

手持ち型 AR における周囲注意低下効果を軽減する 画面外オブジェクト可視化手法の提案

黒崎 蓮[†] 藤原 稜大[‡] 有川 正俊[‡] Lu Min[‡] 佐藤 諒[‡] 佐々木 一織[‡] 内海 富博[‡]

[†]秋田大学 工学部 [‡]秋田大学大学院 理工学研究科

1. はじめに

スマートフォンやタブレットといった手持ち型デバイスでの拡張現実(AR)においてユーザが何かタスクを遂行する際、手持ち型デバイスの視野の狭さによって、興味のあるオブジェクトは視野(画面)の外に配置されていることが多い。ユーザは狭い視野の手持ち型デバイスを覗きながら、視野外に配置されているオブジェクトを探さねばならない。この課題に対応して、画面外の興味のあるオブジェクトを矢印や点といった視覚要素に変換して、画面内に可視化する手法がさまざま提案されてきた[1,2]。一方で、AR環境で画面内の仮想コンテンツに過度に集中することにより周囲の物理的環境への注意が低下する現象(Attentional Tunneling(AT現象), 周囲注意低下効果)が報告されている[3]。手持ち型 AR での画面外オブジェクト可視化手法において AT 現象を考慮した研究はほとんどない。本研究では、手持ち型 AR における周囲注意低下効果を軽減することを考慮した画面外オブジェクト可視化手法の提案を行い、ソフトウェア実装を通してその有効性を確認した。

2. 関連研究

手持ち型 AR における初期の画面外オブジェクト可視化手法として、Jo らは AroundPlot を提案した[1]。この手法では、画面端の領域にその方向に存在する画面外オブジェクトを表す点を投影する。例えば、点が画面の右端に投影されている場合、画面を右に向けると、興味のあるオブジェクトが右から画面内に現れる。

これらの手法は点という 2D の視覚要素で画面外のオブジェクトを可視化しているのだが、それではオブジェクトがユーザからどれだけ離れ

ているのかが分からない。この問題に対応して、Biswas らは 3D の矢印を AroundPlot と同じ方法で投影する手法を提案した[2]。

3. AT 現象を考慮した新しい UI の提案

3.1 ヘッドアップディスプレイとヘッドダウンディスプレイ

Fischer らによる初期の AT 現象研究[4]では、フライトシミュレーター内の HUD (ヘッドアップディスプレイ) と HDD (ヘッドダウンディスプレイ) (視野外に設置されている UI)を比較し、HUD 使用時のパイロットが予期せぬ障害物に遅れて反応することが分かった。手持ち型 AR において、ユーザはデバイスを顔の前ではなく胸の前(HDD のように視野の外)に持つことが多い。この特性を利用し、HUD のように使用した際には興味のあるオブジェクトの方向を指示し、HDD のように使用した際には目的地への方位を示すガイド機能は、関連手法と比較して AT 現象を軽減する可能性がある。

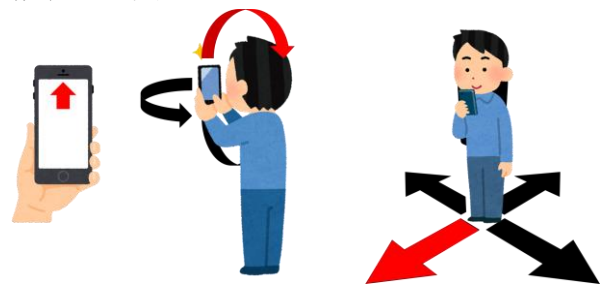


図 1:(中)HUD 的ガイド(右)HDD 的ガイド

この要件を満たす可視化手法を実装するために AroundPlot の投影手法を利用する。なぜなら、この投影手法では投影された点の位置はデバイスを顔の前に垂直に構えているには際オブジェクトの方向を示し、水平に持った際にはオブジェクトの水平方位を示すからだ。

3.2 投影する記号

Fadden らのフライトシミュレーターを用いた

Off-screen object visualization technique mitigates attentional tunneling effects on hand-held augmented reality
Ren Kurosaki, Ryoo Fujiwara, Masatoshi Arikawa, Min Lu, Ryo Sato, Iori Sasaki, Tomihiro Utsumi
Akita University

研究[5]では、HUD 上での 3D と 2D コンテンツの影響が比較され、3D コンテンツが外部イベントへの反応に遅延をもたらすことが明らかにされた。この結果を踏まえ、投影する記号として 2D の形式を採用し、オブジェクトまでの相対角度をプログレスリングで表現する方式を採用する。

3.3 提案手法

以上の議論から、図 2 のようなインタフェースを提案し、Translation rotation guide(TRG)と呼称する。TRG はデバイスからの興味のあるオブジェクトの相対座標を直交座標から、球面座標に変換し、その角度座標が視野角の外である場合には視野角の最も近い境界となる角度座標(画面端)に記号を投影する。記号は興味のあるオブジェクトを表す 2D アイコンとプログレスリング、デバイスを向けるべき方向を示す矢印で構成される。プログレスリングは現在向いている方向と興味のあるオブジェクトの方向がどれだけ離れているかを示す。



図 2: TRG(提案手法)による視野外オブジェクトを表示するスマートフォン UI の例

4. 実装

現実世界で、写真を撮影した位置から見るアプリケーションの、ガイドインタフェースとして実装し、フレームワークには ARKit を利用した。また、記号の大きさや見える範囲は開発を行いながら経験的に決定した。実装画面のスクリーンショットを図 3 に示す。

実際にユーザに使ってみてもらったところ、TRG を利用したユーザはターゲットの位置までまっすぐ進んだ(図 4 緑線)のに対して、使わなかったユーザはターゲットをすぐに発見できず、探すためにさまよった様子が軌跡からうかがえる(図 4 赤線)。また、TRG を利用したユーザは説明なしにその使い方を理解していた。

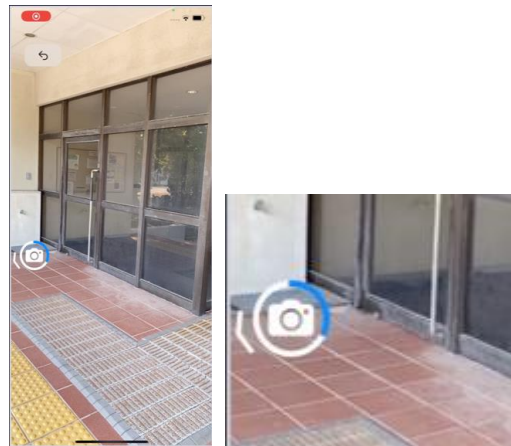


図 3: Apple iOS で実装した TRG プロトタイプの画面例(左:全体, 右:拡大)

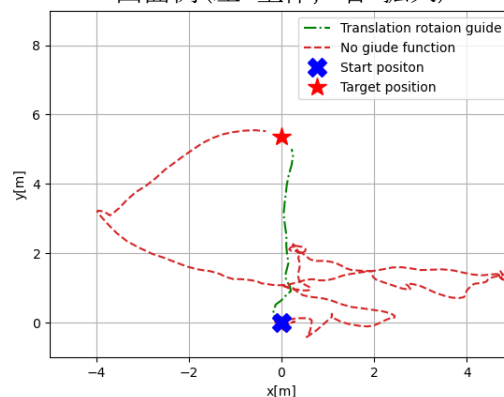


図 4: AR による目的地への誘導で TRG 使用(緑)/使用しない(赤)場合のユーザ移動軌跡の比較

5. おわりに

本研究では、現実世界で写真を撮影した位置から鑑賞するアプリのガイドインタフェースとして、画面外オブジェクト可視化手法を、AT 現象の研究結果に基づいて提案、実装した。この一連のデザインプロセスは今後、AR コンテンツの没入感と空間認識低下のトレードオフの中で、最適な均衡点を発見することに貢献するだろう。今後は、定量的ユーザ実験を通して、本提案手法の科学的有効性を明らかにしていく。

参考文献

- [1] H. Jo, et al., "Aroundplot: Focus+context interface for off-screen objects in 3D environments," *Computers and Graphics*, vol. 35, no. 4, pp. 841–853, 2011.
- [2] N. Biswas et al., "Augmented 3D arrows for visualizing off-screen Points of Interest without clutter," *Displays*, vol. 79, 2023.
- [3] M. Parmar, et al., "Impact of User Mobility on Attentional Tunneling in Handheld AR," *Conf. on Human Factors in Comp. Systems – Proc.*, p. 171, 2023.
- [4] E. Fischer, et al., "Cognitive issues in head-up displays." 1980.
- [5] S. Fadden, et al., "Pathway HUDs: Are They Viable?," *Human Factors*, vol. 43, no. 2, pp. 173–193, 2001.