

AR コンテンツにおけるスタンプ型デバイスの実装と検討

羽賀 夢馬¹ 橋口 哲志¹

概要：AR コンテンツにおいて、現在主流とされている入力手法の多くはコントローラやジェスチャを用いた操作によるものである。音や振動によるフィードバックが研究されているが、インタラクションを行うにあたって操作による心地よさは重要である。本稿では、AR コンテンツにおける心地よさを重視した入力デバイスを作成した。また、被験者実験にて3種類のARにおける入力手法の比較とユーザビリティの評価を行い、その結果を分析した。

1. はじめに

拡張現実 (Augmented Reality; AR) コンテンツでは、現実空間に配置した仮想物体に対して移動や拡張などのインタラクティブな操作が可能である。この操作ではコントローラやジェスチャなどの入力手法が主流であるが[1]、実体験と比較すると動作の簡略化や他の動作に置換されている傾向がある。また仮想物体に触れることができないことも実体験とは大きく乖離する要因である。振動や音によるフィードバックは研究されているが[2]、こちらも置換されたものとなってしまう。

これらの問題を解決するために既存の道具を用いることが提案されている[3]。既存の道具は良いアフォーダンスをもっており、直観的に操作できる利点がある。また、道具を用いることで現実空間の触感を仮想空間に持ち込むことが可能となる。

そこで、我々は特にこの中でも触感が心地よく使用できるスタンプ型デバイスを提案する。スタンプの押し触感は、ボールペンのノックや緩衝材のプチプチなどと同様に快感を得られる要素がある。このような道具のメタファを AR コンテンツの取り込むことで、その性質を付与できるのではないかと考えた。よって、本稿では AR コンテンツに活用可能なスタンプ型デバイスを作成した。また、他の入力手法との比較により本デバイスのユーザビリティを評価し、その結果を分析する。

2. システム構成

スタンプ型デバイス スタンプホルダー (シャチハタ, CPHN-A3)にマイクロコンピュータの一種である M5StickC を取りつける。触感はホルダーに内蔵されているバネの反力を利用している。ホルダーの内部に格納したプッシュスイッチを M5StickC に接続して、スタンプを押し込んだ際の入力を検知する。入力情報は Bluetooth で接続先のデバイスに送信する。(図 1)

使用機材 実験では光学シースルー型ヘッドマウントディスプレイ (HoloLens2, Microsoft) を用いた。前面のホロ

グラフィックレンズによって、実空間上にホログラムが表示されているように視認できる。実験用アプリケーションは開発プラットフォームである Unity を用いて作成した。スタンプ型デバイスの位置は HoloLens2 に内蔵されたデプスセンサとカメラで Mixed Reality Tool Kit (MRTK) を用いて手の位置を計測して決定した。ターゲットを出現させるためのアンカーポイントとなる AR マーカーを設置した。AR マーカーの認識を行うために Vuforia を用いた。

3. 実験

実験目的 従来使用されているタッチ、ポインタといった手法の特徴と比較して、スタンプ型デバイスの入力手法にどのような特徴があるのかを分析する。

実験条件 実験では各手法でターゲットの選択課題を実施した。各手法の内容は以下の3つである。

A 手法 (タッチ)：指先でターゲットをタッチ

B 手法 (ポインタ)：指のジェスチャでポインタを操作

C 手法 (スタンプ)：提案手法

AR マーカーを認識することでターゲットとなるオブジェクトを出現させる。ターゲットが出現する範囲は、マーカーのアンカーポイントを中心として、一辺が 50cm の正方形の範囲内にランダムに出現する。ターゲットは各手法によって選択することで消すことができ、次のターゲットがランダムな位置に出現する。

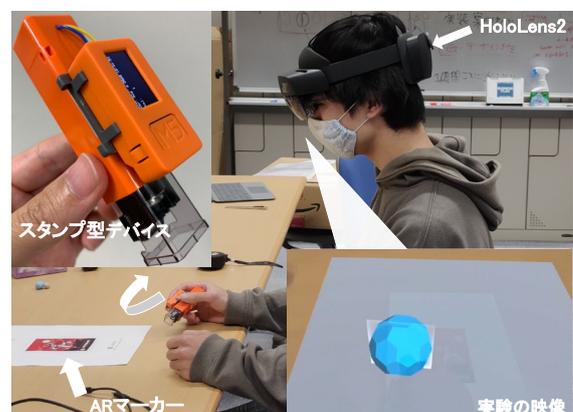


図 1 実験の様子

被験者（男性 8 名，女性 3 名，平均年齢 20.6 歳）には，各手法で 30 秒間ターゲットを消し続けるよう指示した．手法及び各個人における作業難度を均一化するため，作業は利き手のみで作業させた．カメラとマーカの距離感が一定とならないため，実験中は着席してもらった．被験者が疲労を感じた場合には十分な休憩を設けた．試行の順序はランダムで以下の実験手順の通りに実施した．

1. 同意及び事前調査
2. 各手法を十分に練習
3. 各手法でタスク開始
4. タスク終了後，選択できたターゲットの個数と手法に関するアンケートに回答

3 手法×2 セットの合計 6 試行を実施した．すべての試行が終了した後，感想・意見調査に回答してもらった．

評価方法 時間内に選択できたターゲットの個数の平均と負荷の程度を数値化する NASA-TLX，入力手法に関する 10 項目のアンケートを実施した．

実験結果 図 2 に選択したターゲット個数，図 3 に NASA-TLX の総合評価値，各結果の被験者 11 名分の平均値である．A 手法は最も選択できたターゲットの個数も多く，NASA-TLX の総合評価値も低いことから負担も少ないことがわかる．一方，C 手法は最も選択できたターゲットの個数も少なく，NASA-TLX においても C 手法の評価値が最も高い結果となった．

また図 4 は各入力手法に関してアンケートを行った結果である．A 手法に関しては全体的に評価が高く，B 手法は普段使用しないジェスチャでの操作だったこともあり，比較的に操作が難しいと感じている．C 手法に関しては，図 2，図 3 の結果と同様に被験者の負担が大きいが，一方で「この手法で圧倒された」の評価が比較的高いことがわかった．つまり，本手法には「驚き」を与える要素が含まれる可能性がある．

4. 考察

A 手法では操作性がよく，負荷も少ないため，このようなタスクにおいては最も評価が高いものであった．しかし，アンケート結果では，他の評価が高いにも関わらず，「心地良さ」に関する評価が比較的に低い．B 手法は A 手法よりも全体的に低い評価であった．慣れないジェスチャ動作が負荷となり，評価が下がった可能性がある．C 手法は操作性，負荷ともに評価が最も低かった．「反応しにくい」といった現象が生じることがあり，解消するために慣れが必要となったため，評価が全体的に低くなってしまった可能性がある．C 手法のターゲットが反応しにくい問題としては手の認識に起因するものと考えられる．対して，操作性・負荷の評価が最も低いにも関わらず，「心地良さ」に関する項目は他の評価項目に対して比較的に高い．

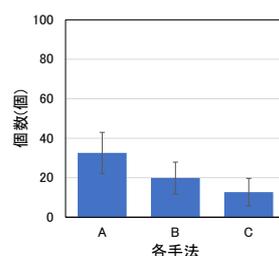


図 2 選択したターゲット個数の平均

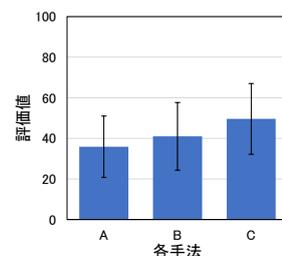


図 3 NASA-TLX の総合評価値の平均

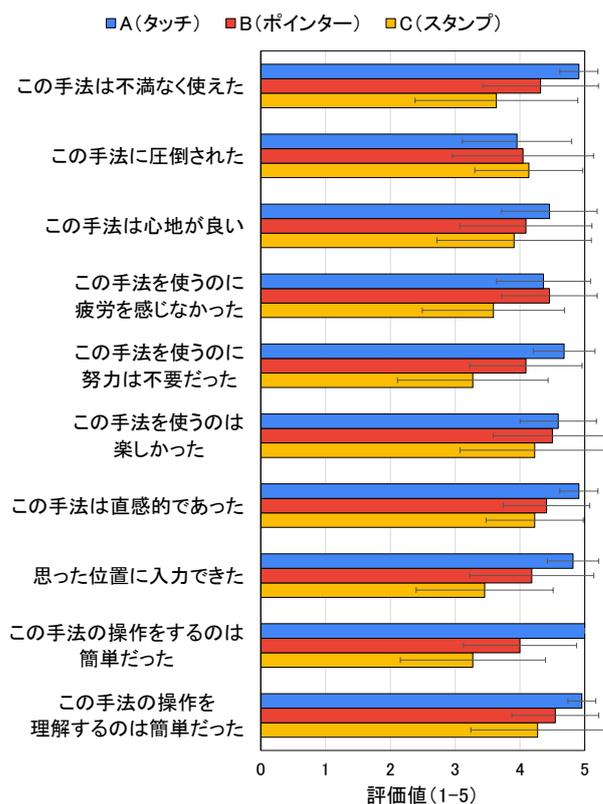


図 4 各入力手法に関するアンケートの結果

5. むすび

本稿では AR コンテンツに活用可能なスタンプ型デバイスを作成した．また，ユーザビリティの評価し，結果を分析した．実験の結果から身体的な負荷は大きいが，認識精度を向上させれば触感の心地よさを提示できる可能性を示唆した．今後の展望としては，認識精度の低下した要因の分析と改善を行い，デバイスの有意性を検証する．

参考文献

- [1] 吉永崇：“次世代 AR デバイスの紹介-Microsoft HoloLens と Google Tango の概要と利用事例-”，可視化情報学会誌，Vol. 37, No.146, pp. 20 - 25, 2017.
- [2] 中島武三志，植井康介，飯田隆太郎：“MR 環境下での疑似接触音が触感錯覚に与える影響”，日本バーチャルリアリティ学会論文誌，Vol. 25, No.2, pp. 127 - 137, 2020.
- [3] 木村朝子，上坂晃雅，柴田史久，田村秀行：“空間型作業での選択・移動操作に適した道具型デバイスの機能設計と評価”，情報処理学会論文誌，Vol. 51, No.2, pp. 314 - 323, 2010.