

多層透視型映像体験システムの再設計と ユーザインタフェースの検討

石橋 朋果^{†1} 杉崎 公亮^{†2} 和田 充裕^{†2} 田村 秀行^{†3} 木村 朝子^{†1} 柴田 史久^{†1}

立命館大学 大学院情報理工学研究科^{†1} 同 情報理工学部^{†2} 同 総合科学技術研究機構^{†3}

1. はじめに

実在する物体を視覚的に隠蔽・消去する隠消現実感 (Diminished Reality; DR) 技術の応用として、我々は「多層透視望遠鏡」を提案し、試作システムを技術展示した[1]。同システムの本格化を行う際に、より発展性のある「多層透視型映像体験システム」として再設計し、さらに観測位置を「透過移動」できる機能も持たせることにした。本システムの基本設計を行い、基本機能とそのユーザインタフェースを検討・実装したので報告する。

2. 多層映像体験システムの2つのモード

体験者の視野（の一部）を遮蔽する建物等の障害物に対して、その向こうにある光景の映像を重畳表示ことで擬似的な透視機能を実現することは、「シースルービジョン」と呼ばれ、既にいくつかの実現例がある[2]。我々はこの概念を拡張し、多層にわたる障害物を順次透過することを目指した。今回、この基本姿勢をさらに発展させて、次の2つのモードを共存させることにした。

(A)多層シースルー・モード：前試作例は、展望台等にある望遠鏡（双眼鏡）をメタファーとし、山や建物の向こう側を電子的に拡大透視できるものであった。新システムの第1のモードは、このメタファーを踏襲する。体験者位置、視点位置が共に固定されていて、視線方向に存在する対象の層を透明化し、奥に存在する肉眼では観測できない不可視層を次々と透視し、同時に望遠観測を可能にする定点透視である（図1）。

(B)ムーブスルー・モード：上記の拡張形として、体験者に擬似的移動感覚を与え、不可視層の先に観測点を移す「透過移動 (Move-Through)」モードも設ける（図2）。これによって、パースの異なる光景を順次視認できる。WWW で利用できる Google Street View の基本形が道路に沿った移動しかできないのに対して、本モードは建物を突き抜けて移動する体験を可能にする。

上記 A, B 両モードは、体験時に随時切り替え可能であるものとする。また、事前観測した静的な光景を提示するだけでなく、ライブ映像を提示するモードへの切り替えも可能とする。

3. 両モードでの基本機能の検討

上述の2つの透視／透過モードの利用時に実現すべき基本機能を検討し、以下の仕様を決定した。

- (A-1) 手前の層の一部（透視窓）を透かし奥の層を表示
- (A-2) さらに奥の層への前進・後退と初期位置への復帰
- (A-3) 透視窓の拡大・縮小と窓形状の変形（デフォルトは円形で、楕円形等への変形可能とする）
- (AB-4) 観察視野の回転移動（パン&チルトでの見回し）
- (AB-5) 観察視野の拡大・縮小（ズームイン／アウト）

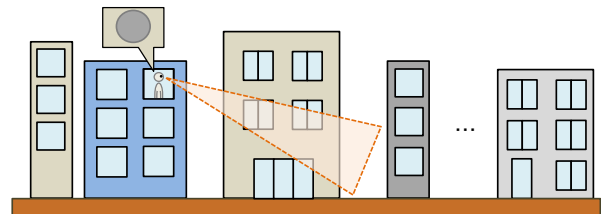
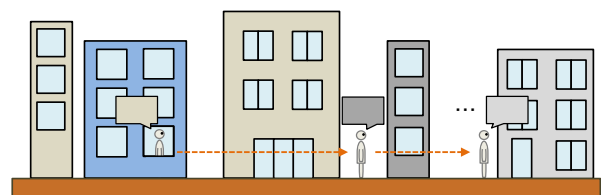
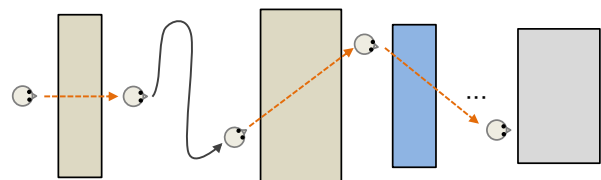


図1 多層シースルー・モードの概念



(a) 側面から見た透過移動



(b) 上方から見た透過移動

図2 ムーブスルー・モードの概念

(AB-6) 事前観測映像とライブ映像の切り替え

(AB-7) A, B 両モード間での切り替え

B モードでは、次の独自の仕様となる。

(B-1) 遮蔽物の先への透過移動（視野は全画面表示）

(B-2) 上記移動後に、その層内での観察視点移動

(B-3) 上記2つの後退移動（逆回し）と初期位置復帰

4. プロトタイプと実装上の工夫

4.1. CG ベースでのプロトタイプシステム

本システムが目指すのは実世界での利用であり、なるべく任意の地点で、障害物を透視／透過移動して実世界の光景を視認体験できることである。そのためには、多数の実写映像を事前準備する必要があり、ライブ映像の場合には、そのカメラ設置位置選定も重要課題である。

パノラマ画像の層状配置や Light Field Rendering だけでも基本機能の一部は実現可能であるが、本格的運用には対象となる実世界の3次元構造が必要となる。その高精度、広範囲のデータ取得は容易ではないが、近年、ドローンによる空中撮影や LiDAR による3次元点群獲得が進化しているので、問題解決の糸口は見えている。

本研究では、基本機能の実現とその操作性の検討のため、CG ベースでプロトタイプを試作し、機能評価することとした。即ち、図3のような大まかな幾何形状モデルをもち、実写画像をテクスチャマッピングした仮想空間を扱う。図4～図6は、その処理例である。

4.2. 多層シースルー・モードでの工夫と考察

AR/MR 研究では不可視領域と遮蔽物の同時表示が研

“Re-design and Implementation of Multi-layered Seeing-through System and Its Effective User Interface”

^{†1} Graduate School of Information Sci. and Eng., Ritsumeikan University

^{†2} College of Information Sci. and Eng., Ritsumeikan University

^{†3} Research Organization of Sci. and Tech., Ritsumeikan University



図3 現実世界の光景とCGベースでの試作



図4 円形の透視窓から奥の建物を視認



図5 透視窓の拡大・変形と対象光景のズームアップ



図6 ムーブスルー・モードでの表示

究されているが、いずれも2層間の視認性検討に留まっている[3]。本システムでは、多層間での透視表示に、より自然な透視感覚を与える工夫を行った。

【透視窓の境界の工夫】

DR研究における半隠消表示の経験を踏まえて、手前の層を透かして奥が見えているという感覚を与えるため、透視窓の境界を α ブレンディングによりぼかす手法を採用した(図4, 図5)。

【層間移動時の透過方法】

多層間の遷移に伴う表示では、以下の工夫を行った。

●**手前の層の不透明度の変化**：瞬時に奥の層を表示したのでは、体験者は状況把握が困難となる。そこで、手前の層の不透明度を一定時間内で1から0に変化させることにより、徐々に奥への層の切り替えを行う。

●**不透明度の変化の適用領域の分類**：不透明度の変化を奥の層を提示する領域画素全てに対して、図7の(i)に従って一様に不透明度を変化させると、不都合が生じることがある。手前と奥の層が同系色の画素を多く含んでいて、手前と奥の層が共に複雑である場合、2層の情報が輻輳し、奥の層の情報取得、相対的位置関係の把握が困難となる(図8)。その対処法として、手前層の透視窓に対応する領域内のエッジを検出し、エッジとその他の画素で異なる変化を持たせる方法を採用した。具体的には、図7の(i)をエッジ、(ii)をその他の画素に適用する。図8と同フレームに対する結果を図9に示す。手前の層のエッジは顕著に表示されているが、その他の画素は表示されておらず一様に不透明度を変更する場合と比較すると奥の層の情報取得が容易で、かつエッジがあることで相対的位置関係の把握が行いやすいたことが分かる。

●**焦点ぼけ効果の導入**：奥行き知覚の向上のため、奥の層への遷移時に、新しい層の画像をぼかしておき、徐々に鮮鋭化する効果を持たせた。カメラのズームレンズ使用時や望遠鏡の焦点調節時の使用感覚を模している。

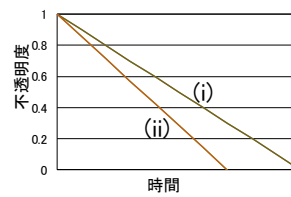


図7 不透明度の時間的変化

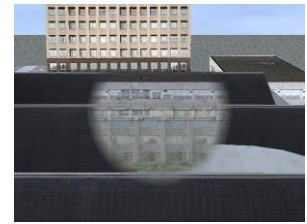


図8 図7(i)を適用した結果

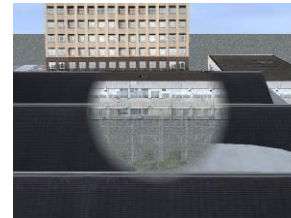


図9 図8と同フレームに(ii)を適用した結果



図10 エッジに図7(i), その他の画素に(ii)を適用した結果

【その他、ユーザインタフェースとしての工夫】

●**見回しの振り幅の一定化**：より遠くの層に対して見回しを行なうと振り幅が大きくなり、対象を見失うことが少なくない。そこで、体験経験の浅いユーザ向けに、振り幅に制限を設け、視認性・操作性の向上を図った。

●**機能実行と表現の順序**：様々な基本機能を設計し、実装したが、機能が多様化するに連れ、不慣れた利用者には覚えにくく、操作性も低下する。そこで、人間が経験的に行ってきた一連の動作を模すことにした。スチルカメラやビデオカメラ利用時には、まず対象物を捉え、次にズーム、最後に焦点調節を行うことが多いので、多層シースルー・モードでは、(1)透視、(2)拡大、(3)焦点調節時の擬似的ぼけ付与の順で行う形で実装した。

4.3. ムーブスルー・モードでの工夫と考察

【層間移動時の透過方法】

このモードにおいても、障害物の奥に透過移動する際の表示方法は重要である。多層シースルーで述べた手前の層の不透明度の変化、前述のエッジ部分を別扱いするブレンディング手法が有効であったので、本モードでも同様の方法を用いる。その結果を図10に示した。

さらにムーブスルーにおいては以下の工夫を行った。

●**層間移動時の速度変化**：Aモードでは建物等を(半)透明化する透視機能であるのに対して、Bモードは建物を通り抜けて向こう側に立つ感じになるので、透過移動する身体感覚を与えたい。このため、その間の移転は等速ではなく、初速は緩やかで、徐々に加速し、最後は減速する等の速度変化パターンを選択できるようにした。

5. むすび

発展的に再設計した「多層透視型映像体験システム」の基本機能は既実装済みであり、稼働している。今後は多数のカメラから得た実世界映像の利用率を増やし、実用性を高めて行く。同時にライブ映像モードの改良、本格的利用に向けての研究も進め、その際に遭遇する諸問題への解決を図る予定である。

参考文献

- [1] 横田 栄紀, 他: 隠消現実感を用いた多層透視望遠鏡の試作, インタラクション2016 予稿集, pp. 563 - 564, 2016.
- [2] T. Tsuda, et al.: "Visualization methods for outdoor see-through vision," Proc. ICAT, pp. 62 - 69, 2005.
- [3] C. Sandor, et al.: "An augmented reality X-Ray system based on visual saliency," Proc. ISMAR, pp. 27 - 36, 2010.