

歴史的文化的景観シミュレーションシステムの開発と展開

川合康央^{†1}

観光地ではない一般的な街並みを対象とした、過去の街路景観シミュレーションを開発した。対象地区を東海道の宿場町や寺社とし、古文書、古地図、浮世絵を参照し、当時の街路景観の再現を行った。本報では、特に時刻や季節、天候などの時系列デザインを考慮したシステムと、浮世絵風のレンダリングを持たせたシステムについて報告する。

Development and Expansion of Historical Cultural Landscape Simulation System

YASUO KAWAI^{†1}

This paper develops a street landscape simulation in the past for general townscape which is not a sightseeing spot. This paper reproduces the street landscape in those days referring to ancient documents, old maps, and Ukiyoe (Japanese woodblock prints) by making the object district to be an inn town and temples and shrines of Tokaido. In this paper, we report a system which takes time series design such as time, season, and weather, and a system with Ukiyoe style rendering.

1. はじめに

文化庁は、2007年に「歴史文化基本構想」を提唱し、地域に広く存在する文化財を、指定・未指定に関わらず幅広く捉え、周辺環境を含めて社会全体の中で総合的に継承し、これを活用するための方針を定め、2012年にその技術指針を取りまとめた[1][2]。ここでは、歴史と文化の観点から、地域の特徴を活かした自律的で継続的な地域デザインが求められており、さらに、地域の歴史的文化的な地域資源として戦略的に活用して活性化をはかるとともに、これらを地域観光資源として情報発信していくことが期待されている。

本研究は、一般的な地域のための、過去の歴史的街並み景観のシミュレーションシステムを開発したものである。建築や都市の分野における3次元形状モデルによる視覚的なシミュレーションは、コンピュータグラフィックス技術の進化とともにその創成期から多くの研究がなされてきた[3]。また、歴史的文化的景観をデジタルで再現しようとする試みは、これまでも様々な場所で行われてきたが、建築物レベルでの再現であるものが多い[4][5][6]。都市レベルでの3次元化は、データ量が膨大となるといった課題があるが、都市規模での景観シミュレーションとしていくつかの先行的な試みも見られる[7][8][9]。しかし、これらは大規模な開発となるため、高コストのものとなる。本研究では、ゲームエンジンなどの低コストで実現可能な開発環境と、オープンデータによる地理情報を用いることで、有名な名所や観光地ではない一般的な地域においても、過去の街並み景観再現を可能とするシステムを開発する。

これまでに、宿場町景観を対象として、ゲームエンジンを用いた都市規模の街路景観の再現するシステムを開発し、市民に向けて広く一般公開してきた。本報告は、これまで

のシステムの公開展示を経て、ユーザからのフィードバックを受け、公開を通じて新たに地域から提供された資料を基に、時間の経過や天候などを正確に再現するシステムと、浮世絵風レンダリングによるシステム、さらにシステムの大規模アップデートを行ったことに関するものである。

2. システム開発

2.1 研究対象

本研究の研究対象となる時期について、写真などの記録が残っていないが、当時の街並みに関する古文書や古地図等の資料が参照可能な時期として、江戸時代末期を想定した。対象地区として、神奈川県藤沢市に位置する、旧東海道の宿場町である藤沢宿および、藤沢宿を介して江の島詣などで賑わっていた江の島を対象地区とする。

藤沢宿は、1325年創建の時宗総本山である清浄光寺(遊行寺)の門前町として発展してきた町である。1601年には、最初の宿場町の一つとして整備され、発展してきたが、1887年に現在のJR藤沢駅が完成し、町の中心部は駅周辺へと移った。結果、旧藤沢宿街道は近代化に伴う大規模な開発を免れることとなったが、現在では宿場町としての面影は全く残っていない。本稿では、天候等の記録が残っている1862年を対象とした[10][11][12][13]。

2.2 時刻・季節・天候のデザイン

景観は、時刻、季節や天候によって、同じ街並みであっても、その印象を大きく変化させる[14]。そこで本稿では、時系列のデザインを行うこととした。これら経時的な種々の要素について、ユーザが自由に変更可能なシステムを開発した。対象地区は藤沢宿である(図1)。

^{†1} 文教大学
Bunkyo University



図 1 旧東海道藤沢宿の都市要素配置図

Figure 1 City Elements Layout of the Former Tokaido Fujisawa-juku.

まず、時刻の表現として、藤沢宿の位置が北緯 35 度 20 分、東経 139 度 30 分であることから、太陽光源の位置を設定した(図 2)。また、夜間景観では、新月時と満月時など、日時によって夜間の明るさを変動させた。また、太陽の位置は季節によっても変動することとなる。そこで、季節の表現として、太陽や月の月日データと連動させ、光源の位置を設定するとともに、季節によって樹木を紅葉させるなど、植栽の材料を変化させることとした(図 3)。



図 2 時刻の表現 (左上: 6 時, 右上: 12 時, 左下: 18 時, 右下: 24 時, 1862 年 8 月 23 日の場合)

Figure 2 Time Representation (Upper left: 6 o'clock; Upper right: 12 o'clock; Lower left: 18 o'clock; Lower right: 24 o'clock; August 23, 1862)



図 3 季節の表現 (左上: 春分, 右上: 夏至, 左下: 秋分, 右下: 冬至, 1862 年 10 時の場合)

Figure 3 Seasonal Representation (Upper left: Vernal Equinox, Upper right: Summer Solstice, Lower left: Autumnal Equinox, Lower right: Winter Solstice, 1862, 10 o'clock)

時刻や季節などの時間的な変化とともに、天候による景観の表現として、晴天、曇天、雨天、雪天の 4 つのパターンを用意した(図 4)。雨雪時には降雨のパーティクルを作成し、降雪時には、降雪表現とともにシェーダによってモデルの表層をマテリアルで変更し、積雪を表すこととした。これら、時刻や季節、天候などの景観条件パラメータは、ユーザが自由に設定できるものとした。また、3 分ごとに 1 日が経過するモードも用意した。

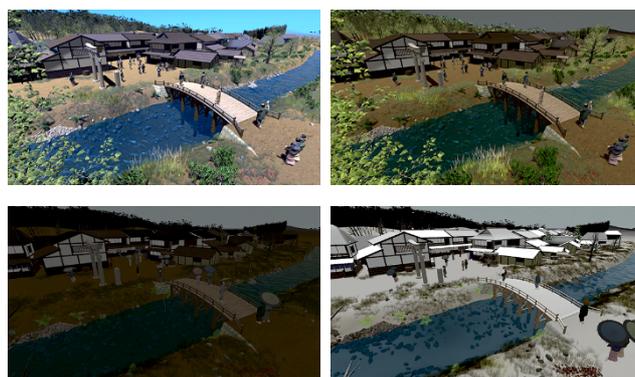


図 4 天候の表現 (左上: 晴天, 右上: 曇天, 左下: 雨天, 右下: 積雪, 1862 年 1 月 20 日の場合)

Figure 4 Weather Representation (Upper left: Sunny Sky, Upper right: Cloudy Sky, Lower left: Rainy Sky, Lower right: Snowy Sky, January 20, 1862)

建築物などの静的な要素とともに、人物などの動的な要素は、景観シミュレーションにとって重要な空間構成要素である。そこで、本システムでは、モーションを持ち、自律的に行動する人物モデルを作成し、シーン上に自動発生させることとした。人物モデルは、夜間時には屋内に入り、街路上のモデル数を減らすとともに、歩行者に行燈を携えたものも少数用意した。また、天候の変化に応じて、傘をさす、雨宿りするなどの行動を持たせることとした(図 5)。



図 5 人物の表現 (左: 夜間時, 右: 積雪時)

Figure 5 Representation of People (Left: At night; Right: In snow)

本システムは、光源やエフェクト、マテリアルの変更によって、時刻、季節、天候の変更が可能なシステムを開発したものである。時系列により、景観の印象が大きく変化することが明らかとなった。

2.3 浮世絵風レンダリング

次に、対象を江戸時代末期の江の島とし、景観を過去の古文書や古地図などを参考に 3 次元モデルで再現し、リア

ルタイムレンダリングによって表示することとした。本システムは、写実的なレンダリングとともに、浮世絵の世界を立体的に体験可能な浮世絵風レンダリングを実装した。また、本システムは VR 版と PC 版の 2 種類作成することとした。対象地区の江の島は、相模湾へ突出した陸繋島であり、藤沢宿を経由した江の島詣でのように、古くから観光地として栄え、浮世絵の題材としても多く取り上げられている場所である。

地形モデリングとして、ここでは国土地理院の基盤地図情報を利用した。専用の表示ソフトウェア上で、DEM 表示設定から高さ情報を連続段彩で表示し、これをハイトマップとして保存し、ゲームエンジン Unity に読み込んだ。また、地形データは現在のものであるため、明治期以降に開発された箇所を取り除く加工を行った (図 6)。

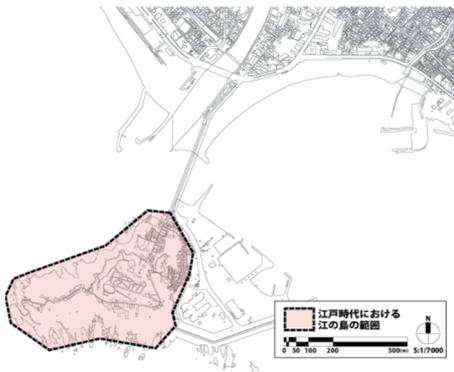


図 6 江戸時代末期の江の島の範囲

Figure 6 Enoshima Area at the End of the Edo Period.

今回、レンダリングのもととなる浮世絵を取り扱う浮世絵師として、建造物などについては、歌川広重を対象とした。広重は、代表作として「東海道五十三次」が挙げられる風景画家である。作風は写生を重視し、青色が印象的な風景画や複数の色板を使い分けたボカシを用いるなどの特徴が挙げられる。一方、広重の描く人物は、風景の添景として描かれているため、人物モデル作成には適さない。そこで、人物については歌川国貞を対象とした。広重と国貞の合作として、「双筆五十三次 (1854 年)」がある。これは人物と背景を異なる絵師が描いたものであり、各絵の上部の宿駅の風景を広重が描き、その下に各宿に関係のある人物を豊国が描いている。当時の代表的な二人の浮世絵師が、夫々得意とする対象を描き分けた人気の高い浮世絵シリーズである。本システムでも同様の手法を用いることとした。

浮世絵風レンダリングは、オブジェクトのエッジを検出し、物体の枠線を強調させることで表現することとした。さらに、オブジェクトには、マテリアル上で紙の質感を用意した (図 7)。エッジの強さなどは、ユーザ評価を通じて、より浮世絵らしい表現を目指すこととした (図 8)。

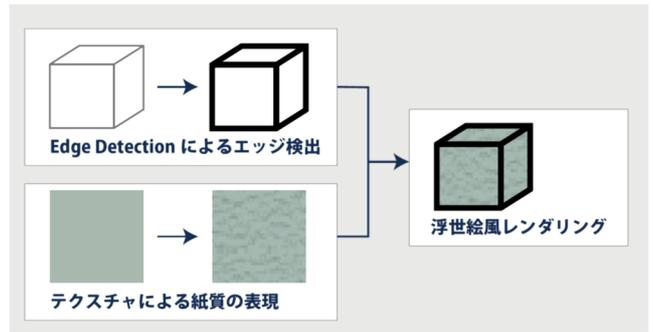


図 7 浮世絵風レンダリングの手法

Figure 7 Method of Ukiyo-e Style Rendering

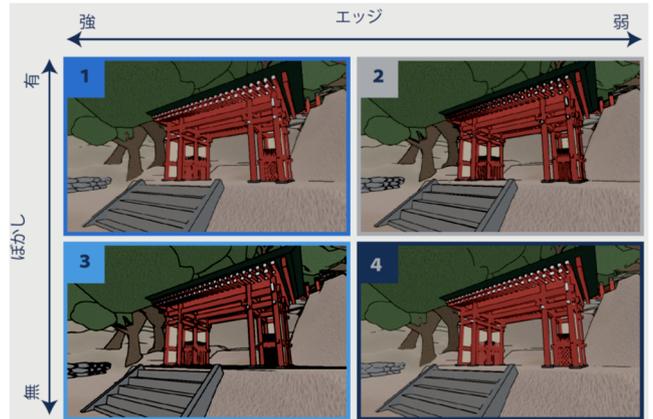


図 8 浮世絵風レンダリングの手法とエッジの強さ比較

Figure 8 Edge Strength Comparison.

建物や植栽などの空間構成要素をモデリングし、ゲームエンジン上の地形モデルに古地図を参照して配置した。明治 6 年の神仏分離令により破壊された建物や都市施設は現存していないため、同時期に建立されたものなどを参考に作成した (図 9)。また、人物モデルには、モーションアニメーションによる動きを持たせ、空間の賑わいを演出することとした (図 10)。



図 9 浮世絵風レンダリングによる静的空間構成要素

Figure 9 Static Space Elements by Ukiyo-e Style Rendering



図 10 浮世絵風レンダリングによる動的空間構成要素

Figure 10 Dynamic Space Elements by Ukiyo-e Style Rendering

本システムでは、浮世絵風レンダリングと写実的レンダリングを用意した。浮世絵風の3次元による空間表現を一定程度実現することができた。また、PC版とVR版を開発したが、HMDによる再生は一部ユーザにVR酔いが見られた。浮世絵のような平坦なマテリアルは奥行き感を喪失させ、空間認知に混乱を生じさせることが考えられる。そこで、VR酔いの主たる原因である移動方法の改善とともに、非写実的な3次元表現についても検討していく必要があることが明らかとなった。

3. まとめ

本研究では、一般的な地域の歴史的文化的継承のため、過去の実在した街路景観をゲームエンジンによって再現することを目的とし、江戸末期における旧東海道の宿場町である藤澤宿と江の島を対象とした歴史的文化的景観シミュレーションシステムの開発を行った。本稿では特に、晴天、曇天、雨天、雪天といった天候表現、昼夜などの時間帯、春夏秋冬などの季節の再現について、変更可能なシステムと、エッジ検出による浮世絵風レンダリングに関する報告である。これまでに開発したシステムは、藤沢市ふじさわ宿交流館での常設展示や地域イベントを通じて、市民に向けて一般公開されてきた。現在までに運用上大きな問題もなく、安定した動作をしている。今回、公開展示で得られた利用者からのフィードバックを受け、大規模なシステムアップデートを行うこととなり、景観の時系列デザインとともに、空間構成要素のモデル形状などについて検討を加え、より正確なものへと更新をはかった。

謝辞 本研究は JSPS 科研費 JP19K12665 の助成を受けたものです。

参考文献

- 1) 「歴史文化基本構想」策定技術指針
<http://www.bunka.go.jp/seisaku/bunkazai/rekishibunka/pdf/guideline.pdf>
- 2) 「歴史文化基本構想」策定ハンドブック。
<http://www.bunka.go.jp/seisaku/bunkazai/rekishibunka/pdf/handbook.pdf>, (参照 2018-12-16).
- 3) 山口重之：建築におけるシミュレーション, テレビジョン学会誌, Vol.43, No.1, pp.15-20 (1989)
- 4) 大滝由明, 長澤可也, 羽切孝昌, 草野友徳, 木野宏亮, 三ツ堀弘, 小林康幸, 江口達也, 福原廣志, 福田誠：コンピュータグラフィックによる永福寺の復原, 情報処理学会研究報告情報システムと社会環境, Vol.25, pp.127-134 (2005).
- 5) 影沢政隆, 大石岳史, 小野晋太郎, 池内克史：歴史建造物の3Dモデル化(栄螺堂を事例の中心として), 生産研究, Vol.62, No.6, pp.583-588 (2010).
- 6) Callieri, M., Debevec, P., Pair, J., Scopigno, R.: A realtime immersive application with realistic lighting: The Parthenon, *Computers & Graphics*, Vol.30, No.3, pp.368-376 (2006).
- 7) Dylla, K., Frischer, B., Müller, P., Ulmer, A., Haegler, S.: Rome reborn 2.0: A case study of virtual city reconstruction using procedural modeling techniques, *Computer Graphics World*, Vol.16, No.6, pp.62-66 (2008).
- 8) 矢野桂司, 中谷友樹, 磯田弦, 高瀬裕, 河角龍典, 松岡恵悟, 瀬戸寿一, 河原大, 塚本章宏, 井上学, 桐村喬: Virtual Kyoto: 4D GIS comprising spatial and temporal dimensions, *地学雑誌*, Vol.117, No.2, pp.464-478 (2008).
- 9) Kakuta, T., Oishi, T., Ikeuchi, K.: Development and evaluation of asuka-kyo mr contents with fast shading and shadowing, In *International Conference on Virtual Systems and MultiMedia*, pp.254-260 (2008).
- 10) 児玉幸多校訂：近世交通史料集 四 東海道宿村大概帳, 吉川弘文館, 182p (1970).
- 11) 藤沢市文書館：藤沢宿惣家別書上帳, 藤沢市史料集, Vol.14, 藤沢市文書館, 91p (1990).
- 12) 福原高峰, 長谷川雪堤. 相中留恩記略, 相中留恩記略刊行会, 179p (1967).
- 13) 横浜開港資料館.F.ベアト幕末日本写真集. 横浜開港資料普及協会, 199p (1987).
- 14) 小林享. 景観の移ろい効果に関する基礎的研究. *造園雑誌*, 1986, vol.50, no.5, p.263-268.