

2020 年度 修士論文概要

主査	舟橋 健司	副査	本谷 秀堅	研究室	舟橋研究室
入学年度	2019 年度	学籍番号	31414123	氏名	宮路 大勇

論文題目 道具操作における遅延の操作感覚への影響と実際の支援との関係に関する調査
 An investigation of effect of delay in tool manipulation on sense of operation and its relationship to actual support

1 はじめに

何らかの道具操作の熟練者は、道具を自身の手足のように扱うという表現をする。道具の操作に長けていない人が熟練者のようなユーザエクスペリエンス (UX) を得るには、適切に道具を認識しつつ、かつ振り回されないことが必要であると考えられる。ところで、認知科学の分野では自己の認識についての研究が行われており、Gallagher は自己主体感と身体所有感という心理学的概念を提唱した [1]。自己主体感とは対象物に影響を与えたのは自身であるという感覚であり、身体所有感とは動いている身体が自身の身体であるという感覚である。

当研究室では操作系における遅延が長いほど自己主体感、身体所有感、道具操作性が単調減少すると予想し、VR 環境下において操作者による操作開始から実際の対象物の移動開始までの遅延に着目した実験を行った [2]。その結果、自己主体感と身体所有感は遅延が長いほど単調減少する傾向を示していたが、わずかな遅延が意外にも道具操作性を向上させることが示唆された。この際、操作系に遅延をもうけたときに、道具を他者として協調的に感じた可能性が示唆された。そこで本研究では第一に、操作系に遅延をもうけたときに、操作者が他者をどのように感じるか調査する。また道具操作において道具の操作難易度や特性は操作者の UX を変化させる重要な要素であると考えられる。そこで、第二に操作難易度が操作者の感覚と道具操作性に対して与える影響について調査する。

ところで、先述の操作者による操作開始から実際の対象物の移動開始までの遅延に着目した実験を行った際に、実際には操作支援を行っていないにも関わらず、「操作を手伝ってもらったように感じた」というコメントが一部の被験者から寄せられた。それでは、実際に支援を行った場合に得られるであろう支援感と操作系における遅延による支援感はどのような関係にあるのだろうか。本研究では、第三に支援が操作者の感覚と道具操作性に対して与える影響について調査する。なお、操作支援システムをその性質から、操作者の操作よりも先行して、誘導するような支援を能動的な操作支援、操作者の操作よりも遅れて、力を増強するような支援を受動的な操作支援と分類する。支援には、操作成績を向上させる効

能がある。一方で支援のタイミングによっては操作の感覚を損なう場合や、操作成績自体を低減させる場合もある。ところで、第一、第二の調査では操作系にわずかに遅延をもうけると支援感が最も強くなった。そこで、能動的な操作支援では操作よりもわずかに先行して、受動的な操作支援では操作よりもわずかに遅れて支援すると、より効果的な支援を実現できるとの予想を立てて、その真偽や支援のタイミングについて調査する。

2 先行実験

先行実験 [2] では、道具はマジックハンドとし、操作は対象物である球のある台から別の台への移動とした (図 1)。マジックハンドの動きは PHANTOM の動きと連動させた。被験者が PHANTOM を動かしてからマジックハンドの移動結果が画面に出力されるまでに遅延をもうけることで被験者による操作開始から実際の対象物の移動開始までの遅延を実現した。評価は被験者による操作感覚についてのアンケート回答と、対象物の台から台への移動時間により行った。実験の結果、操作系におけるわずかな遅延が操作成績を向上させる

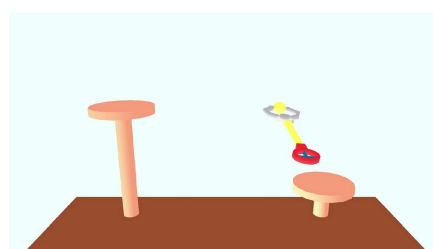


図 1: 実験システムで対象物を移動する様子

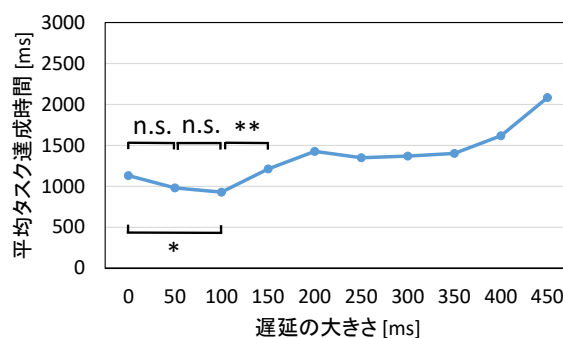


図 2: 平均タスク達成時間の遷移

ことが示唆された (図 2). またわずかに遅延をもうけると, 自己主体感に関する官能評価は遅延が大きくなるほど官能評価が小さくなるのに対し, 身体所有感に関する官能評価はほぼ一定の値をとった. さらに, わずかに遅延をもうけると他者を協調として感じている可能性が示唆された.

3 実験と考察

遅延と UX: 操作系における遅延が道具操作性に与える影響を再調査する. さらに操作者が他者をどのように感じるか調査する. 実験の結果, 操作系におけるわずかな遅延により, 操作者は道具を他者として協調的に意識し, その意識が道具操作性に好意的な影響を与えることが改めて示唆された (図 3).

操作難易度と UX: 道具操作において道具の操作難易度や特性は操作者の UX を変化させる重要な要素である. そこで, 遅延に加え, 操作難易度に関するパラメータを増やし, 操作難易度が道具操作性, 他者の存在感に与える影響について調査する. 画面内のマジックハンドの柄の長さを変更し, 操作難易度を変更する. 実験の結果, 他者を協調として感じているときには操作成績が向上し, 遅延の適切な大きさや有効性は操作難易度によって異なることが示唆された (図 4).

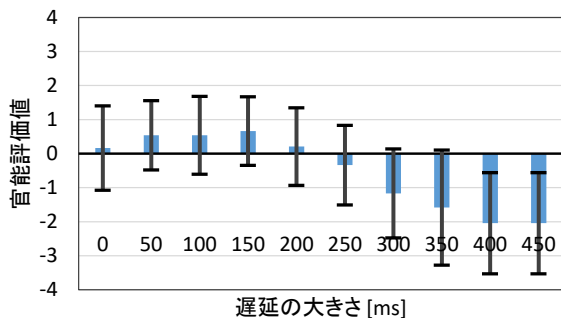


図 3: 他者の存在感に関する平均官能評価値の遷移

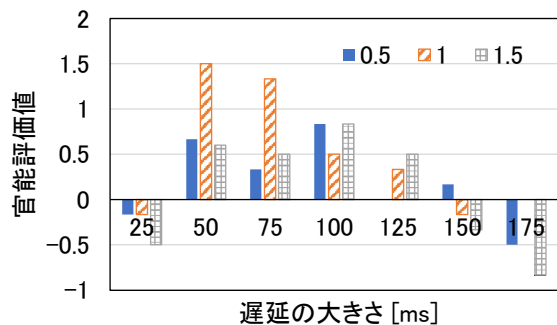


図 4: 他者の存在感に関する平均官能評価値の遷移

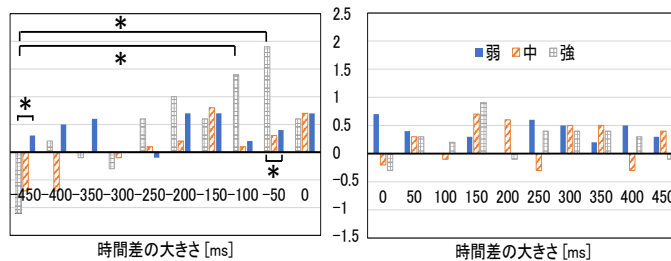


図 5: 他者の存在感に関する平均官能評価値の遷移

支援と UX: 能動的な操作支援では, 操作者の移動操作の近い未来を予測し, その予測に基づいて, 誘導, あるいは補正するように支援したい. しかし, 操作者の移動操作を正しく予測することは, 現実的には困難である. そこで操作者ごとの標準的な移動操作をあらかじめ把握しておくことで, これをもって擬似的に操作の予測とする. 一方, 受動的な操作支援では近い過去の移動操作に基づいて, 力を増強するように支援する. 実験の結果, 能動的な操作支援, 受動的な操作支援のどちらにおいても適切な時間差をもうけると作業精度が向上することが示唆された. 能動的な操作支援では操作よりもわずかに先行して, 受動的な操作支援では操作よりもわずかに遅れて支援すると, 被験者は他者を協調的に意識し, 作業精度が向上することが示唆された (図 5).

4 むすび

本研究では, 操作系における遅延, 操作難易度, 支援が操作者の感覚や道具操作性に対して与える影響について調査した. 本研究は道具操作に長けていない人でも熟練者のような UX を効果的に得られる VR インターフェース開発の手助けとなると期待される. 支援が操作者の感覚と道具操作性に与える影響に関する実験では被験者が予想以上に支援の力を感じ取れなかった. そのため支援の力量を増加させることで, より明確な結果を得たい. また被験者数を増やした上で, パラメータの幅を増加もしくは小刻みにすることで新たな知見を見出したい.

参考文献

- [1] S. Gallagher, "Philosophical Conceptions of the Self, Implications for Cognitive Science", Trends in Cognitive Science, Vol.4, No.1, pp.14-21, 2000.
- [2] 宮路 大勇, 舟橋 健司, 谷田 公二, "遅延が道具における身体所有感に与える影響に関する調査", 日本 VR 学会第 24 回大会講演論文集, B5-01, 2019.