

6Y-05

指ビューファインダーとその応用可能性

星川 潤 藤代 一成
慶應義塾大学 理工学部情報工学科

1 背景と目的

デスクトップ環境を利用する際、マウスなどの入力デバイスを用いたディスプレイモニタ上での範囲選択は必要不可欠である。同様に仮想空間においても、一人称視点での効果的な範囲選択が必要になると考えられる。そのような課題に対し、本手法は「手」という操作性に富んだ器官を範囲選択の入力媒体として利用する。そして、より直観的な範囲選択を実現するため、本研究では写真の構図を決める際に使われる指フレームというジェスチャに注目する。指フレームを利用し現実空間を任意の構図で撮影する技術[1]は既に存在しているが、仮想空間上で指フレームを利用した範囲選択の手法は知られていない。

そこで本稿では、ハンドトラッキング技術を活用し、指フレームを形作る際に、手の位置情報を使って仮想空間上で範囲を選択する、指ビューファインダー (Digitus Viewfinder) という手法を提案する。加えて、指ビューファインダーを利用した三つのアプリケーションを紹介するとともに、指ビューファインダーのさらなる応用可能性に言及する。

2 指ビューファインダー

指ビューファインダーの機能と実装手順を説明する。

2.1 機能

指ビューファインダーは、ユーザが手を使って矩形枠を操作することで、仮想世界におけるリアルタイムな範囲選択を可能にする手法である。特定のデバイスを把持する必要がないため、本手法は多くのケースにおいて有用であると考えられる。ユーザが指フレームを形作ると、図1に示すような赤い矩形枠が生成され、ユーザの手の位置情報に合わせて矩形枠の位置とサイズが変化する。本手法では左目で矩形枠を覗くことを想定しており、矩形枠の各頂点と左目の位置情報を用いて視錐台を計算することで、三次元空間の範囲選択が可能になる。

2.2 手法

指ビューファインダーで出力される視錐台は、以下のようなアルゴリズムを実行することで得られる：

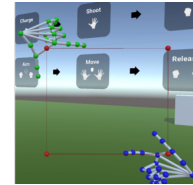


図 1: 指フレームと、手の位置情報に合わせて生成された矩形枠。

1. 左手と右手が指フレームを形作る際、各手の人差し指と親指のつけ根の midpoint 位置に矩形枠の起点を生成する；
2. 二つの起点が対頂点になるように、ユーザの視線方向に垂直な矩形枠を生成する；
3. 左目の位置を視点位置とし、矩形枠を前方クリッピング面とする視錐台を求める。

以上のステップを繰り返し実行する。

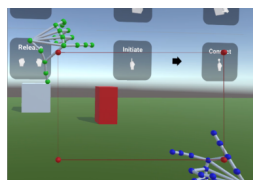
3 アプリケーション

指ビューファインダーを利用した三つのアプリケーションを説明し、各々の初期実装結果を示す。

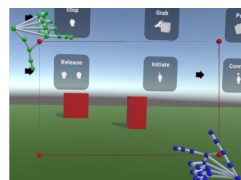
3.1 オブジェクトの複数選択

仮想空間上でユーザが離れた位置にある単数のオブジェクトを操作する手法は数多く提唱されている [2]。しかし、ハンドトラッキングを用いて複数のオブジェクトを同時に操作する手法はいまだ少数である。そこで本稿では、指ビューファインダーを利用してオブジェクトを同時に複数選択するアプリケーションを提案する。これは仮想空間上でユーザが任意の複数のオブジェクトを操作する際において有用である。

このアプリケーションでは、シーン内に存在する複数のオブジェクトに対し、2.2 項で生成した視錐台に関する内外判定を行っている。視錐台の各側面の内向き法線ベクトルと、オブジェクトの重心から視錐台の側面ごとに下した垂線のベクトルの内積をそれぞれ計算し、出力される値が全て負の値になる場合、オブジェクトが視錐台の中に含まれていると判定する。



(a) 右のオブジェクトのみ選択



(b) 左右のオブジェクトを選択

図 2: 指ビューファインダーを利用したオブジェクトの複数選択。選択されたオブジェクトは赤く表示されている。

視錐台の中に含まれたオブジェクトは選択されたときのみ、赤色に変化するようにした。オブジェクトの複数選択の実行例を図 2 に示す。

3.2 写真撮影

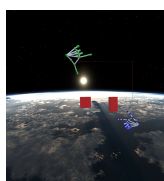
仮想空間においてユーザが捉えた景色を画像として保存する機能は多くの VR デバイスに存在するが、ユーザが任意の構図で写真を撮影するアプリケーションは少数である。そこで本稿では、ユーザの視野から指ビューファインダーに含まれた風景のみを切り取り、画像として保存するアプリケーションを提案する。

このアプリケーションでは、左手の全ての指を伸ばし、パーのジェスチャになったタイミングで撮影を開始する。撮影時は手のモデルと矩形枠線を映さないようにするために、撮影終了までそれらを一時的に非表示にする。そして矩形枠の四頂点の位置座標をスクリーン座標へ射影し、それに囲まれた部分を画像として保存する。

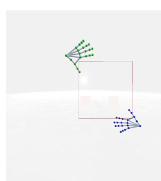
写真撮影の実行例を図 3 に示す。手のジェスチャのみで操作する仕様になっているため、ユーザは没入感を損なわずに撮影することができる。

3.3 心理的拡大

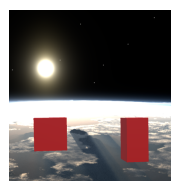
人間が主観的に捉える風景には、強調されて見える部分が存在する。そのようなユーザの感性を表現する既存の手段として、CG の分野にはユーザ自身が非透視投影を編集する手法 [3] が存在するが、仮想空間におけるユーザの心理的な強調を表現する手法は知られていない。



(a) 撮影前

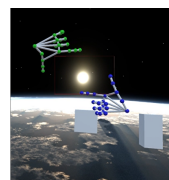


(b) 撮影時

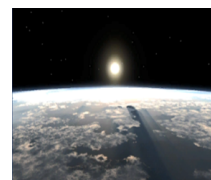


(c) 出力画像

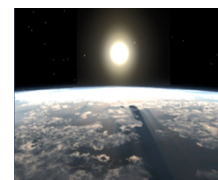
図 3: 指ビューファインダーを利用した写真撮影。(a) 撮影したい範囲に矩形枠を合わせ、(b) 左手を開くことで撮影が開始され画面がフラッシュする。その結果、(c) のようなユーザが指定した構図の出力画像が得られる。



(a) 注目部分の指定



(b) 本来の背景画像



(c) 心理的拡大後の出力画像

図 4: 指ビューファインダーを利用した心理的拡大。

(a) ユーザが自身で注目部分を矩形枠で指定し、撮影を行う。枠内の画像は拡大された状態で本来の背景画像 (b) に重畳され、(c) のようなユーザが認識した風景により近い出力画像が得られる。

そこで本稿では、ユーザが風景のなかで強調したい部分を指ビューファインダーに収めて撮影し、その部分を拡大して背景画像に貼り付けるアプリケーションを提案する。これにより、ユーザが心理的に感じた景色により近い景色を画像で再現できる。

心理的拡大の実行例を図 4 に示す。図 4(c) は、図 4(a) において指ビューファインダーで撮影した部分をおよそ四倍の面積に拡大し、図 4(b) の中央上部に貼り付けた結果である。ユーザが強調したい光源部分が拡大され、本来の背景画像に対して違和感なく合成されている様子が確認できる。

4 結論と今後の課題

本稿では、手という人間のなじみ深い器官を直接用いて仮想空間の範囲選択を行う指ビューファインダーという手法を提案し、その応用例を三種類示した。実装したアプリケーションのなかでも、特に心理的拡大に関しては多くの課題が残されており、拡大画像の貼付け位置と拡大率の自動決定、最適な拡大率の考察、シームレスな画像合成の実装などが挙げられる。

指ビューファインダーは本稿で紹介したアプリケーション以外にも、仮想空間におけるエリア選択やメディアリターゲットングなど、範囲選択が有用になる様々なケースに対して応用可能である。加えて拡張現実の分野にも適用でき、ユーザが範囲選択を利用して視覚的乱雑さを解消するなどの応用例が考えられる。

謝辞

本研究の一部は、令和 2 年度科研費挑戦的研究 (開拓)20K20481 の支援により実施された。

参考文献

- [1] 古山 善将, 川畑 博理, 赤羽 享, 小林 茂, 鈴木 宣也: “Ubi-Camera: より実用的なジェスチャ型カメラの提案”, 情報処理学会インタラクティブ, 653-658 頁, 2012.
- [2] Doug A. Bowman and Larry F. Hodges: “An Evaluation of Techniques for Grabbing and Manipulating Remote Objects in Immersive Virtual Environments”, In *Proceedings of the 1997 Symposium on Interactive 3D Graphics*. ACM, pp. 35-38, 1997.
- [3] 吉田 謙一, 高橋 成雄, 藤代 一成, 岡田 真人: “2 次元投影図上の見えの操作に基づいた非透視投影の設計”, 画像電子学会誌, 37 巻 4 号, 412-418 頁, 2008.