

## 奥行き知覚の強さに関する要因分析 Factor Analysis for the strength of depth perception

瀧澤 海斗<sup>†</sup>  
Kaito Takizawa

鉄谷 信二<sup>†</sup>  
Nobuji Tetsutani

### 1. はじめに

人は両眼があることで、日常的に奥行きを知覚している。その奥行きを知覚する要素として、両眼視差、輻輳作用、運動視差、ピント調節作用などが挙げられる[1]。視覚的効果として、重なり、大きさ、空気透明、影、遠近法などがある。後者の視覚的効果について定量的に示すことが奥行き評価に必要と思われる。先行研究として、遠近画像を用いた主観的評価実験が行われた[2]。その実験では情報量や視差といった要素に着目し、逆視画像（左右の画像を入れ替えて提示）を手段とすることでそれらがもたらす奥行きの強さと違和感の関係性が示された。本研究では遠近画像以外の画像を用いた奥行きに関する要因分析を行う。奥行き知覚の強さに関わる要因が何であるか、またそれらによる奥行き知覚の強弱について求めることを目的とする。この目的のため「奥行感」の評価項目に対して、オブジェクト（樹木）のサイズや種類、配色の違いを含む正視画像と逆視画像を用いて評価実験を行った。

### 2. 評価実験

#### 2.1 実験条件

立体表示が可能な 65-inch の液晶ディスプレイを設置し、被験者には 3D 眼鏡の着用してもらった。評価画像は影を表示しないパースペクティブな 3DCG 画像を使用した。画像には 1 から 12 までの番号が振られている。これらの画像の評価は 2 度行うものとし、このうち 1 度目はディスプレイとの視距離を 1m とし、鑑視時間は 3 秒間とした。2 度目はディスプレイとの視距離を 2m とし、鑑視時間は 10 秒間とした。視距離の違いは、視野に入る樹木の大きさや本数に影響されることを考慮した。

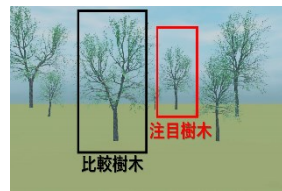
評価画像 1~6 は背景が草原と青空で、7~12 は背景が何もない白だけの画像である。評価を行う場合の比較する樹木に対して大きさを 3 段階変化させる。画像(1, 2, 3)の順で大、中、小となる。他の組み合わせも(4, 5, 6)(7, 8, 9)(10, 11, 12)同様である。また、画像(1, 2, 3)(7, 8, 9)は同系色の樹木として描かれ、画像(4, 5, 6)(10, 11, 12)は注目する樹木だけ色が異なる。

両眼間隔 6cm で 3DCG を作成した。被験者は 10 代と 20 代の大学生 16 名である。

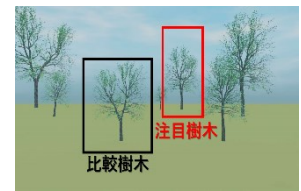
#### 2.2 評価方法

本実験で、3D 逆視画像に対して樹木の位置関係の主観評価実験を行った。評価は画像に表示される注目樹木と比較樹木の奥行きを見比べ、奥行比較として 5 段階で評価した。評価は近距離では 3 秒間、遠距離では 10 秒間の鑑視後に行う。

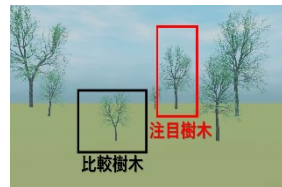
実験の手順として、最初に被験者は正視画像を鑑視する。この時に注目樹木と比較樹木の奥行きの関係を把握してもらおう。次に逆視画像に切り替えて 3 秒間観視した後、注目樹木の奥行きの変化の評価をしてもらう。評価終了後、次のパターンの正視画像に切り替え、以降この手順を繰り返すものとする。近距離での評価が終了した後は遠距離で



(1) 画像番号 1



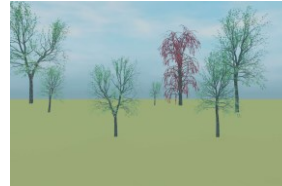
(2) 画像番号 2



(3) 画像番号 3



(4) 画像番号 4



(5) 画像番号 5



(6) 画像番号 6



(7) 画像番号 7



(8) 画像番号 8



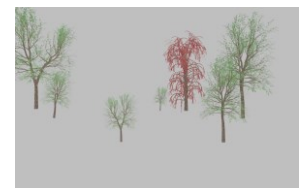
(9) 画像番号 9



(10) 画像番号 10



(11) 画像番号 11



(12) 画像番号 12

<sup>†</sup> 東京電機大学 Tokyo Denki University

の評価に移り、同一の画像を10秒後の鑑視後に同様の評価を行う。「奥行比較」の評価点項目を表1に示す。評価結果は逆視画像の観視の場合で、評価点が5は逆面視像として逆奥行き（正視画像と同じ奥行き）、評価点が1は逆視画像として正しい奥行き関係となる。評価点が高いほど強い遠近感を与えている。

表1 奥行比較の評価点項目

5: 注目樹木が比較樹木より奥にある
4: 注目樹木が比較樹木やや奥にある
3: 注目樹木と比較樹木が同じ位置にある
2: 注目樹木が比較樹木やや手前にある
1: 注目樹木が比較樹木より手前にある

### 3. 実験結果

「奥行感」の実験結果を以下に述べる。

#### 3.1. 背景がある風景の場合

評価結果を図2に示す。グラフの縦軸は評価点の平均値を示し、横軸は画像番号を示している。また、赤い折れ線グラフは近距離での評価結果であり、青い折れ線グラフは遠距離の評価結果である。すべての画像において、評価点が3.5以上で本来の逆視画像の奥行きとはならなかった。その原因は樹木の大きさと配置、周辺樹木の重なりの影響と考えられる。一方、奥行きの手がかりとなる要因とその傾向は得られた。近距離で観視した場合、画像(1, 2, 3)(4, 5, 6)に対して、比較樹木が小さくなるにつれて評価点が高くなる。大きさによる影響が表れている。逆視画像でも比較樹木が大きいと小さい注目樹木が遠くにあると知覚する。遠距離の結果では、近距離の結果に比べて評価点がすべて低くなっている。これは、画像に対する視野が広くなり、画像全域で比較しているからだと考えられる。つまり、視野が狭いほど奥行き知覚に影響を与えている。注目樹木に色を付けて目立たせた画像では評価点が高くなる。注目画像を注視する結果となることで、遠近感の知覚に影響が小さくなるからだと考えられる。また、遠距離の画像4の場合、評価点が一番小さくなっている。この場合、結果の標準偏差が大きく、被験者ごとに着目する箇所が異なったことが考えられる。また、今回の実験を実施していないが、正視画像の評価では奥行き関係に対して変化が小さい結果を報告している[3]。

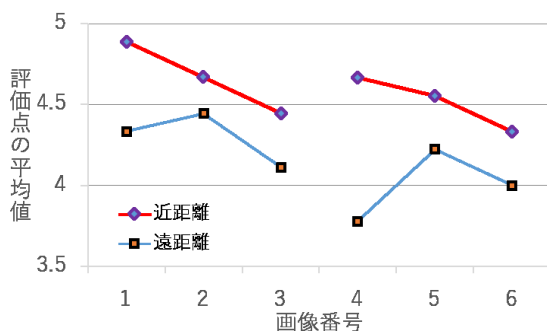


図2 背景がある場合の評価点

#### 3.2. 背景が無い風景の場合

評価結果を図3に示す。グラフの縦軸は評価点の平均値を示し、横軸は画像番号を示している。また、赤い折れ線グラフは近距離での評価結果であり、青い折れ線グラフは遠距離の評価結果である。3.1節の実験結果と同様に、すべての画像において、評価点が3.5以上で本来の逆視画像の奥行きとはならなかった。ここでの実験での特徴的な点として、近距離、遠距離とも比較樹木の大きさによる評価点の変化が小さい結果であった。また、背景がある場合と比べて、ほとどの画像においても評価点が小さくなっていた。これらの原因として、背景が無い場合は、地平線、空の基準となる画像が無いため、樹木だけの位置判断となる。その結果が背景のある風景より背景の無い風景の方が評価点が小さくなったと考える。言い換えれば、背景があるほうが、奥行き知覚に影響を与えている。

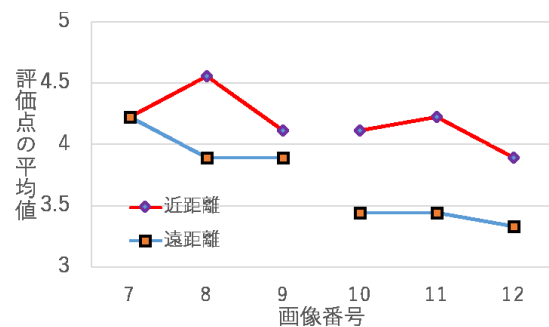


図3 背景がない場合の評価点

### 4. おわりに

本研究では奥行き知覚の強さに関わる要因が何であるか、またそれらによる奥行き知覚の強化の有無について求めるため正視画像および逆視画像を用いた実験を行い、以下の結果が得られた。樹木の大きさについてはその大きさに比例して、奥行きの影響がある。視野の狭い方が奥行き知覚に影響を与える。背景の有無では、背景がある方が奥行きに影響を与える。樹木の色の影響は奥行きに対して小さい。今後の展望として、今回の実験で逆視画像と主観評価で多少なりとも奥行きの影響の要素の定量化ができたが、まだ十分な精度ではないので、評価対象や実験方法を多様化することを考えている。例えば今回扱った画像では木の全貌を表示しその中で互いに重なりのない木を比較していた。今後は部分的な重なりがある場合や葉の部分のみに注目した比較などの実験が考えている。

#### 参考文献

- [1] 畑田豊彦, “生理光学 (14回) 奥行き知覚特性 O plus E NO.71 (1985年10月)”, pp.108-118, 1985
- [2] 岩崎晟弥, 柴田光, 鉄谷信二「3D表現を用いた遠近画像における奥行き知覚に関する研究」2018年映像情報メディア学会年次大会, 13E-2, 2018
- [3] 瀧澤海斗, 鉄谷信二「情報量に応じた遠近画像の立体視に関する研究」電子情報通信学会 2021年総合大会, D-11-3, オンライン開催, 2021