1

# 操作者の認知バイアスを推定し支援する VR型訓練システムの実装と有効性の評価

大阪大学 基礎工学部 情報科学科ソフトウェア科学コース 村田研究室 大島 良介

特別研究報告 2025/2/13

研究背景 2 VRトレーニングの普及 ● 危険性の高い訓練を仮想空間で実現し、安全な訓練環境を提供する ● 例: 災害訓練、手術、重機操作など インタラクティブな体験による学習効果の向上[1] 認知バイアスへの対応を支援するVRトレーニングも存在[2] • 認知バイアスによる非合理な判断のリスクを低減 課題:個人に関係なく一律の対応による学習効率の低下 ● 認知バイアスには個人差が存在 一律の対応による影響 過剰な情報提供による混乱

個人の認知バイアスに基づいた適切な介入の必要性

不十分な支援による学習効果の低下

uuodynssy, N. Cevallod, C. Enfinaed, S. Zoller, Z. Burke, S. Lairison, H. Park, N. Berinthal, and N. F. Socholo, "Nandomized Irial of a virtual Reality loot to al Shaff Fricture Intarmedullary Nailling," Journal of Surgical Education, vol. 77, no. 4, pp. 969-977, 2020. 東京 大井娟 "Ng 技術を用いた印書詩に大ける認知 (イマスを来席) 、下春県中本大田県システムの開発。インタラクション 2024 倫文集 。

2

## 研究目的と研究手法

#### 研究目的

1

- 操作者の認知バイアスに基づいた介入の有効性の評価
  - 操作者の認知バイアスを操作情報から推定
  - 推定した認知バイアスを基に操作への介入方法を変更
- 操作者が自身の認知バイアスを理解できるように支援

### ● 研究手法

- 重機の遠隔操作を訓練するVRトレーニングシステムの実装
  - 認知バイアスが発生する状況の用意
- 操作者の認知バイアスを推定し、推定に基づいた介入の実装 被験者実験による有効性の評価



3

図:実装したシステムの操作画面

#### VRトレーニングシステムの実装

- 概要:VR空間で重機の遠隔操作を訓練
  - 重機操作の 1 ステージの訓練内容
    - 1. 石をすくう
  - 2. トレイラーの位置まで石を運搬する
  - 3. トレイラーに石を積み込む

# 重機の寸法が異なるステージを複数用意

- 操作感覚が異なる
  - 旋回速度、加速度などの変化 変化前の経験で操作を行うと想定外の動作





動画: 重機の寸法が異なる際の操作の様子 (減速が遅くトレイラーの位置を超える)

3

5

4

#### VR操作時の認知バイアス

### 一部の認知バイアスを考慮した意思決定のベイズモデル[3]

 $\mathbb{P}(\tilde{Y}|D,f(M))$   $\propto \mathbb{P}(D|\tilde{Y})^{\alpha} \mathbb{P}(f(M)|\tilde{Y})^{\beta} \mathbb{P}_{pr}(\tilde{Y})^{\gamma}$  認知バイアスの影響度合いを示す変数 「・  $_{\alpha}$  、 ※日かって  $_{\alpha}$  トゥップ  $_{\alpha}$ 

VR操作時の認知バイアスとして確証バイアスに着目

α:選択的アクセシビリティβ:アンカリングバイアスγ:確証バイアス

5

- 確証バイアス: 先入観や仮説を肯定するため、都合のよい情報ばかりを集める傾向のこと
- P<sub>pr</sub>(Ŷ) が寸法の変化前の操作経験に対応
- 確証バイアスの発生に伴う問題例
  - 操作者が実際操作する重機より軽いと想定して操作した場合、 想定より減速が遅いため目的の位置で止まらない

[3] C. Rastogi, Y. Zhang, D. Wei, K. R. Varshney, A. Dhurandhar, and R. Tomsett, "Deciding Fast and Slow: The Role of Cognitive Blases in Al-assisted Decision-making," Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction. vol. 6. Acr. 2022.

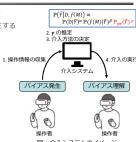
#### 確証バイアスの推定に基づく操作への介入

# 操作者の確証バイアスの影響度 γ の推定方法

- 確証バイアスの影響で旋回操作の過多・不足が発生する
- 例: 減速が想定より遅く、旋回操作の過多の発生
- 個人ごとに旋回操作の誤差を用いて推定する

# • 操作者が確証バイアスを理解するための介入 1.操作情報の収算

- 推定したγに応じて操作の強調
  - 操作量が多い操作者に対して操作量を増大 ● 操作量が少ない操作者に対して操作量を減少
- 操作者に介入の有無、対応方法の情報提供

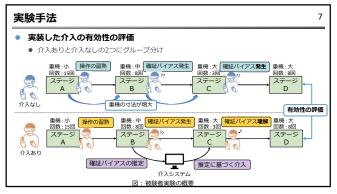


6

図:介入システムのイメージ

6

1



評価方法
介入前後のステージ B とステージ D の相対比率を評価指標として利用
被験者間の操作能力差の考慮
相対比率の評価対象
操作完了時間
資件全体の操作効率を評価
旋回操作の入力回数
旋回操作の入力回数
● 超対比率 ( ステージ D の平均値 ) / (ステージ B の平均値 )
操作完了時間、旋回操作の入力回数のそれぞれで計算
相対比率を被験者ごとに比較
被験者は合計4名 ( 介入あり: 2名、介入なし: 2名 )

8

10

7

実験結果:操作完了時間 9 ステージ B、ステージ C の1回目で操作完了時間が増大 介入なし +被験者1 +被験者 介入あり ● 確証バイアスの影響が出ていると言える ステージB ステージ D 相対比率の比較 介入なし 操作完了時間の増大 ● 被験者 1:144.63% ·s 40 ● 被験者 2:101.43% 整 30 介入あり ● 被験者 3:89.02% ● 被験者 4:104.17% 被験者3の 操作能力の向上 被験者 3 の値が低い 130 H 140 H 140 H 150 H 160 H 170 H ステージ C の介入によって 操作能力がより向上 図:被験者ごとの操作完了時間の推移

実験結果:旋回操作の入力回数 10 相対比率の比較 介入なし →被験者1 →被験者2 介入あり →被験者3 →被験者4 介入なし ● 被験者 1:111.11% ステージA ステージc ステージ D ● 被験者 2:100.96% ● 介入あり ● 被験者 3:67.72% 介入ありの値が明確に低い 介入あり被験者の 操作能力の向上 介入の有効度あり 図:被験者ごとの旋回操作入力回数の推移

9

まとめと今後の課題

認知バイアスを考慮した介入を行うVRトレーニングシステムの実装
操作者の確証バイアスを推定し、その推定に基づいて操作への介入方法の変化
操作者が確証バイアスを理解できるように、操作の強調や対応方法の提示
推定した認知バイアスに基づいた介入の有効性が表れていることの確認

今後の課題
被験者の増加
介入ありグループと介入なしグループの差異が無い状態での有効性の評価
一律の介入方法との比較
・操作者の認知バイアスを推定し、推定に基づいた介入の有効性の評価

VRを介した実機の適隔操作への対応
・操作遅延、周辺環境に対する認知バイアスが発生する状況下での操作への介入

11