

美術館における比較鑑賞への OmniFlickView の応用

高尾 美菜^{1,a)} 鈴木 亮太¹ 小林 貴訓¹ 佐藤 智実² 岩田 健司²

概要: 近年、美術館の展示における AR 技術活用への期待が高まっている。一方、美術鑑賞において重要とされている比較鑑賞の AR 技術による拡張は検討が進んでいない。本稿では、視野拡張ができるシースルー VR システムである OmniFlickView を用いて、絵画の比較鑑賞を工学的に拡張する手法を提案する。OmniFlickView は、HMD に後付けした全方位カメラを基に 360 度以上の視野拡張ができるシースルー VR システムであり、首を振ると視野が大きく広がり俯瞰状態へ、逆に凝視するために首を止めると視野が狭まり凝視モードになる。これによりユーザは少しの首振り動作で全方位視野での美術品の検索と美術品の詳細鑑賞の両立が可能になる。本稿では、この OmniFlickView による周囲の絵画の検索効率について調査した結果を報告する。絵画を配置した VR 空間で目的の絵画を見つけるまでの時間を、通常の視野と OmniFlickView による拡張視野でそれぞれ計測した結果、OmniFlickView を使用しても絵画鑑賞をしているという感覚を大きく失うことなく、目的の絵画を素早く比較して見つけることができることが分かった。今後は今日の前にある絵画の比較鑑賞だけでなく、過去に観た作品を AR で重畳し OmniFlickView を用いて比較鑑賞することで、ユーザの絵画鑑賞体験を時空間的に増強するシステムの実現をめざす。

1. はじめに

近年、美術館の展示における AR 技術活用への期待が高まっている。AR 技術の応用により、より興味を引く展示や体験型の展示を行うことができ、来場者の学習効果を促進することができると言われている [1]。3DCG を用いて絵画の中の人物が動いているかのように見せたり、そこにはないものを目の前に出現させるような手法もよく用いられている [2]。

美術鑑賞においては比較鑑賞がよく行われる。比較鑑賞とは、美術品を並べて鑑賞し、対照性や類似性などの点を詳細に比較して鑑賞することで、美術品への理解を深める鑑賞方法であり、主に教育の分野で広く取り入れられている。例えば、同じ作者の古い作品と新しい作品を見比べたり、西洋美術と日本美術を見比べたりすることで、観察や気づきが助長され、思考を深めることができると言われている。しかし、美術鑑賞において重要であるこの比較鑑賞において、AR 技術の応用は検討が進んでいない。そこで本研究では絵画の比較鑑賞を工学的に拡張する手法について検討する。

美術館において、比較鑑賞は困難である部分が多い。現実の美術館においては、それぞれの美術品は展示のテーマや閲覧順による文脈、空間配置の美術性等が学芸員によ

て深く考慮されて配置が決められているため、比較鑑賞のために美術品同士の距離を近づけることは困難である。そのため、従来から、比較鑑賞は、美術品解説書やガイドブックといった書籍を用いて行われてきた。しかし、書籍を手で掲げ続ける身体的負担や書籍への視線の束縛、書籍というサイズの制限など、物理的制約が大きい。ここで、AR・VR 技術を応用すると、例えば拡張現実 (AR) 空間の中に美術品を距離を近づけて並べたりすることが可能になり、物理的制約を大きく解消することができる。しかし、ここでやはり問題になるのが、美術館における美術品の配置は展示者の意図に基づいた、とても工夫されたものであるという点であり、AR 空間上においても配置を改変することは実用上望ましくなく、美術館への社会実装を検討するうえで大きな障害となりうる。そこで、本研究では本来の絵の配置のまま、簡単に比較鑑賞できるようにするため、OmniFlickView[3] を用いることを検討する。OmniFlickView とは、HMD に後付けした全方位カメラを基に 360 度の視野拡張ができるシースルー VR システムであり、美術品の空間配置に手を入れることなく全方位の美術品の同時鑑賞ができるようになるシステムである。

本稿では、美術館における比較鑑賞への OmniFlickView の応用を提案する。また、前段階的な効果調査として行った、美術品を並べた VR 空間における鑑賞対象の検索性に関する実験について報告する。

¹ 埼玉大学

² 産業技術総合研究所

^{a)} m.takao.114@ms.saitama-u.ac.jp

2. 関連研究

Aitamurto らは、美術館での絵画鑑賞においてユーザがタブレットを展示物に向けて、自動画像認識により絵画の詳細な情報が提供される AR ツアーガイドがユーザのインタラクションにどのような影響を与えるかという研究を行った [4]。この研究では、AR ガイドによる明確な着眼点や順序立てられた解説情報の重畳表示によって、アクセス性の高い絵画の隠れた鑑賞要素の明確な情報提示を可能にするシステムが提案された。一方で、タブレットに集中することで肉眼での鑑賞時間が短くなったり、タブレット端末を持ちながらの鑑賞に身体的な疲労を感じるなどの課題も明らかになった。これに対して、本研究では OmniFlickView を用いることで、身体的負荷の少ない鑑賞支援をめざす。

3. OmniFlickView による全方位絵画鑑賞システム

3.1 OmniFlickView

OmniFlickView とは、HMD に後付けした全方位カメラを基に 360 度以上の視野拡張ができるシースルー VR システムである [3]。首を振ると視野を大きく広がり俯瞰状態になり、逆に凝視するために首を止めると視野が狭まり凝視モードになる。これによりユーザは大きな振り向きなしに全方位視覚を手に入れることができ、全方位をきわめて低い身体負荷で高速に視認することが可能になる。

OmniFlickView はどの VR システムにも適用可能であるが、本稿ではケーブルレスな機器構成とするために Meta Quest 2 (旧: Oculus Quest 2) を基盤の VR システムとして使用する。機器構成を図 1 に示す。ヘッドマウントディスプレイ (HMD) の上部に全方位カメラ (Kodak PIXPRO 4KVR360*1) を取り付けている。全方位カメラの映像は無線転送モジュール (TERADEK Spark 4K*2) により計算用マシンに転送される。OmniFlickView は Unity で実装されており、シェーダにより全方位視野に対する表示視野の動的な変更や視点の加速を効果的に行うよう計算される。

OmniFlickView の視野拡張は (1)Neck-yaw Boosting (2)Dynamic FoV Boosting の 2 つのブロックから成る。

(1)Neck-yaw Boosting

Neck-yaw Boosting は、首振り向き動作に応じて、全方位視野上の仮想的な首振り向き速度を加速させる (図 2)。これにより、少しの首振り向き動作によりあらゆる方向を瞬時に見ることができるようになる。一方で、空間の中のどちらを向いているか分かりにくくなる方向感覚の喪失

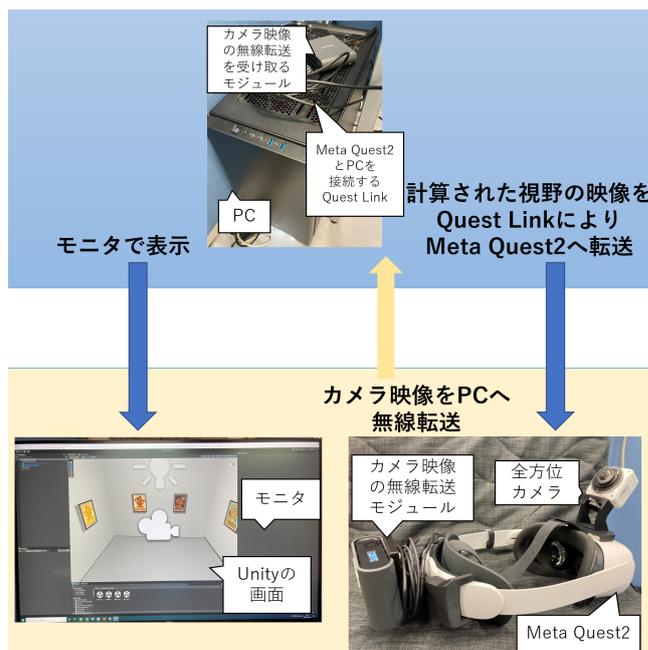


図 1 OmniFlickView の機器構成

や、視野の動き (オプティカルフロー) の増大による VR 酔いを発生させてしまう欠点がある。この欠点は、後述の Dynamic FoV Boosting との併用により解決することができる。

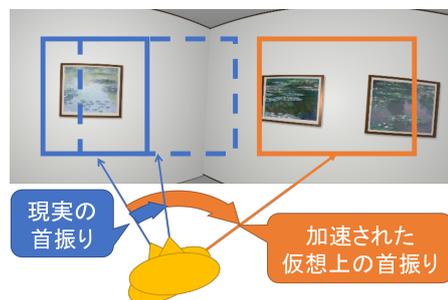


図 2 Neck-yaw Boosting

(2)Dynamic FoV Boosting

Dynamic FoV Boosting は、首振り向き動作に応じて、全方位視野上の仮想的な視野 (FoV; Field-of-View) を動的に拡大・縮小する。ユーザが首を振ると探索する動作ととらえて視野を拡大し、ユーザが首を制止すると凝視する動作ととらえて視野を縮小する (図 3)。

視野が拡大された状態は、全方位を一度に見渡せ、俯瞰的な視覚を得ることができる。一方で、空間の中のどちらを向いているか分かりにくくなる方向感覚の喪失や、詳細さが低減してしまう欠点がある。また、視野が縮小された状態では、普段の人間が持つ視覚のように詳細に物を見ることができ、周辺環境の同時認識は極めて困難である。Dynamic FoV Boosting では、視野が拡大された状態と視野が縮小された状態を滑らかかつシームレスに切り替えるようダイナミクスが設計されており、両者の欠点を打ち消

*1 <https://www.maspro.co.jp/products/pixpro/4kvr360/>

*2 <https://teradek.com/pages/spark-4k>

し合い、全方位視野と詳細視野の両方を得ることができるようになる。

また、Dynamic FoV Boosting では首を振ると視野が拡大されるが、拡大された視野ではオプティカルフローが減衰する副次的効果がある。そのため、Neck-yaw Boosting の首振り加速によるオプティカルフロー増大を抑える効果もある。すなわち、OmniFlickView は、Neck-yaw Boosting による低身体負荷でのアクティブな視野拡張と Dynamic FoV Boosting による全方位視野と詳細視野の両立が極めて効果的に行える視野拡張システムとなっている。

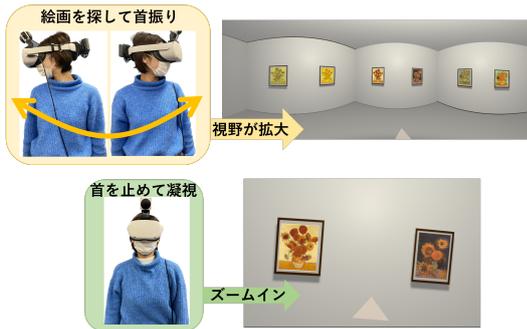


図 3 Dynamic FoV Boosting

4. OmniFlickView の絵画鑑賞における有効性検証実験

OmniFlickView が美術館での比較鑑賞に有効であるのか、また通常の視野と比較してどのような良い点・悪い点があるのかを検証する。本来は本物の美術館のような空間で実験を行うことが望まれるが、今回は全方位の絵画を同時に俯瞰し、かつ詳細に絵画を鑑賞することが効率的かつ効果的に行えるかどうかにより焦点化するため、絵画を並べた VR 空間での、目的の絵画の検索とその内容を認識する実験を行った。

4.1 実験概要

絵画が数枚配置されている VR 空間で、指定した絵画を見つけてもらうというタスクを 3 つ用意する。通常時の視野と OmniFlickView を使用した時の視野でのタスク達成時間を計測し比較することで、OmniFlickView が通常の視野よりも比較鑑賞に有用であるかを検証する。また被験者へのアンケートで、「絵や空間が歪んでいないか・空間配置が維持されているか」などの「多くの絵画を一度に鑑賞する際の適切さ」と、「十分な解像度で表示されているか・安定した視野が確保されているか・疲れや酔いはあるか」などの「1 つの作品に注目する際の適切さ」についても検証する。

4.2 実験設定

本実験の被験者は 11 名（内女性 2 名、男性 9 名）で、22

歳～24 歳（平均 22.9 歳）の大学生と大学院生である。本実験は埼玉大学におけるヒトを対象とする研究に関する倫理審査を経て、被験者の同意のもと安全に注意して実施された。てんかん等の強い視覚刺激に影響のある方、身体障害を持つ方は非対象とされ、VR 酔いが訴えられた場合は即時中断するようにした。実験は、大学の研究室内で実施し、一人ずつ立って HMD を装着した後、4.3 節に示す流れに従って実験を行った。

4.3 実験内容

(1) 説明

実験の手順が記載された書面と同意書を読んでもらい、実験参加への同意を得る。

(2) チュートリアル

VR 空間での絵画鑑賞と OmniFlickView の視野に慣れてもらうため、タスクと同様の空間を通常の視野と OmniFlickView の視野の両方で体験してもらう。

(3) プレイ

①タスク 2：指定絵探し、②タスク 3：同じ絵探し、③タスク 4：仲間外れ探しの 3 つのタスクを、通常の視野と OmniFlickView の視野でそれぞれ行い、タスク達成時間を計測する。

それぞれのタスクの内容は次の通りである。①ゴッホの 7 種類のひまわりの絵を各 1 枚ずつ、前方と左右に 2 枚、後方に 1 枚並べる。その中の 1 枚に当てはまる特徴を口頭で伝え、指定された絵画を見つけてもらうまでの時間を測る。②モネの 7 種類の睡蓮を左右後方に 7 枚配置し、その中の 1 枚を前方にも配置する。前方の絵画と全く同じものを左右後方から見つけてもらうまでの時間を測る。③前後左右に 2 種類の動物の絵画を計 8 枚配置する。そのうち 7 枚は同じ絵画である。1 枚の仲間外れの絵画を見つけているまでの時間（タスク 4a）と、仲間外れの絵画に描かれている動物の種類を回答するまでの時間（タスク 4b）を測る。それぞれのタスクにおける VR 空間の様子を図 4、図 5、図 6 に示す。

(4) アンケート

通常の視野と OmniFlickView の視野それぞれで以下の質問をし、7 段階（1: 全くそう思わない 4: どちらとも言えない 7: 非常にそう思う）で回答してもらう。

- 問 1. 実際に美術館にいるように感じましたか？
- 問 2. 実際に絵画を見ているように感じましたか？
- 問 3. 絵画鑑賞をスムーズに行えたと感じましたか？
- 問 4. 絵画の違いを見つけやすいと感じましたか？
- 問 5. VR を使用しての酔いは感じましたか？

(5) 自由記述

実験の感想や改善点を自由に記述してもらう。



図 4 ①指定絵探しの実験における VR 空間の様子



図 6 ③仲間外れ探しの実験における VR 空間の様子

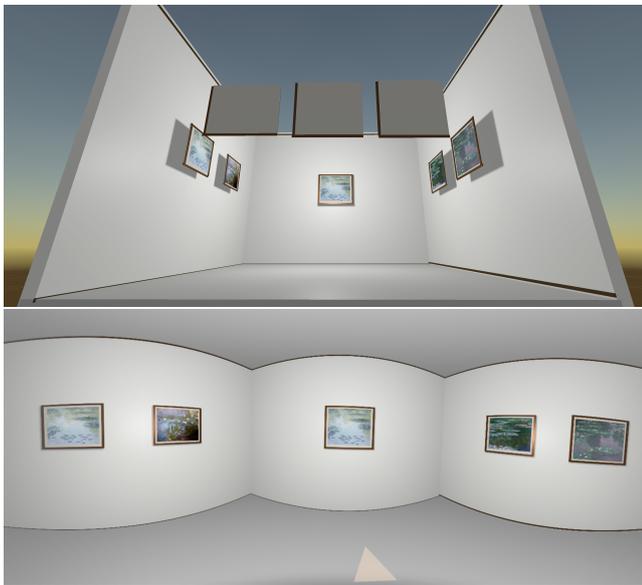


図 5 ②同じ絵探しの実験における VR 空間の様子

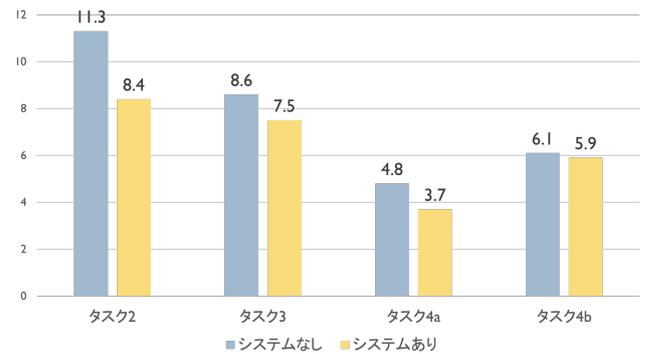


図 7 目的の絵画の検索・内容説明に掛かった時間 (秒)

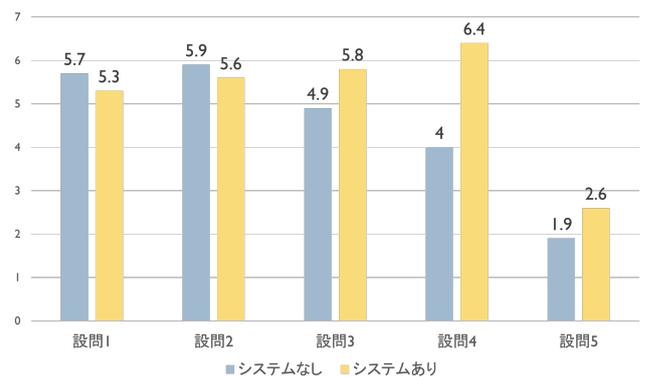


図 8 アンケート結果の平均スコア

4.4 実験結果

4.4.1 タスク達成時間

図 7 に各タスクの平均達成時間を示す。

全てのタスクにおいて、OmniFlickView を使用した時の方が素早く絵画を見つけることができた。また、通常の視野時は実験参加者は体全体を方向転換して探索を行っていたが、OmniFlickView 使用時は身体を動かさず首を少し振るだけで全体を見回すことができていた。さらに、タスク 4b の絵画の内容の説明では、通常の視野と同等の時間となったことから、OmniFlickView は通常の視野と同等の凝視における視認性を持っていることが確認できる。

4.4.2 アンケート

アンケート結果を図 8 に示す。

- 問 1・問 2 は結果が僅差となったことから、OmniFlick-

View を使用しても絵画鑑賞をしているという感覚を大きく失うことはないことが明らかになった。

- 問 3・問 4 は OmniFlickView を使用した時のの方が良い結果であった。よって OmniFlickView を使用の方が素早く回りを見回すことができ、絵画を比較しやすいことが明らかになった。

- 問5は通常時の視野の方が良い結果であったことから、OmniFlickViewを使用すると酔いが増大する可能性があることが明らかとなった。

4.4.3 自由記述

自由記述欄で記述していただいた内容を、システムの良い点、システムの悪い点、その他の意見に分類して以下に示す。

- システムの良い点
「ズームイン・ズームアウトがスムーズ」「少ない動きで瞬時に周囲を見渡せるので楽に鑑賞ができる」「2つ以上の絵画が同じ視野に入るため、絵画の比較がしやすく、指定された絵画を見つけやすい」「俯瞰状態と凝視状態の切り替えが直感的にできるので、タスクに集中できた」
- システムの悪い点
「通常の視野よりも少し酔いを感じる」「正面がわかりづらく方向感覚が狂う気がする」「正面を見失いやすいので、絵が何枚あるかが分かりづらい」
- その他の意見
「道を歩きながら本物の美術館のように動くとうなるか気になる」「比較したい絵画が近くに配置されるようにしてほしい」「通常の方が順を追って鑑賞している感じがした」「実験の際、OmniFlickViewでは俯瞰状態の視野しかほとんど見ていなかったのでアンケートの問2の回答がネガティブになったが、実際に利用する際は凝視状態の時間が長くなると思うので、問題ないと思う」「目が悪いが、OmniFlickViewは近づいたり離れたりしてくれるので絵が見えやすくて助かった」

5. 考察

OmniFlickViewは絵画鑑賞をしているという感覚を大きく失うことなく、素早く回りを見回して絵画を見つめることができた。また本来の絵画の位置を改変することなく比較したい絵画を同じ視野で見ることができ、絵画を比較しやすいことが明らかとなった。俯瞰状態と凝視状態の切り替えを、特別な操作なしに直感的に行うことができるため、タスクに集中しやすいという意見も得られた。

上記の「システムの悪い点」にもある、正面の方向やどの絵画から見始めたのか分かりづらくなってしまった理由としては、OmniFlickViewには正面方向を指す矢印が常時備わっているが、今回の実験でその旨を被験者に口頭で説明しなかったためと考えられる。これはタスク達成時間にも影響している可能性が高いため、次回以降の実験はシステムの概要を詳細に説明する必要がある。

また今回の実験では、タスクの達成時間を1つの指標としたため、被験者は急いで指定の絵画を探したり比較する必要があった。そのため、絵画鑑賞というよりも、絵画

探索の側面が大きくなり、OmniFlickView使用時に俯瞰状態の広い視野で絵画を探す被験者が多かった。このことがアンケートの問1と問2での通常の視野との微小なスコアの差に表れている可能性がある。今後より実際的なタスクにおける使用感などのユーザ体験調査を行うことが望まれる。

6. まとめと今後の展望

本研究では、美術館における絵画の比較鑑賞を工学的に拡張するために、360度の視野拡張ができ、美術品の空間配置を手に入れることなく全方位の美術品の同時鑑賞ができるシースルーVRシステムであるOmniFlickViewを用いた絵画鑑賞システムを提案した。周囲に絵画を並べたVR空間で実験を行ったところ、通常の視野と比較して、絵画鑑賞をしているという感覚を大きく失うことなく、周囲を素早く見回して絵画を比較しやすいことが分かった。一方、通常の視野よりも酔いを感じやすかったり、正面を見失いやすい点が課題となった。

今後は目の前にある絵画の比較鑑賞だけでなく、過去に観た作品をARで重畳し、今目の前にある作品とAR上で比較鑑賞することで、ユーザの絵画鑑賞体験を時空間的に増強するシステムの実装をめざす。

参考文献

- [1] 神保 英, 安齊賢三, 齋藤佑樹: 博物館での学習における拡張現実 (AR) 技術の可能性, 東京都市大学横浜キャンパス情報メディアジャーナル = Journal of information studies, No. 15, pp. 16-22 (オンライン), 入手先 (<https://cir.nii.ac.jp/crid/1520572359700884864>) (2014).
- [2] Smithsonian's National Museum of Natural History: Skin & Bones promotional video, <https://www.youtube.com/watch?v=7agVb4IG16M> (2015).
- [3] Suzuki, R., Sato, T., Iwata, K. and Satoh, Y.: Omnidirectional Flick View, *23rd HCI International Conference (HCIi2021)*, pp. 395-414 (2021).
- [4] Aitamurto, T., Boin, J.-B., Chen, K., Cherif, A. and Shridhar, S.: The impact of augmented reality on art engagement: liking, impression of learning, and distraction, *International Conference on Virtual, Augmented and Mixed Reality*, Springer, pp. 153-171 (2018).