

AR 技術を用いた観光情報の提示手法に関する検討 An Examination on Sightseeing Information Presentation Using Augmented Reality

藤原 智宏[†], 金成 慧[†], 伊藤 篤[‡], 佐藤 美恵[†]
Tomohiro Fujiwara[†], Kei Kanari[†], Atsushi Ito, Mie Sato[†]

[†]宇都宮大学, [‡]中央大学
[†]Utsunomiya University, [‡]Chuo University
mc216531@cc.utsunomiya-u.ac.jp

概要

携帯端末の普及や開発技術の向上により, AR (Augmented Reality) は誰でも容易に扱えるようになりつつあり, AR を観光支援に応用した研究開発も行われている. 一方で, 近年, VR (Virtual Reality) における視線入力に関する研究は数多く行われているが, AR と視線入力を組み合わせた研究は少ない. そこで本研究では, 栃木県の観光スポットに関する AR 情報の提示手法として, 視線入力による手法を, コントローラによる手法, 視線とコントローラを組み合わせた手法, スマートフォンを用いる手法と比較し, 手法の快適性や AR 情報の見やすさについて, 被験者実験により調査した. 実験の結果, 視線入力による手法が他の 3 つの手法よりも有用である可能性が示唆された.

キーワード: 観光情報, AR 技術, 視線入力

1. はじめに

AR とは拡張現実の略称であり, 現実世界に仮想の視覚情報 (AR 情報) を重畳表示することで, 現実を仮想的に拡張する技術のことである. AR 情報の観光支援への研究は以前から盛んに行われている[1][2]. AR を観光支援に用いた商品例としては, StartiaLab 社の“COCOAR”やエム・ソフト社の“かんぶら”などがあり, これらはポスターやパンフレット, ガイドマップ上に AR 情報を表示して, 観光情報を効果的に発信している. しかしながら, これらは AR 情報を表示するために, スマートフォンなどの表示デバイスを手に持つ必要があり, 荷物など手がふさがっていることが多いと考えられる観光客にとっては使いづらい面も考えられる.

近年, 視線入力に関する研究が数多く行われている[3][4][5]. 関連研究[3]では, VR 空間で, オブジェクトの選択タスクについて, コントローラ, 注視, 注視+コントローラの 3 手法で比較した. 関連研究[4]では, VR

空間内での視線による文字入力のための基礎検討として, ボタンまでの距離について検討した. 関連研究[5]では, HMD を用いる 3 つの新しい視線ベースのインタラクション技術を提案し, ユーザエクスペリエンスについて調査した. このように, VR 空間での視線入力に関する研究は多く存在するが, 視線入力と AR を組み合わせた研究は少ない. この理由として, AR では仮想と現実の両空間を高精度に整合する必要がある, VR 空間での視線入力よりも複雑で高度な処理が要求されることが考えられる.

本研究では, AR と視線入力を組み合わせることで, ハンズフリーの状態で AR 情報を観光客に提供することを目的とする. ここでは, AR 情報は栃木県の観光スポットに関する情報とし, 栃木県の地図上に提示する. 先行研究[6]では, 視線入力が AR 情報の提示手法として有用化を調査するために, 視線入力による手法と, コントローラによる手法, 視線とコントローラを組み合わせた手法, タブレットを用いる手法の 4 手法を比較した. 結果として, 視線入力として用いた注視では, 他の手法と比べ, 情報提示が難しいことが示された. その理由として, 視線が一定せずに注視時間の計測が正確にできず, 被験者の意図した入力をとらえることが困難であったことが挙げられた. そこで本論文では, 視線の不安定さを軽減させた注視時間の軽装方法を実装し, 再度, 視線入力による手法と, コントローラによる手法, 視線とコントローラの組み合わせた手法, スマートフォンを用いる手法を, 手が塞がっている状況下で比較し, 手法の快適性や AR 情報の見やすさについて, 被験者実験により調査する.

2. AR 情報の提示システムと手法の概要

本システムは, ステレオカメラ (ZED mini) を取り付けたヘッドマウントディスプレイ (HMD, VIVE Pro Eye), HMD 付属のコントローラ及び, 赤外線センサ (ベースステーション), スマートフォン (Google Pixel 5),

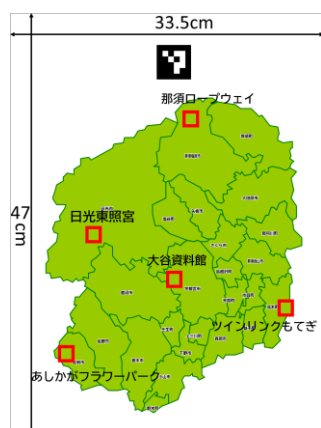


図 1：実験で用いる地図

PC(OS : Windows10, CPU : i9-9900KF, GPU : GeForce GTX 1660Ti)から構成される。

実験で用いる地図を図 1 に示す。今回は観光スポットとして、日光東照宮、那須ロープウェイ、あしがフラワーパーク、大谷資料館、ツインリンクもてぎを取り上げる。地図に記載された各観光スポットの位置に、透明なオブジェクトを配置し、地図上の AR マーカをカメラで認識したら、オブジェクトが表示される。そのオブジェクトに対して後述する 4 つの手法により入力操作を行うことで、AR 情報を提示する。提示される情報の概略を図 2 に示す。今回は提示する AR 情報は、観光スポットを訪れる際に必要とされる、写真、説明文、所在地、料金、時間である。矢印ボタンを操作することで、写真を切り替えることができ、×ボタンを操作することで、AR 情報を閉じることができる。また、所在地、料金、時間と書かれたメニューボタンがあり、それぞれに入力操作を行うことで、対応した追加の AR 情報の表示または非表示を切り替えることができる。図 3-6 に被験者が HMD 上で実際に見る AR 情報を示す。本実験で用いる 4 つの手法について説明する。

- HMD を装着した状態で、HMD のアイトラッキング機能を用いた視線入力による手法では、1 秒間、注視すると AR 情報を表示する。また、矢印ボタン、メニューボタンは 0.5 秒間、×ボタンは 0.8 秒間、それぞれ注視すると操作できる。これらの注視時間は 3 節で説明する予備実験の結果を基に設定した。
- 視線とコントローラの組み合わせた手法では、視線を向けた状態でコントローラのトリガーを引くことで AR 情報を表示する。
- コントローラによる手法では、コントローラか

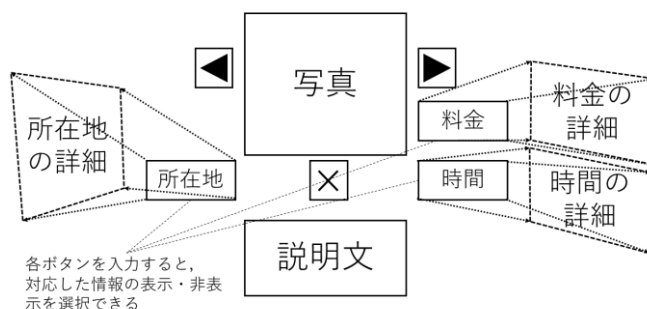


図 2：提示する AR 情報



図 3：被験者が見る中央画面 写真 (HMD 上)



図 4：被験者が見る左画面 地図 (HMD 上)

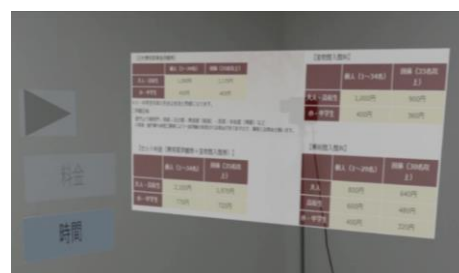


図 5：被験者が見る右画面 料金 (HMD 上)

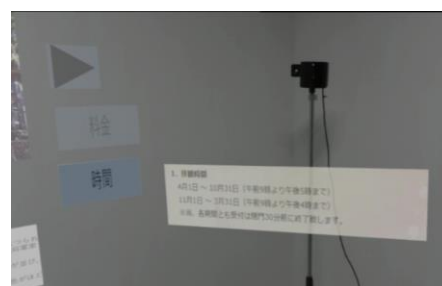


図 6：被験者が見る右画面 時間 (HMD 上)

ら伸びる光線を向けた状態でトリガーを引くことで AR 情報を表示する。コントローラから伸びる光線を図 7 に示す。

- スマートフォンを用いる手法では、画面上でタップすることで AR 情報を表示する。

図 3-6 が示すように、表示する AR 情報、ボタンは半透明になっているが、視線を用いる 2 手法では視線が向いている時だけ不透明になる。これにより、被験者は視線の位置を把握することができる。コントローラのみの手法では、コントローラを向けている状態でトリガーを引くことで半透明または不透明を切り替えることができる。スマートフォンを用いる手法では、AR 情報をタップすることで半透明または不透明を切り替えることができる。



図 7：コントローラから伸びる光線

3. 注視時間の選定

前節で説明した本システムに実装する注視時間を選定するために、予備実験を行った。予備実験では、観光スポットの AR 情報を表示し、写真を切り替え、AR 情報を消すという一連の作業を、注視時間の設定を変えた 5 条件で行ってもらった。注視時間の設定は、関連研究[5], [7]を参考にし、0.5 秒、0.8 秒、1.0 秒、1.2 秒、1.5 秒の 5 条件とした。全条件での操作を終えてから、AR 情報の表示と矢印、×ボタンの操作それぞれについて、どの条件が入力しやすかったかを回答してもらった。被験者は 22 歳から 24 歳までの男性 2 名、女性 3 名の計 5 名であった。

結果として、AR 情報の表示に関して 5 名中 4 名が 1.0 秒と回答し、1 名が 0.8 秒と回答した。1.0 秒が選ばれた理由としては、注視時間が短いと、地図を見ている際に意図せずに観光スポットの AR 情報を表示されることが生じるが、1.0 秒間の注視時間では無意識の注視が含まれにくいことが挙げられた。また、注視時間が長いと、直感的でなく利便性が低下することが考えられた。ボタンの操作については、5 名全員が 0.5 秒と回答した。矢印や×ボタンは、仮想空間上で AR 情報と被

らない常に決まった位置関係で提示されるため、誤って入力されることがほとんどないことから、最も短い時間である 0.5 秒が選ばれたと考えられた。しかし、AR 情報を閉じることができる×ボタンについては、万が一の誤操作を避けるために、0.8 秒に設定した。

4. 視線入力による AR 情報の提示手法に関する有用性の調査

本実験では、最初に被験者の視力や VR、アイトラッキングの経験を調べるために、事前アンケートに回答してもらう。その後、練習試行を行う。練習試行では、練習用の観光スポットに対して、各手法により AR 情報を表示し、手法の操作方法、AR 情報の内容を確認してから、選択問題に解答してもらう。このとき、手が塞がっている状況を想定するため、問題用紙を挟んだバインダーを手に持ち、AR 情報を見ながら選択問題を解いてもらう。選択問題は AR 情報に関連した問題とし、その構成は説明文から 2 問、所在地から 1 問、料金から 2 問、時間から 1 問の計 6 問となっている。被験者が全問正解することできたら、練習試行は終了とする。練習試行の後、本試行を行う。本試行では、4 つの手法のうち HMD を用いる 3 手法をランダムに行い、スマートフォンを用いる手法を最後に行ってもらう。

被験者に見てもらった観光スポットは、各手法につき 1 箇所がランダムに指定される。被験者は、問題用紙を挟んだバインダーを手に持ちながら、指定された観光スポットの AR 情報を表示し、まず、矢印ボタンを操作して 3 枚の写真を順に見てから 1 枚目の写真まで戻す。その後、実験者の合図に従い、観光スポットの所在地、料金、時間についての AR 情報を表示しながら、バインダー上の問題用紙に書かれた選択問題に解答する。このとき、問題を読んで必要な情報を探索しながら解いてもらうため、被験者には 1 問ずつ AR 情報を表示してから解答してもらう。これは、問題を解いている途中に入力操作を挟むことで、手を使う作業中での各手法を評価するためである。視線入力による手法での実験の様子を図 8 に示す。被験者は、選択問題すべてに解答し終えた時点でその旨を伝える。実験者は、被験者が AR 情報を表示しながら選択問題を解答し終えるまでに時間をタスク完了時間として計測する。そして、1 手法が終了する度に、被験者には、手法と AR 情報についての評価シートに、リッカート尺度を用いた 7 段階評価で回答してもらう。評価シートの質問項目を表 1

に示す。また、Q6 から Q8 では、それぞれ違和感、ストレス、疲れを感じた場合にその理由も記入してもらう。

最後に、事後アンケートとして、4 手法に順位を付けてもらう。被験者は 22 歳から 24 歳までの男性 6 名であり、全員が正常な視力、または矯正された視力を有している。VR およびアイトラッキングの経験がある被験者は 4 名である。



図 8：実験の様子

表 1：質問項目

Q1	提示された情報は見やすかったですか
Q2	情報を簡単に表示できましたか
Q3	情報を直感的に表示できましたか
Q4	問題用紙への記入はしやすかったですか
Q5	AR マーカは気になりましたか
Q6	この手法は違和感なく行えましたか
Q7	この手法はストレスを感じましたか
Q8	この手法は疲れましたか

5. 結果と考察

Q1 から Q8 の結果について、データ数が少なくノンパラメトリックであるため、対応のある 3 群以上の間の比較で用いる Friedman 検定を行い、手法間での有意差の有無を調べた。その結果、Q4 では有意性が見られたが、それ以外では有意差は見られなかった。図 9-11 に Q1, Q3, Q4 の得点分布を示した箱ひげ図と平均得点 (×印) を、図 12 にタスク完了時間の時間分布と平均時間 (×印) をそれぞれ示す。

Q1 の結果を図 9 に示す。図 9 では、HMD を用いる 3 手法よりもスマートフォンを用いる手法が低い評価となっている。この理由として、HMD に比べてスマートフォンの画面が小さく、情報が見つらいことが考えられる。Q2 では、4 つの手法間で情報表示の難易度に顕著な違いがなかったと考えられる。これは、注視時間

の設定を見直したことにより、先行研究よりも視線入力による手法が改良されていることを示している。Q3 の結果を図 10 に示す。図 10 では、すべての手法で評価が高かったため、今回用いた手法は直感的であったと言える。Q4 では有意性 ($p<0.05$) が見られたため、Holm の多重比較を行ったが、手法間での有意差は見られなかった。Q4 の結果を図 11 に示す。図 11 では、視線入力による手法が他の手法と比べて高い評価となった。これは、コントローラ、スマートフォンを持つ必要がある手法に対して、ハンズフリーである視線入力による手法の利点を示している。Q5 では、ほとんどの被験者が気にならないと回答した。これは、提示された AR 情報に注目し、マーカが気にならなくなるためと考えられる。Q6 では、スマートフォンを用いる手法で違和感を得ている被験者が複数人見られた。その理由として、バインダーとスマートフォンを一緒に持つ必要があるため、持ち方に対して違和感が生じたことが挙げられた。また、視線とコントローラを組み合わせた手法において、視線とコントローラは別々であるのに、組み合わせていることに違和感があると述べていた被験者もいた。Q7 では、各手法でストレスを感じていた被験者が見られた。理由として、HMD の重さ、ステレオカメラの視野角やスマートフォンの表示面積の不十分さが挙げられた。Q8 では、各手法で疲れを感じていた被験者が多数見られた。理由として、Q7 と同様の理由のほかに、スマートフォンを用いる手法で文字が小さいが、拡大機能がなく読みづらかったことが挙げられた。Q7, Q8 より、どの手法においても各デバイスでの不便な点が存在し、それによってストレスや疲れを感じると考えられる。

タスク完了時間の結果を図 12 に示す。Friedman 検定の結果、有意性は見られなかった。しかし、コントローラによる手法で時間を要した被験者が複数見られた。これは、コントローラによる手法では入力操作としてコントローラを対象に向ける動作を含むため、大きな動作を必要としない他の手法よりも時間がかかったと考えられる。つまり、視線入力による手法では注視時間が必要であるが、コントローラによる手法よりも効率的に操作が行える可能性が示唆される。

事後アンケートの順位付けについて、1 位を 4 ポイント、2 位を 3 ポイント、3 位を 2 ポイント、4 位を 1 ポイントとして、合計得点を計算した。その結果を図 13 に示す。Friedman 検定の結果、有意性は見られなかったが、図 13 に示すように、視線入力による手法が最

も高い評価となった。これは、手が塞がっている条件下において、視線入力による手法が有用であることを示唆している。

全体として、視線入力による手法の有用性が示唆され、注視時間の設定を見直しことによる効果が示された。また、手が塞がっている状況の際には、ハンズフリーである視線入力による手法が有効であると考えられる。しかし、データ数が少ないため、今後、被験者を増やして検討する必要がある。

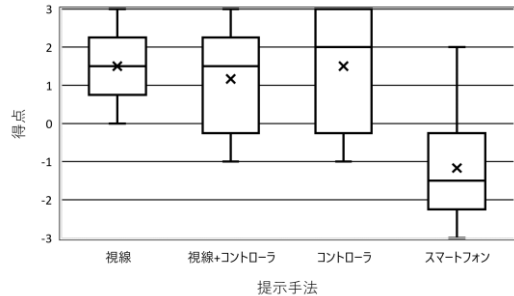


図 9：Q1 提示された情報は見やすかったですか

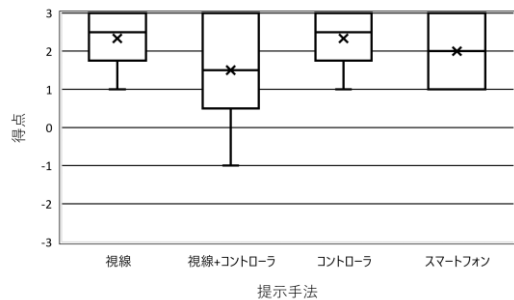


図 10：Q3 情報を直感的に表示できましたか

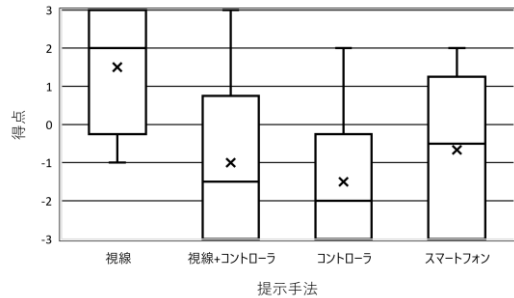


図 11：Q4 問題用紙への記入はしやすかったですか

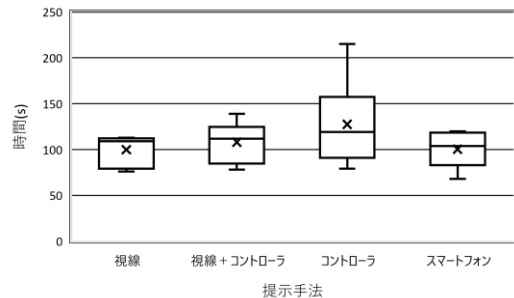


図 12：タスク完了時間

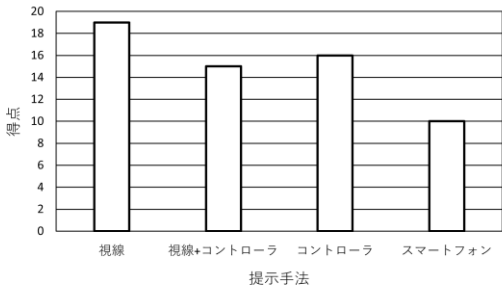


図 13：順位付けによる評価

6. おわりに

本研究では、注視時間の設定を見直した視線入力による手法を含めた 4 つの手法で AR 情報を提示した。実験では、各手法により AR 情報を表示し、選択問題に解答してもらった。そして、手法の快適性や AR 情報の見やすさについて、各手法の評価結果を比較した結果、視線入力による手法の有用性が示唆された。これにより、荷物など手がふさがっていることが多いと考えられる観光客への AR 情報の提示方法として、ハンズフリーである視線入力による手法が期待できると考えられる。

今後は、データ数が少ないため被験者を増やし、より多くのデータで検討する必要がある。

本研究は JSPS 科研費 JP19K12180, JP17H02249 の助成を受けて実施した。

文献

[1] 深田秀実, 他, (2011)“画像認識型 AR 技術を用いた観光情報提供システムの提案”, 情報処理学会, Vol.2011-IS-115, No.13.

[2] 高橋亨輔, 他, (2012)“拡張現実を用いた個人が主体となる観光案内アプリケーションの提案”, 第 28 回ファジィシステムシンポジウム講演論文集, pp.398-401.

[3] Tomi Nukarinen, et al. , (2018) “Evaluating Ray Casting and Two Gaze-Based Pointing Techniques for Object Selection in Virtual Reality”, In Proc. 24th ACM Symp. on Virtual Reality Software and Technology, VRST '18, No.86, pp.1-2

[4] 村田 朋美, 他, (2018) “VR 空間内での視線入力に関する基礎的検討”, 情報処理学会研究報告, 22.

[5] Thammathip Piumsombon, et al. , (2017) “Exploring natural eye-gaze-based interaction for immersive virtual reality” , 2017 IEEE Symposium on 3D User Interfaces (3DUI), 36-39.

[6] 藤原智宏, 元浦菜摘, 金成慧, 佐藤美恵, (2021)“視線入力による AR 情報の提示手法に関する検討”, 映像情報メディア学会技術報告, Vol.45, No.6, pp.45-48.

[7] 村田 和義, 他, (2018) “身体動作を用いたオブジェクト選択における許容可能な滞留時間の検討”, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.20, No.4.