

隠消現実感を用いた多層透視望遠鏡の試作

横田 茉紀^{†1} 松木 ひとみ^{†1} 森 尚平^{†1} 池田 聖^{†1}
柴田 史久^{†1} 木村 朝子^{†1} 田村 秀行^{†1}

遮蔽物によって人の目から隠された不可視領域を可視化する、隠消現実感技術の一手法であるシースルービジョンに関する研究が行われてきた。一例として、手前と奥の光景を同時に矛盾なく表示しようとする描画法や、手前と奥の2階層の画像を能動的に切り替える手法に関する研究が挙げられる。本論文では、こうした研究よりも多くの階層を透視することを想定したデバイスについて検討・設計・試作を行った。本デバイスを用いることで、ユーザの入力に応じた透視だけでなく望遠も可能になる多段階の透視が実現でき、この表示方法について検討及び実装した。

A Prototype of a Multi-layered See-through Telescope Using Diminished Reality

MAKI YOKOTA^{†1} HITOMI MATSUKI^{†1} SHOHEI MORI^{†1} SEI IKEDA^{†1}
FUMIHISA SHIBATA^{†1} ASAKO KIMURA^{†1} HIDEYUKI TAMURA^{†1}

See-through Vision is one of diminished reality approaches to visualize backgrounds hidden from the user. In existing See-through Vision studies, backgrounds and occluding objects (e.g. walls) are shown simultaneously or switched depending on detected look-at-position. On the other hand, in this paper, we designed a prototype of multi-layered see-through device. The device enables the user to see-through multiple layers seamlessly, i.e., it enables to see at a distance. We modeled representation methods and implemented them as a prototype, which demonstrated such see-through representation.

1. はじめに

仮想世界と実世界を融合する複合現実感 (Mixed Reality; MR) や拡張現実感 (Augmented Reality; AR) において、遮蔽物によって人の目から隠された光景を可視化するシースルービジョンに関する研究が行われてきた[1, 2]。こうした不可視領域の可視化は隠消現実感 (Diminished Reality; DR) の一手法と考えられている。既存研究として、Sandor らは、不可視領域を遮蔽物に重畳する際に、遮蔽物のテクスチャのエッジ及び重要度の高い情報を残すことにより、奥行き知覚に関して違和感のない透過表示法を提案した[1]。Tsuda らは、不可視領域の提示手法として、ワイヤフレームによる表示や俯瞰図の表示等、4つの表示方法を実現し、体験者が直観的に空間を把握できる組み合わせを報告した[2]。

これらの研究は共に、不可視領域とその遮蔽物の2階層を同時に表示しようとするものである。よって、その更に奥を可視化したい場合、多くの階層が同時に表示されることになり、奥行きの知覚や見え方において不都合が生じると考えられる。一方で、遮蔽物と不可視領域を2階層に分け、体験者の注視点の奥行きに応じて階層を能動的に切り替え表示する手法も提案されている[3]。しかし、注視点を切り替えのためのインタフェースとして用いる場合、やはり2階層より多くを切り替えることは困難である。

本研究では、こうした既存のシースルービジョンの拡張として、3層目、4層目と能動的な切り替えを行う透視に

よって、新たに望遠が可能となる表示方法について検討及び実装を行う。本稿では、この多層透視による望遠のための表示方法に関する実装と試作デバイスについて報告する。

2. 多段階透視法の検討

本研究では、体験者が任意の位置と向きで、奥行き方向の不可視領域を可視化できる表示方法を目指している。原理的には、ある体験者視点における遮蔽物を無視した任意視点画像生成法が必要となる(図1)。例えば、時間(t)、位置(X, Y, Z)、光線方向(θ, ϕ)、光線の波長(λ)を入力として、光線の強さを出力する7次元関数 Plenoptic Function[4]を利用することが考えられる。これを利用することにより、あらゆる視点から撮影した複数枚の画像を用いて、画角内の全画素(光線)を算出し、体験時視点から見た光景を再構成することが可能となる。すると、どの遮蔽物までを無視して表示するかによって、多層透視が可能になると考えられる。

本研究においては、こうした表示方法を実現するために

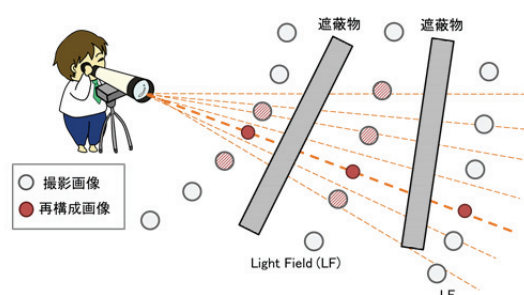


図1 遮蔽を考慮した任意視点画像生成

^{†1} 立命館大学
Ritsumeikan University

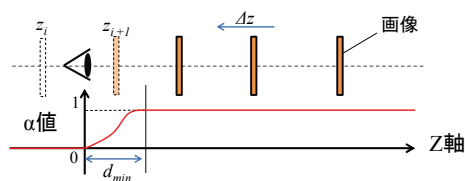


図2 視点移動表示の透過イメージ

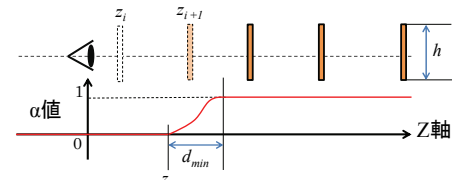


図3 ズーム表示の透過イメージ



図4 デバイスのプロトタイプ

多段階の表示の切り替え方法を簡便化した。そのために、上記の遮蔽物の透過を体験者の入力に応じて変更する仕組みを導入し、デバイスの設計及び試作を行った。

3. デバイスの試作

この試作では、2章に示した方法から、体験者の位置と向きを固定とした。これにより、事前取得した複数枚の画像 I_i を撮影位置 z_i に応じて1列に並べ、体験者の入力に合わせて切り替える現実的な問題に単純化した。事前撮影画像の切り替えにはアルファブレンディング法を用い、その α 値を決める関数 f を設計する。以下、望遠のための多層透視切り替え方法の一例として「視点移動」と「ズーム」を挙げ、これを実装した。イメージを図2、図3に示す。

【表示法1: 視点移動】体験者の入力に合わせて、撮影地点に（仮想的に）視点移動する表示方法を実装する。体験者の入力を Δz とした時、事前撮影画像 I_i の位置 z_i を $z'_i = z_i - \Delta z$ に更新する。この時の I_i の透過度 α_i を式1に示す。

$$\alpha_i = f(z'_i) = \begin{cases} 0 & (z'_i < 0) \\ 1 - z'^2_i / d_{\min}^2 & (0 \leq z'_i \leq d_{\min}) \\ 1 & (d_{\min} \leq z'_i) \end{cases} \quad (1)$$

ただし、 $d_{\min}$ を画像間の最少間隔とする。

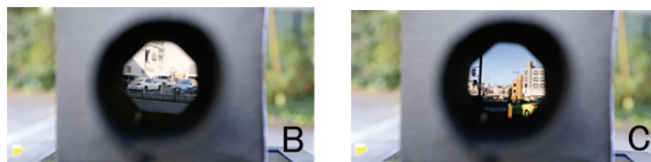
【表示法2: ズーム】体験者の入力に合わせて、画角を変更しながら透過する表示方法を実装する。体験者の入力 z ($z'_i = z_i$) が与えられたとして、式2により透過度 α を決定する。

$$\alpha_i = f(z, z'_i) = \begin{cases} 0 & (z'_i < z - d_{\min}) \\ 1 - z'^2_i / d_{\min}^2 & (z - d_{\min} / 2 \leq z'_i \leq z + d_{\min} / 2) \\ 1 & (z + d_{\min} \leq z'_i) \end{cases} \quad (2)$$

尚、体験者の入力 z によって、画角 $fovy$ は $2\text{atan}(h / 2z)$ のように変更される。ただし、 h は画像の高さとする。



(a) 視点移動



(b) ズーム

図5 デバイスから見える風景

4. 結果

作成したデバイスのプロトタイプを図4に示す。また、3章に示した表示方法で表示した結果を図5に示す。

地点 A, B, C で事前に画像をそれぞれ取得する。デバイスを覗きこんだ際、体験者にはまず地点 A の風景が表示される。そして、奥の階層に移動する入力を与えることにより階層が切り替わり、地点 B の風景が表示される。(a) の視点移動表示では、複数切り替えを行っても一定の画角で表示されていたため、奥の風景を広く把握できた。しかし、どのくらい奥の階層に移動したかが、入力を繰り返すうちに不明瞭になる。(b) のズーム表示では、デバイスの位置と向きを固定としたため、奥の階層に切り替えるほど画角が狭くなり、奥に何があるのかを把握するのが困難となる。しかし、奥の階層ほど画角が狭くなるというヒントから現在どのくらいの階層にいるのかが直観的に分かる。

5. むすび

本論文では、多段階透視により望遠が可能な表示方法を検討し、望遠鏡型デバイスを提案及び試作した。今後は、任意の視点で利用可能なデバイスの作成を目指す。

参考文献

- 1) C. Sandor, et al.: "An augmented reality X-Ray system based on visual saliency," Proc. ISMAR, pp. 27 - 36, 2010.
- 2) T. Tsuda, et al.: "Visualization methods for outdoor See-through Vision," Trans. on Information and Systems, Vol. E89-D, No. 6, pp. 1781 - 1789, 2006.
- 3) 池田聖, 齊藤宏介: "注視動作反応型 X-ray Vision", 第19回日本VR学会大会論文集, pp. 541 - 544, 2015.
- 4) M. Leonard, et al.: "Plenoptic Modeling: An image-based rendering system," Proc. SIGGRAPH, pp. 39 - 46, 1995.