

アイ・トラッキング技術を用いた石庭の景観解析

佐久間 大典、蔡 東生
筑波大学システム情報工学研究科

1. 始めに

近年、計算機性能の向上により、様々な物理現象や自然景観などを高度な3次元CGで表現することが可能となり、それらに関する研究が盛んに行われている。我々の研究室では以前より自然の景観を凝縮し表現していることで知られている「日本庭園」、その中でも特に龍安寺に代表される「石庭」に着目し、石庭設計をバーチャルに進めるためのアプリケーションの開発などを行ってきた。そのアプリケーションを用いた設計実験の結果、石庭を設計していく過程において、その構造にフラクタル性が現れてくるということが確認された[1]。また最近、ユネスコ世界遺産の一つである京都龍安寺の石庭の空間的な構造を、中心軸変換法を用いて解析する研究が行われた[2]。その結果、龍安寺において最適鑑賞ポイントであると言われている場所に石庭の中心軸が向いていることがわかった。このことから自然を鑑賞する人々は無意識にその構造の中心軸を認識していると考えられる。また、これは石庭の中心軸方向が指す最適鑑賞ポイントは画像的情報量(シャノンの情報量)が最大になるポイントであることを示していると考えられる[3]。また近年、人の視点の動きを追跡する装置「アイ・トラッカー」を用いた研究も数多く行われている。そこで本研究では石庭を鑑賞する際の人の視点の動き、特に石庭構造の中心軸方向である最適鑑賞ポイントでの動きに注目し、設計アプリケーションで実際に設計した石庭でバーチャル・ウォーク・スルーを行うムービーを鑑賞してもらい、そのときの鑑賞者の視点の動きをアイ・トラッカーを用いて観察する実験を行う。この実験において、設計した石庭の中心軸方向、つまり最適鑑賞ポイントは石庭構造のフラクタル性を一望できるポイントであり、鑑賞者の視点とそのポイントでどのように動作するかを観察し考察することがこの研究の目的である。

「Scenery analysis of rock garden using eye tracking technology」

Daisuke Sakuma, Dongsheng Cai
Graduate School of Systems and Information Engineering at University of Tsukuba

2. 石庭の構造

実際の設計書から抽出した庭石の配置ルールとして、基本的なものは以下の3つに大別できる。

- (1) 据え方に関するルール
- (2) 数の構成に関するルール
- (3) 位置的な相関に関するルール

据え方では、安定感と奥行き間を出すために、地面と平行に配置、左右対称に配置、2面以上が見える配置というようなルールが存在する。次に数の構成に関しては庭園への庭石の配置は1石1石ごと独立したものとして考えるのではなく、「3石、または5石を基本とし、奇数単位の組合せで石群として考える」とされている。3石構成の場合、郡中で最も大きい石を真、真に次いで大きい石を副、それらより小さな石を対という(図1)。

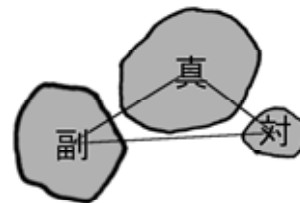


図1：3石構成のときの役名

最後に位置的な相関に関しては、庭園中央部を避けるように配置し、真、副、対の3石を配置するときは、真の石の位置が鈍角となる鈍角不等辺三角形を形作るようにし、多くの石を使用する場合には、再帰的に鈍角不等辺三角形を形作るように配置する(図2)。

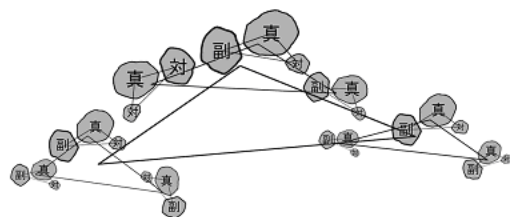


図2：再帰的な鈍角不等辺三角形の配置

また石相互間には隣接関係と対立関係が存在し、庭石同士の距離によって分けられる。石群内では、真の石と他の石が隣接関係になるようにし、石群同士では、それぞれの真の石同士が対立関係になるようにする。

これらの設計ルールをもとに、本研究で開発された設計アプリケーションで実際に石庭を設計し、それをもとにレンダリングなどを行って実験に使用するムービーを製作する。

3. アイ・トラッキング実験

実際に設計した石庭を中心軸変換したものが図3である。この石庭のすべての石群のサイズをHausdorff距離で測定すると、Zipfの法則が成立していることがわかり、フラクタル構造になっていることがわかる。この石庭でヴァーチャル・ウォーク・スルーを行うムービーを鑑賞してもらい、そのときの鑑賞者の視点の動きをアイ・トラッカーを用いて観察する実験を行う。被験者には図4に示すような形で、スクリーン上に映るムービーを頭を動かさずに目で追って観てもらおう。実験は3人の被験者に対して行い、その結果の映像において、ある1人の鑑賞者の、特に最適鑑賞ポイント付近での視点の位置の結果が図5である。

4. 考察

アイ・トラッキング実験の結果において、3人の被験者の結果を比較すると、どの被験者の場合も最適鑑賞ポイント付近では、端に比べて石庭の中心軸方向に視点が安定する様子が見られた。また、そのポイントを過ぎると視点が不安定になっていく様子も観察できた。結果を段階的に解析した結果、最適鑑賞ポイントを通る時間が約3秒ほどで、その内視点が中心軸方向に安定している時間が約1.5秒であり、外れたとしてもそれほど大きな動きは見られず、最適鑑賞ポイント付近を外れた位置での視点の不安定さと比較すると、安定していると言えると考えられる。この特徴は3人の被験者に共通して見られ、この結果から、石庭を鑑賞した被験者がその構造の中心軸、またはフラクタル的構造を無意識に認識して鑑賞しているのではないかと考えられる。中心軸方向、つまり最適鑑賞ポイントとは石庭構造のフラクタル性が一望できる場所であり、鑑賞者はそのポイントを無意識に意識して視点を動かしていると言えるのではないかと考える。

5. 終わりに

最後に今後の展望としては、今回のアイ・トラッキング実験における、“用いたのが動画であった”、“動画の移動速度が速い”、“被験者数が少ない”などの問題点を踏まえて、さらなる実験を行いたいと考えている。実験手法としては、没入型環境を用いた視界を占有した状態での実験や、VRML などにより、ムービーによる一方的なものではなく、鑑賞者が自分で鑑賞ポイントを選び、その位置での左右への回転や、視界状況の選択などを可能にした鑑賞での実験を行い、様々な場合のデータを得ると共に、そのデータの解析手法の確立し、石庭の景観の解析をより深めていきたいと考えている。

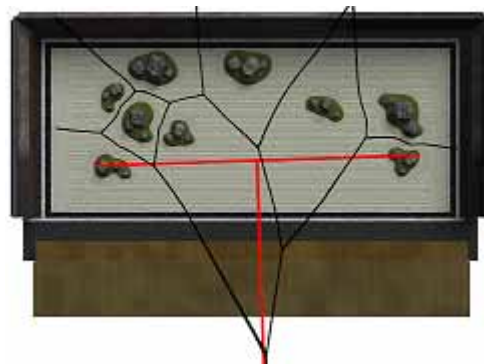


図3：設計した石庭の中心軸変換

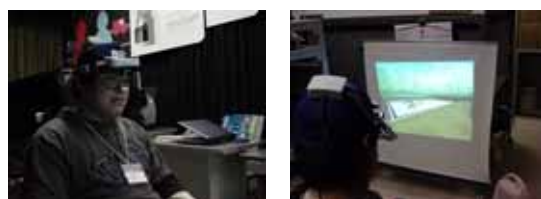


図4：実験風景

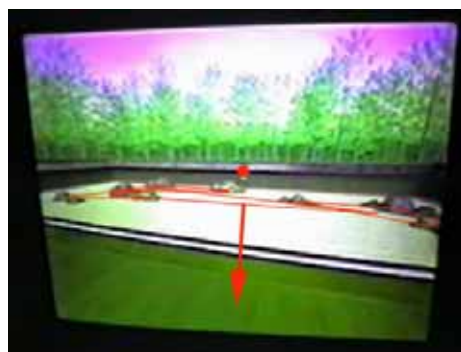


図5：実験結果（最適鑑賞ポイント）

参考文献

- [1]: 「インタラクティブGAを用いたバーチャル石庭」筑波大学理工学研究所修士論文 難波政佳 平成15年度
- [2]: “Virtual structure of Japanese Zen garden” Gert. J. Van Tonder etc Nature, vol.419, pp.359-360
- [3]: Leyton M. Comp. Vis., Graph., Img. Proc. 38, 327-341(1987)