差分
			西進	東進		
1	空	上面	5.3495	4.3231	4.8363	1.026
2	道路	下面	3.9223	4.0538	3.9881	△ 0.132
3	商業サインN4_05	北面	1.0971	0.8462	0.9716	0.251
4	商業サインS4_05	南面	0.7573	0.7154	0.7363	0.042
5	建築物S4_06	南面	0.4563	0.6538	0.5551	△ 0.198
6	建築物S1_07	南面	0.4175	0.6308	0.5241	△ 0.213
7	商業サインS6_02	南面	0.5243	0.5154	0.5198	0.009
8	建築物S5_04	南面	0.8447	0.1923	0.5185	0.652
9	建築物N2_06	北面	0.3495	0.6846	0.5171	△ 0.335
10	建築物N2_05	北面	0.4175	0.6077	0.5126	△ 0.190
11	建築物N1_03	北面	0.6602	0.3538	0.5070	0.306
12	建築物N5_07	北面	0.8252	0.1615	0.4934	0.664
13	商業サインN5_12	北面	0.5534	0.4231	0.4882	0.130
14	建築物N6_01	北面	0.5922	0.3692	0.4807	0.223
15	商業サインS5_01	南面	0.2330	0.7154	0.4742	△ 0.482
16	商業サインS2_07	南面	0.1068	0.7846	0.4457	△ 0.678
17	仮設物S3_04	南面	0.3981	0.4538	0.4260	△ 0.056
18	商業サインN5_09	北面	0.4951	0.3462	0.4206	0.149
19	建築物S2_03	南面	0.4272	0.4000	0.4136	0.027
20	仮設物S4_03	南面	0.3398	0.4308	0.3853	△ 0.091
21	商業サインS2_02	南面	0.3107	0.4462	0.3784	△ 0.135
22	商業サインS5_03	南面	0.6019	0.1462	0.3740	0.456
23	商業サインS6_03	南面	0.2718	0.4538	0.3628	△ 0.182
24	建築物S2_02	南面	0.2913	0.4308	0.3610	△ 0.140
25	商業サインS4_06	南面	0.3981	0.2385	0.3183	0.160
26	仮設物N4_01	北面	0.3398	0.2769	0.3084	0.063
27	商業サインN4_02	北面	0.3786	0.2231	0.3009	0.156
28	建築物S4_05	南面	0.2524	0.3385	0.2954	△ 0.086
29	仮設物S1_07	南面	0.2233	0.3385	0.2809	△ 0.115
30	建築物S1_02	南面	0.3883	0.1692	0.2788	0.219

5. まとめと展望

本稿で作成したシステムは、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、より実態に即した景観シミュレータ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、容易にシミュレーションシステム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。

参考文献

[1] Paar, P., "Landscape visualizations: Applications and requirements of 3D visualization software for environmental planning." *Computers, Environment and Urban Systems*, Vol.30, 2006, pp.815-839.

[2] Trenholme, D. and Shamus, P.S., "Computer game engines for developing first-person virtual environments." *Virtual reality*, Vol.12, 2008, pp.181-187.

[3] Herrlich, M., "A tool for landscape architecture based on computer game technology." *Artificial Reality and Telexistence, 17th International Conference on, IEEE*, 2007, pp.264-268.

[4] 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, 2012, B1-1.

[5] 茅ヶ崎市都市部景観みどり課, "茅ヶ崎市景観計画(平成25年7月1日改訂版)", <http://www.city.chigasaki.kanagawa.jp/machidukuri/keikan/001667.html> (参照 2014-10-27) .