

都市空間シミュレーションシステムを用いた 空間構成要素への注視行動による景観評価

川合 康央^{†1} 高橋 徹^{†1}

概要: 現在、様々な情報技術が新しい展開を見せているが、その社会への活用は不十分である。本研究は、これらの技術を都市デザインに展開するものとして、ゲームエンジンを用いた一人称視点の街区レベルでの都市空間シミュレーションシステムを開発し、これを用いて景観を評価するものである。都市を構成する様々な空間構成要素を詳細に再現し、これらを景観法に基づく様々な条件について再現可能なよう、対話的インタフェースを用いて操作できるものとした。本システムを用いて、どのような性質を持つ空間構成要素が都市景観へ大きい影響を与えるかを、注視ログを用いた評価実験によって明らかにし、景観法に基づく将来の景観計画に利用可能な基礎的なデータを得ることとした。

Evaluation of Urban-scape by Gaze Behavior of Spatial Component Elements using the Urban Space Simulation System

YASUO KAWAI^{†1} TOHRU TAKAHASHI^{†1}

Abstract: Recently, new information technology came out a lot, but spread to other field is still low. Our purpose is urban design using information systems. We have created the urban space simulation system from a first-person perspective through creating a 3-D model to scale of the city by using a game engine. The design of spatial component elements such as the signs and buildings is that can be switched out with ease in this system, and can interactively-replicate developmental actions that require notification in accordance with the Landscape Laws. By analyzing the log gaze elements, we got the data that can be utilized in the future of landscape planning.

1. 研究の背景と目的

近年の情報通信技術は、頭部搭載型ディスプレイ (Head Mounted Display, HMD) やモーションセンサなどのインタフェース機器の高性能化及び低価格化、開発環境におけるフリー・オープンソースソフトウェア (Free/Libre and Open Source Software, FLOSS) の普及等に見られるように、ハードウェア、ソフトウェアともに様々な新しい展開を見せている。しかし、社会の幅広い分野に対しての利活用が期待されているにも関わらず、新しい情報技術の社会における実用的な展開は不十分なものとなっている。

本研究は、ゲームエンジンやコンピュータグラフィックスなどの FLOSS を用いた統合開発環境と、HMD やモーションセンサ、立体音響システム等の入出力インタフェースを複合的に組み合わせ、都市空間シミュレーションシステムの開発を行う。さらに、本システムを用い、ユーザの空間構成要素への注視行動を分析することにより、都市景観の評価を行うものである。

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) 及び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) の一部を対象として、システムを開発し、その評価を分析した[1][2][3][4]。結果、本システムの一定の有効性といくつかの課題が明らかとなった。本稿では、シ

ステムの評価を踏まえ、都市レベルの広範囲な景観条例対象地区を対象とした、大規模都市空間シミュレーションシステムの開発を行う。都市レベルでの大規模モデリングを行い、景観法に基づくまちづくりの際に必要なシーンである建造物・工作物の新築、改築、大規模修繕などの状態を再現可能なインタラクションを施した。さらに、ゲームエンジンを用いることで可能になる表現として、発光する空間構成要素に点光源を埋め込み、太陽光を表す平行光源、環境光源と、これらの点光源群を切り替え可能なものとする。夜間景観の再現を行った。これら本システムを用いて、空間構成要素の注視傾向を評価する。

2. 研究対象地区

本稿では、神奈川県藤沢市に位置する「湘南台景観まちづくり地区」(図 1) 及び神奈川県茅ヶ崎市に所在する「茅ヶ崎駅北口周辺特別景観まちづくり地区」(図 2) を研究対象地区とする。

湘南台景観まちづくり地区は、藤沢市北部の都市拠点として、3 路線が接続する湘南台駅を中心に、駅周辺の商業地域、近隣の住居・工業地域、近郊の文教施設への交通ターミナルで構成されている。また、景観まちづくりの観点からは、湘南台地区の高い利便性の都市環境と残された緑の自然環境の調和を計り、良好な都市環境を形成していく

^{†1} 文教大学
Bunkyo University

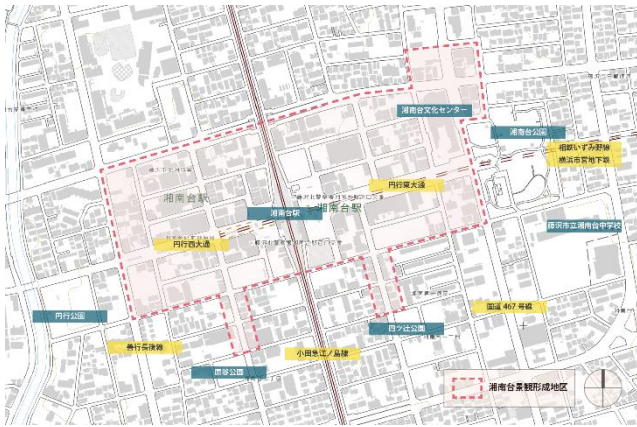


図 1 湘南台景観まちづくり地区
 Figure 1 Landscape City Planning Area of Shonandai.

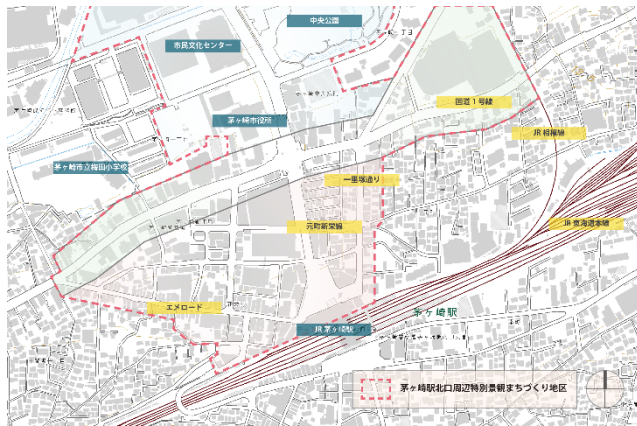


図 2 茅ヶ崎駅北口周辺特別景観まちづくり地区
 Figure 2 Special Landscape City Planning Area around North Exit of Chigasaki Station.

よう、湘南台景観形成地区と景観形成基準が定められており、2012年10月より運用が開始されている[5]。この景観形成地区では、都市景観に配慮した建築物、商業サインのデザインが望まれており、地区内での建築物または工作物の新築、増改築、移転、外観を変更することとなる修繕、模様替え、色彩の変更などの開発行為を行うときは、景観形成基準に適合した計画とし、その届け出が必要となった。

茅ヶ崎駅北口周辺は、茅ヶ崎市の顔となる中心都市拠点であり、商業施設で構成される商業街区、公共施設で構成される行政街区、国道一号線に沿った東海街道街区の3つの特性を持った街区で構成されている。茅ヶ崎市では、1998年に「茅ヶ崎市都市景観基本計画」を策定し、2000年に「茅ヶ崎市景観条例」を施行するなど、景観法施行以前から独自に良好な市街地景観の形成をはかってきた。2001年には景観まちづくりを重点的に推進する地区として「茅ヶ崎駅北口周辺特別景観まちづくり地区」が指定されている。さらに、2004年に景観法が公布され、2005年に全面施行されると、茅ヶ崎市は景観行政団体として茅ヶ崎市景観条例を



図 3 都市空間シミュレーションシステムによる
 昼間景観の表示
 Fig.3 Display of the Daytime Landscape by Urban Space Simulation System.



図 4 都市空間シミュレーションシステムによる
 夜間景観の表示
 Fig.4 Display of the Nighttime Landscape by Urban Space Simulation System.

制定し、茅ヶ崎市景観計画の運用が開始された[6]。

茅ヶ崎駅北口周辺特別景観まちづくり地区でもまた、景観法第16条に基づく対象について、届け出が必要となる。この景観形成基準の及ぶ要素としては、建物用途、建物デザイン、建築物等の位置、自転車置き場、色彩、広告物(看板)、夜間景観、設備類、駐車場、緑化となっている[7][8]。また、茅ヶ崎市では景観法に基づく届出対象行為を実施する前に、合成写真(CG)や模型、パルーン等を用いて、想定される状況を模擬的に作成し、周辺環境に与える影響を検証することを義務付けている[9]。

3. 都市空間シミュレーションシステムの開発

本研究では、研究対象地区の既存建築物及びこれに付随する工作物等の空間構成要素について、CADによる詳細な

3次元形状モデルの作成を行うとともに、商業サインや店舗などの自律的に発光する空間構成要素に対して点光源を埋め込んだ。これらの点光源は平行光源とともに発光の切り替えができるものとする。昼間景観と夜間景観の再現を行うことが可能なものとした(図3, 4)。

既往研究において建造物のみモデリングによるシミュレーションを行い実空間との比較を行った。その結果、人々は景観に対して建築物全体ではなく開口部や店先などの部分、またサインや植栽などの細部となる空間構成要素と、人物や車両などの動的な要素に対して、多くの注視を行っていることが分かった。そこで本稿では、既存都市空間に対する測量データと写真データに基づいて、対象地区全ての建築物をCADによる3次元形状モデルによって詳細に再現するとともに、各種サイン、植栽、都市施設に対しても可能な限り詳細なモデリングを行った。また、ゲームエンジンを用いた人工知能によって自律的に行動するNPCの人物及び車両モデルを用意した。

この大規模都市モデルをインタラクションが可能になるようゲームエンジンへと読み込ませる。本研究で使用するゲームエンジンとして、統合開発環境であるUnityを採用した[10]。都市レベルの大規模3次元モデルデータは膨大なポリゴン数のものとなり、容量が非常に大きいものであるため、形状データおよびテクスチャデータを建築敷地ごとに作成したものを読み込み、ゲームエンジン上にて配置を行う手法をとった。また、ゲームエンジン上では、オクルージョンカリングを使用し、視点となるカメラから見たとき、他のオブジェクトにより視線が遮られているオブジェクトについて予めレンダリングを行わないような処理を行った。

ゲームエンジン上に配置した各モデルに対し、空間構成要素ごとに識別子を割り当てる。建築物を、建物外壁である「壁面」、窓などの「開口部」、店先の商品や自動販売機などの「仮設物」に分解し、これらを「建築物グループ」として識別子を設けた。また、交通標識などの「交通サイン」、常設された看板などの「商業サイン」、のぼり型やスタンド型などの「仮設サイン」を「サイングループ」として識別子を作成した。さらに、道路に沿った「街路樹」や植木やプランターなどの「植物」を「植栽グループ」として、「街灯」「電柱・電線」「車止め」「マンホール」を「都市施設グループ」として識別子を施し、モデルの作成を行った。

本システムは、「景観モード」と「注視モード」の二つの機能を持たせた。「景観モード」では、既存都市の建築物に対し、マウスクリックによって、建築物モデルの入れ替えによる建て替えや、外壁テクスチャの変更による大規模修繕のシミュレーションを行うことができるものである。さ

らに、電線・電柱の地中化、看板の抑制など、都市空間における景観に関するプロパティの変更が可能なものとした。また、タッチパネル型のディスプレイを採用することによって、画面上に表示されているオブジェクトを視点座標から自由に操作可能なものとした。システムの実行は、HMDを用いても表示可能なものとする。高い没入感を持たせることが可能となった。

一方「注視モード」では、マウスクリックによって、画面中央に表示されたマーカー上のオブジェクトを記録するものとした。これは、マウスクリックされた際、マーカーの直線上にあるポリゴンが所属するオブジェクトの識別子を獲得し、これをログとして保存するものである。この「注視モード」を用いて、昼間景観と夜間景観における注視傾向から、本システムで再現された都市空間における空間構成要素の性質を明らかにする。注視要素のログを分析することによって、景観のイメージを形成する主要な要素について特定を行い、今後の景観計画に活用できるデータを得ることとした。

また、対象地区における実空間の全天空写真を用意し、これを球状オブジェクトの内側にテクスチャとして貼り付けたものを用意し、場所ごとにシミュレーション画像と実空間画像を切り替え可能なものとした(図5)。

4. 都市空間シミュレーションシステムによる空間構成要素の評価

本システムの注視モードを用いた評価実験として、被験者に気になる要素をいくつかクリックするよう指示を行い、その注視要素のログを分析することで、景観のイメージを形成する主要な要素について特定を行う。本評価実験では、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」を対象とした。人は景観を連続継起的なシーケンス景観として認識するため、駅から出発して商店街を抜ける「西進



図5 都市空間シミュレーションシステムによる実空間全天空画像の表示
 Fig.5 Display of the Real Landscape All Sky Image by Urban Space Simulation System.

するシークエンス」と、商店街を抜けて駅へ向かう「東進するシークエンス」の2ルートを用意する。このそれぞれのルートに対して、今回作成した昼間時景観と夜間時景観での注視される空間構成要素の比較実験を行った。被験者は総計で404名である。

西進するシークエンスにおける注視率を、昼間時を横軸に、夜間時を縦軸にして空間構成要素をプロットした散布図を作成した(図6)。注視率は、空間構成要素が注視された回数を被験者数で除したものであり、注視率が1の時、平均して被験者全員が注視したものである。各点と原点を結ぶ直線の傾きが1以下のものは昼間時の注視傾向が高いものであり、逆に傾きが1以上のものは夜間時の注視傾向が高いものとなる。例えば図右上に位置するサインは、商業施設常設サインであり、昼間時、夜間時ともに高い注視率を持つものであるが、自律して発光するサインであるため、昼間時注視率1.09709に対して夜間時注視率2.09231

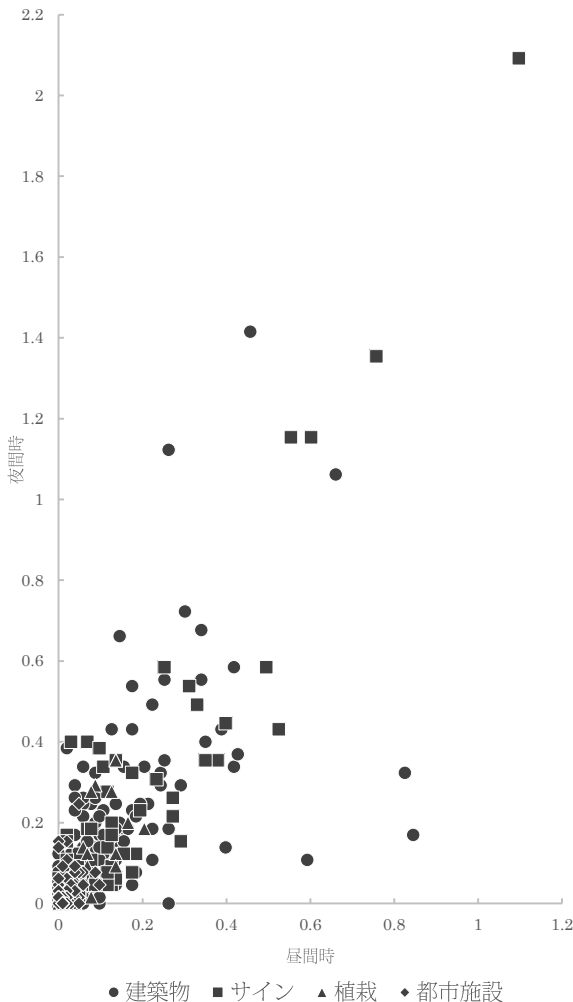


図6 西進するシークエンスにおける昼間時及び夜間時に注視された空間構成要素

Figure 6 Gazing Spatial Component Elements of the Daytime and Nighttime in the Sequence of the Westward.

表1 西進するシークエンスにおける昼間時又は夜間時に注視率が20%以上ある空間構成要素

Table 1 Spatial Component Elements of Gazing rate of more than 20% in the Daytime or Nighttime in the Sequence of the Westward.

属性	オブジェクト名	エリア	注視率		平均	差分
			昼間	夜間		
建築物	建物S5_04	S5	0.84466	0.16923	0.50695	0.67543
建築物	建物N5_07	N5	0.82524	0.32308	0.57416	0.50217
建築物	建物N6_01	N6	0.59223	0.10769	0.34996	0.48454
建築物	建物N6_01仮設物	N6	0.26214	0	0.13107	0.26214
建築物	建物S3_04仮設物	S3	0.39906	0.13846	0.26826	0.2596
サイン	建物S1_06看板	S1	0.29126	0.15385	0.22255	0.13742
建築物	建物S1_07仮設物	S1	0.2233	0.10769	0.1655	0.11561
サイン	建物S6_02看板	S6	0.52427	0.43077	0.47752	0.0935
建築物	建物S1_07	S1	0.41748	0.33846	0.37797	0.07901
建築物	建物S5_02	S5	0.26214	0.18462	0.22338	0.07752
建築物	建物S2_03	S2	0.42718	0.36923	0.39821	0.05795
サイン	建物S5_02看板	S5	0.27184	0.21538	0.24361	0.05646
建築物	建物S1_06	S1	0.27864	0.18462	0.20396	0.03869
サイン	建物N4_02看板	N4	0.37864	0.35385	0.36624	0.02479
植栽	建物N3_05植物	N3	0.20388	0.18462	0.19425	0.01927
サイン	建物S6_03看板	S6	0.27184	0.26154	0.26669	0.01031
建築物	建物S2_02	S2	0.29126	0.29231	0.29178	-0.001
サイン	建物N5_04看板	N5	0.34951	0.35385	0.35168	-0.0043
建築物	建物N5_09	N5	0.18447	0.21538	0.19993	-0.0309
建築物	建物S5_03	S5	0.21359	0.24615	0.22987	-0.0326
植栽	街路樹N5_03	N5	0.16505	0.2	0.18252	-0.035
サイン	建物N5_03看板	N5	0.19417	0.23077	0.21247	-0.0366
建築物	建物S1_02	S1	0.38835	0.43077	0.40956	-0.0424
サイン	建物S4_06看板	S4	0.39806	0.44615	0.42211	-0.0481
建築物	建物N1_01	N1	0.24272	0.29231	0.26751	-0.0496
建築物	建物N2_06	N2	0.34951	0.4	0.37476	-0.0505
建築物	建物N5_12	N5	0.19417	0.24615	0.22016	-0.052
建築物	建物N5_08	N5	0.14563	0.2	0.17282	-0.0544
建築物	建物S2_07仮設物	S2	0.17476	0.23077	0.20276	-0.056
サイン	建物N4_03看板	N4	0.12621	0.2	0.16311	-0.0738
サイン	建物S5_01看板	S5	0.23301	0.30769	0.27035	-0.0747
建築物	建物N2_10	N2	0.24272	0.32308	0.2829	-0.0804
サイン	建物N5_09看板	N5	0.49515	0.58462	0.53988	-0.0895
建築物	建物S4_05	S4	0.25243	0.35385	0.30314	-0.1014
建築物	建物N4_04	N4	0.25243	0.35385	0.30314	-0.1014
建築物	建物S2_07	S2	0.13592	0.24615	0.19104	-0.1102
建築物	建物N5_04	N5	0.13592	0.24615	0.19104	-0.1102
建築物	建物N2_09	N2	0.08738	0.2	0.14369	-0.1126
建築物	建物N4_04開口部	N4	0.09709	0.21538	0.15624	-0.1183
建築物	建物N4_02開口部	N4	0.1068	0.23077	0.16878	-0.124
建築物	建物S6_03	S6	0.20388	0.33846	0.27117	-0.1346
サイン	建物N5_02看板	N5	0.17476	0.32308	0.24892	-0.1483
植栽	街路樹S4_01	S4	0.12621	0.27692	0.20157	-0.1507
建築物	建物N3_06	N3	0.05825	0.21538	0.13682	-0.1571
サイン	建物N4_06看板	N4	0.1165	0.27692	0.19671	-0.1604
サイン	建物S4_02看板	S4	0.3301	0.49231	0.4112	-0.1622
建築物	建物N2_05	N2	0.41748	0.58462	0.50105	-0.1671
建築物	建物N4_05仮設物	N4	0.07767	0.24615	0.16191	-0.1685
建築物	建物N4_02仮設物	N4	0.08738	0.26154	0.17446	-0.1742
建築物	建物S4_05仮設物	S4	0.15534	0.33846	0.2469	-0.1831
建築物	建物S4_01	S4	0.05825	0.24615	0.1522	-0.1879
建築物	建物N4_06開口部	N4	0.03883	0.23077	0.1348	-0.1919
都市施設	N1 マンホール01	N1	0.04854	0.24615	0.14735	-0.1976
植栽	建物N3_06植物	N3	0.07767	0.27692	0.1773	-0.1993
建築物	建物N5_12開口部	N5	0.05825	0.26154	0.1599	-0.2033
植栽	街路樹N1_02	N1	0.08738	0.29231	0.18984	-0.2049
建築物	建物S3_02	S3	0.33981	0.55385	0.44683	-0.214
建築物	建物N4_01仮設物	N4	0.33981	0.55385	0.44683	-0.214
植栽	街路樹N1_01	N1	0.13592	0.35385	0.24488	-0.2179
植栽	街路樹S2_02	S2	0.13592	0.35385	0.24488	-0.2179
サイン	建物S4_03看板	S4	0.13592	0.35385	0.24488	-0.2179
建築物	建物N4_01開口部	N4	0.03883	0.26154	0.15019	-0.2227
サイン	建物S2_02看板	S2	0.31068	0.53846	0.42457	-0.2278
サイン	建物S2_07看板	S2	0.1068	0.33846	0.22263	-0.2317
建築物	建物N4_05	N4	0.08738	0.32308	0.20523	-0.2357
建築物	建物S6_01	S6	0.03883	0.29231	0.16557	-0.2535
建築物	建物N4_02	N4	0.17476	0.43077	0.30276	-0.256
建築物	建物N5_03	N5	0.2233	0.49231	0.3578	-0.269
建築物	建物S2_01	S2	0.05825	0.33846	0.19836	-0.2802
サイン	建物N1_02看板	N1	0.09709	0.38462	0.24085	-0.2875
建築物	建物N4_06	N4	0.09709	0.38462	0.24085	-0.2875
建築物	建物N1_02	N1	0.25243	0.55385	0.40314	-0.3014
建築物	建物S2_04	S2	0.12621	0.43077	0.27849	-0.3046
サイン	建物S3_01仮設サイン	S3	0.06796	0.4	0.23398	-0.332
サイン	建物S6_01看板	S6	0.25243	0.58462	0.41852	-0.3322
建築物	建物S4_03仮設物	S4	0.33981	0.67692	0.50836	-0.3371
建築物	建物S1_08	S1	0.17476	0.53846	0.35661	-0.3637
建築物	建物S4_02	S4	0.01942	0.38462	0.20202	-0.3652
サイン	建物S2_05看板	S2	0.02913	0.4	0.21456	-0.3709
建築物	建物N1_03	N1	0.66019	1.06154	0.86087	-0.4013
建築物	建物S4_03	S4	0.30097	0.72308	0.51202	-0.4221
建築物	建物S4_06開口部	S4	0.14563	0.66154	0.40358	-0.5159
サイン	建物S5_03看板	S5	0.60194	1.15385	0.87789	-0.5519
サイン	建物S4_05看板	S4	0.75728	1.35385	1.05556	-0.5966
サイン	建物N5_12看板	N5	0.5534	1.15385	0.85362	-0.6004
建築物	建物N3_05	N3	0.26214	1.12308	0.69261	-0.8609
建築物	建物S4_06	S4	0.45631	1.41538	0.93585	-0.9591
サイン	建物N4_05看板	N4	1.09709	2.09231	1.5947	-0.9952

と、夜間時の注視率が高いものとなっている。全ての空間構成要素の平均注視率をみると、夜間時のほうが昼間時より高い注視傾向が見られた。また、空間構成要素の種類別にみると、特にサイン、植栽が夜間時に高い注視を持つものとなった。

さらに、西進するシークエンスにおいて、昼間時又は夜間時に注視率が0.2(20%)以上ある空間構成要素を抽出し、これを昼間時と夜間時の差分で見ている(表1)。差分は昼間時注視率から夜間時注視率を減じたものであり、差分値が正の時、昼間時の注視率が夜間時より高く、昼間時に注視優位な傾向を持つ空間構成要素であり、反対に差分値が負の時は、夜間時に注視優位な傾向を持つ空間構成要素である。

全体として、負の差分値を持つ空間構成要素が多いものとなっている。負の差分値を持つものは、自律的に発光する商業サインや、室内の明かりがもれる開口部、街灯に照らされた建築物など、点光源の影響を受けた空間構成要素が主であった。一方で、正の差分値を持つ空間構成要素は、特徴的な建築物の外壁や店先などであった。これらは夜間時には発光しない空間構成要素であるため、昼間時に図であったものが、夜間時には地となり、他の要素の背景となる。

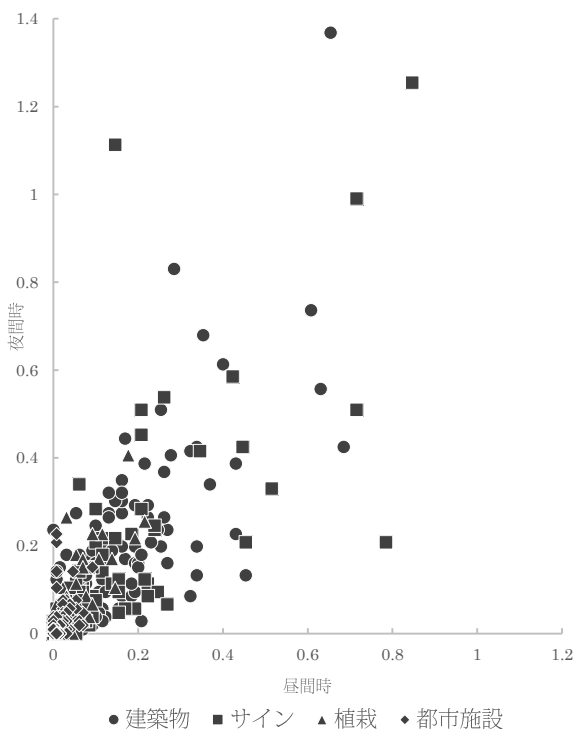


図7 東進するシークエンスにおける昼間時及び夜間時に注視された空間構成要素

Figure 7 Gazing Spatial Component Elements of the Daytime and Nighttime in the Sequence of the Eastward.

表2 東進するシークエンスにおける昼間時又は夜間時に注視率が20%以上ある空間構成要素

Table 2 Spatial Component Elements of Gazing rate of more than 20% in the Daytime or Nighttime in the Sequence of the Eastward.

属性	オブジェクト名	エリア	注視率		平均	差分
			昼間	夜間		
サイン	建物S2.07看板	S2	0.78462	0.20755	0.49608	0.57707
建築物	建物S3.04仮設物	S3	0.45385	0.13208	0.29296	0.32177
建築物	建物N2.06	N2	0.68462	0.42453	0.55457	0.26009
サイン	建物S6.03看板	S6	0.45385	0.20755	0.3307	0.2463
建築物	建物S2.06	S2	0.32308	0.08491	0.20399	0.23817
建築物	建物N4.05仮設物	N4	0.33846	0.13208	0.23527	0.20639
サイン	建物S5.01看板	S5	0.71538	0.50943	0.61241	0.20595
建築物	建物S4.03仮設物	S4	0.43077	0.22642	0.32859	0.20435
サイン	建物S2.06看板	S2	0.26923	0.06604	0.16763	0.20319
サイン	建物S6.02看板	S6	0.51538	0.33019	0.42279	0.1852
建築物	建物S1.03仮設物	S1	0.20769	0.0283	0.118	0.17939
サイン	建物S1.06看板	S1	0.24615	0.09434	0.17025	0.15181
建築物	建物S1.07仮設物	S1	0.36846	0.19811	0.26829	0.14035
サイン	建物S1.04看板	S1	0.22308	0.08491	0.15399	0.13817
サイン	建物N4.02看板	N4	0.22308	0.11321	0.16814	0.10987
建築物	建物S1.06仮設物	S1	0.26923	0.16038	0.2148	0.10885
建築物	建物N4.01看板	N4	0.21538	0.12264	0.16901	0.09274
建築物	建物S1.07	S1	0.63077	0.5566	0.59369	0.07417
建築物	建物N2.10	N2	0.25385	0.19811	0.22598	0.05573
建築物	建物N4.05	N4	0.2	0.15094	0.17547	0.04906
建築物	建物S2.02	S2	0.43077	0.38679	0.40878	0.04398
建築物	建物S4.05仮設物	S4	0.2	0.16038	0.18019	0.03962
建築物	建物S2.07	S2	0.26923	0.23585	0.25254	0.03338
建築物	建物N6.01	N6	0.36923	0.33962	0.35443	0.02961
建築物	建物S6.02	S6	0.20769	0.17925	0.19347	0.02845
建築物	建物S1.06	S1	0.23077	0.20755	0.21916	0.02322
サイン	建物S2.02看板	S2	0.44615	0.42453	0.43534	0.02163
建築物	建物N3.01	N3	0.24615	0.23585	0.241	0.0103
サイン	建物S4.06看板	S4	0.23846	0.23585	0.23716	0.00261
建築物	建物N4.01	N4	0.26154	0.26415	0.26284	-0.0026
サイン	建物N5.02看板	N5	0.23846	0.24528	0.24187	-0.0068
植栽	街路樹S5.01	S5	0.19231	0.21698	0.20464	-0.0247
植栽	街路樹N1.01	N1	0.21538	0.25472	0.23505	-0.0393
植栽	街路樹S2.02	S2	0.21538	0.25472	0.23505	-0.0393
建築物	建物S3.01	S3	0.22308	0.26415	0.24361	-0.0411
サイン	建物N4.03看板	N4	0.18462	0.22642	0.20552	-0.0418
サイン	建物N5.09看板	N5	0.34615	0.41509	0.38062	-0.0689
建築物	建物N2.01	N2	0.22308	0.29245	0.25776	-0.0694
サイン	安全標識N1.01	N1	0.14615	0.21698	0.18157	-0.0708
サイン	建物S1.01看板	S1	0.20769	0.28302	0.24536	-0.0753
建築物	建物S6.01	S6	0.13077	0.20755	0.16916	-0.0768
建築物	建物S2.01	S2	0.13846	0.21698	0.17772	-0.0785
建築物	建物S4.05	S4	0.33846	0.42453	0.38149	-0.0861
建築物	建物S6.03	S6	0.32308	0.41509	0.36909	-0.092
建築物	建物N5.09	N5	0.10769	0.20755	0.15762	-0.0999
建築物	建物S5.04	S5	0.19231	0.29245	0.24238	-0.1001
サイン	建物N5.04看板	N5	0.11538	0.21698	0.16618	-0.1016
建築物	建物N5.03	N5	0.26154	0.36792	0.31473	-0.1064
サイン	建物S4.03看板	S4	0.1	0.20755	0.15377	-0.1075
植栽	街路樹N1.02	N1	0.11538	0.22642	0.1709	-0.111
建築物	建物N5.07	N5	0.16154	0.27358	0.21756	-0.112
建築物	建物N2.05	N2	0.60769	0.73585	0.67177	-0.1282
建築物	建物N4.01仮設物	N4	0.27692	0.40566	0.34129	-0.1287
建築物	建物N1.01窓	N1	0.13077	0.26415	0.19746	-0.1334
植栽	街路樹S4.02	S4	0.09231	0.22642	0.15936	-0.1341
建築物	建物N1.02	N1	0.16154	0.30189	0.23171	-0.1403
建築物	建物N4.04	N4	0.13077	0.27358	0.20218	-0.1428
建築物	建物S1.08	S1	0.1	0.24528	0.17264	-0.1453
建築物	建物S5.02	S5	0.14615	0.30189	0.22402	-0.1557
建築物	建物N5.02	N5	0.16154	0.32075	0.24115	-0.1592
サイン	建物N5.12看板	N5	0.42308	0.58491	0.50399	-0.1618
建築物	建物S4.03	S4	0.21538	0.38679	0.30109	-0.1714
サイン	建物N1.02看板	N1	0.1	0.28302	0.19151	-0.183
建築物	建物S2.07仮設物	S2	0.16154	0.34906	0.2553	-0.1875
建築物	建物N2.03	N2	0.13077	0.32075	0.22576	-0.19
都市施設	街頭N5.04	N5	0.00769	0.20755	0.10762	-0.1999
建築物	建物S2.03	S2	0.4	0.61321	0.5066	-0.2132
都市施設	街頭S4.05	S4	0.00769	0.22642	0.11705	-0.2187
建築物	建物S5.01	S5	0.05385	0.27358	0.16372	-0.2197
植栽	街路樹N6.01	N6	0.17692	0.40566	0.29129	-0.2287
植栽	建物N3.05植物	N3	0.03077	0.26415	0.14746	-0.2334
建築物	建物S5.02窓	S5	0	0.23585	0.11792	-0.2358
サイン	建物S6.01看板	S6	0.20769	0.45283	0.33026	-0.2451
建築物	建物S4.06窓	S4	0.25385	0.50943	0.38164	-0.2556
建築物	建物S3.02	S3	0.16923	0.4434	0.30631	-0.2742
サイン	建物S4.05看板	S4	0.71538	0.99057	0.85298	-0.2752
サイン	建物N6.01看板	N6	0.26154	0.53774	0.39964	-0.2762
サイン	建物S3.01仮設サイン	S3	0.06154	0.33962	0.20058	-0.2781
サイン	建物S5.02看板	S5	0.20769	0.50943	0.35856	-0.3017
建築物	建物N1.03	N1	0.35385	0.67925	0.51655	-0.3254
サイン	建物N4.05看板	N4	0.84615	1.25472	1.05044	-0.4086
建築物	建物N3.05	N3	0.28462	0.83019	0.5574	-0.5456
建築物	建物S4.06	S4	0.65385	1.36792	1.01089	-0.7141
サイン	建物S5.03看板	S5	0.14615	1.11321	0.62968	-0.9671

次に東進するシークエンスにおける注視率を散佈図から見てみる(図7)。全ての空間構成要素の平均注視率をみると、西進するシークエンスと同様に、昼間時に比して夜間時に高い注視傾向が見られたが、その傾きはやや緩やか

なものとなっている。また、夜間時に高い注視率を持つ空間構成要素も、西進するシーケンスに対して、その値はやや控えめなものであった。これは、西進するシーケンスが駅から商店街に向かうものであるのに対して、東進するシーケンスは商店街から駅へと向かうものであり、商業サインや店舗などは、駅からの歩行者に対して注視を促す性質をもった空間構成要素となっているため、東進するシーケンスの夜間景観はやや注視率の低い傾向となるのではないかと考えられる。

また、東進するシーケンスにおいて、昼間時又は夜間時に注視率が0.2(20%)以上ある空間構成要素を抽出し、これを昼夜間時の差分で見ている(表2)。西進するシーケンスと同様に、全体として負の差分値を持つ空間構成要素が多いものとなっているが、その分散は西進シーケンスに比して東進シーケンスでは小さいものとなっている。したがって、西進シーケンスが夜間賑わいを持つ景観を構成しているのに対して、東進シーケンスの景観はやや穏やかなものとなっている。

西進するシーケンスと東進するシーケンスでは、昼夜間時の注視率の変化などが異なる傾向を持つ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が、シーケンス空間における街並みのイメージに大きな影響をもたらすものであることが明らかとなった。

5. まとめ

本研究は、ゲームエンジンを用いた都市空間シミュレーションシステムを開発したものであり、その評価を踏まえ、ゲームエンジンを開発環境に用いることで可能になる特有の表現として、昼間時、夜間時の切り替えが可能なシステムを作成することとなった。また、本システムを通じて、注視率を測定し、これを分析することによって、昼間時及び夜間時の空間構成要素に対するいくつかの特性を明らかにすることができた。特に本対象地区では、駅からの人の流れに応じて異なる注視特性を持つ空間構成要素が確認され、同一の空間構成要素で構成される街路であっても、昼夜間で差があることを確認するとともに、シーケンスの方向性によっても異なる印象を与えることが明らかとなった。

本システムによって再現される空間を、実空間と比較することによって、システムの精度の向上をはかるとともに、さらに広範囲の都市空間モデル上での景観評価を行うことで、大規模モデルによるシステムの実証実験を行っていく。また、本システムを応用し、都市空間内における広告や車両など、様々なオブジェクトの認知についても検証を行う予定である。

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) 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).
- 2) 川合康央, 池田岳史, 益岡了: ゲームエンジンによる都市空間シミュレーションシステムの開発と評価- 湘南台景観形成地区におけるコンピュータグラフィックスと写真の比較, デザイン学研究. 研究発表大会概要集, No.60, pp.174-175(2013).
- 3) 川合康央, 池辺正典: ゲームエンジンを用いた景観シミュレーションシステムの開発, ヒューマンインタフェースシンポジウム2013 論文集, 3315S(2013).
- 4) 川合康央, 池辺正典, 益岡了: ゲームエンジンを用いた景観シミュレーションシステムの開発(2), ヒューマンインタフェースシンポジウム2014 論文集, 2423(2014).
- 5) 藤沢市計画建築部景観課: 湘南台景観形成地区景観形成基準 藤沢市景観計画 良好な景観形成に関する方針/行為の制限・屋外広告物に関する事項, <http://www.city.fujisawa.kanagawa.jp/keikan/machizukuri/kenchiku/kek an/chiku/documents/000360433.pdf> (2015-12-19 アクセス)
- 6) 茅ヶ崎市都市部景観みどり課: 茅ヶ崎市景観計画, <http://www.city.chigasaki.kanagawa.jp/machidukuri/keikan/1008080.html> (2015-12-19 アクセス)
- 7) 茅ヶ崎市都市部景観まちづくり課: 景観法に基づく建築行為等の届出ガイドブック商業街区編, http://www.city.chigasaki.kanagawa.jp/_res/projects/default_project/_page/_001/008/108/shogyo.pdf (2015-12-19 アクセス).
- 8) 茅ヶ崎市都市部景観まちづくり課: 茅ヶ崎駅北口周辺特別景観まちづくり地区パンフレット, http://www.city.chigasaki.kanagawa.jp/_res/projects/default_project/_page/_001/008/108/leaf_north.pdf (2015-12-19 アクセス)
- 9) 茅ヶ崎市都市部景観まちづくり課: 景観模擬実験(景観シミュレーション)パンフレット, http://www.city.chigasaki.kanagawa.jp/_res/projects/default_project/_page/_001/008/083/leaf_simulation.pdf (2015-12-19 アクセス)
- 10) Unity Technologies: Unity-Game Engine, <http://unity3d.com/> (2015-12-19 アクセス)