

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

1

2

研究背景

- **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的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
 - 不十分な支援による学習効果の低下
- **個人の認知バイアスに基づいた適切な介入の必要性**

[1] G. Blumenthal, B. Zukhovynski, N. Cavallo, C. Ishmael, S. Zoller, Z. Burke, S. Clarkson, H. Park, N. Bernthal, and N. F. Sposito, "Randomized Trial of a Virtual Reality Tool to Teach Surgical Technique for Tibial Shaft Fracture Intraoperative Nailing," *Journal of Surgical Education*, vol. 77, no. 4, pp. 969-977, 2020.
[2] 田島 良介, 高野 謙太, 本村 翔一, "VR訓練を用いた重機操作における認知バイアスの実証: 大島研究室支援システムの開発・インテグレーション, 2024 論文展, pp. 1146-1151, 2024."




図：認知バイアスの対応を支援するVRトレーニング^[2]

2

3

研究目的と研究手法

- **研究目的**
 - 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



図：実装したシステムの操作画面

3

4

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

↓

認知バイアスの発生



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)

4

5

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

 - α : 選択的アクセシビリティ
 - β : アンカリングバイアス
 - γ : 確認バイアス
- **VR操作時の認知バイアスとして確認バイアスに着目**
 - 確認バイアス：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
 - $\mathbb{P}_{pr}(\tilde{Y})$ が寸法の変化前の操作経験に対応
 - 確認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

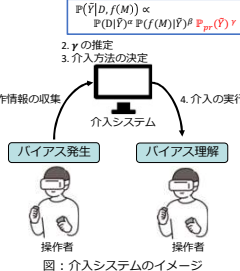
[3] C. Rastogi, Y. Zhang, D. Wei, K. R. Varshney, A. Dhruvhar, and R. Tomsett, "Deciding Fast and Slow: The Role of Cognitive Biases in AI-assisted Decision-making," *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, vol. 6, Apr. 2022.

5

6

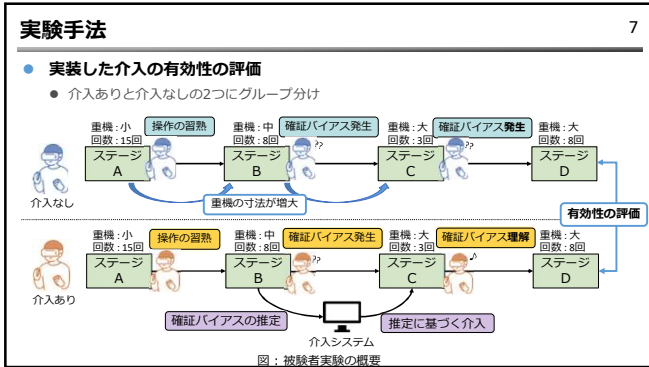
確認バイアスの推定に基づく操作への介入

- **操作者の確認バイアスの影響度 γ の推定方法**
 - 確認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
- **操作者が確認バイアスを理解するための介入**
 - 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

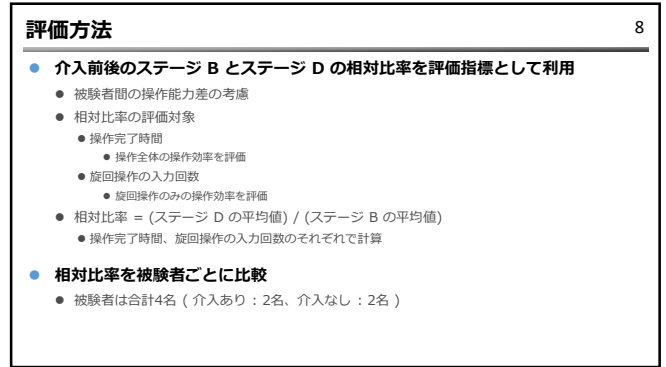


図：介入システムのイメージ

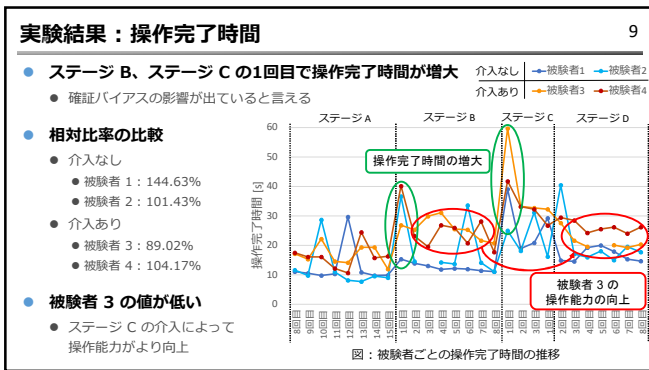
6



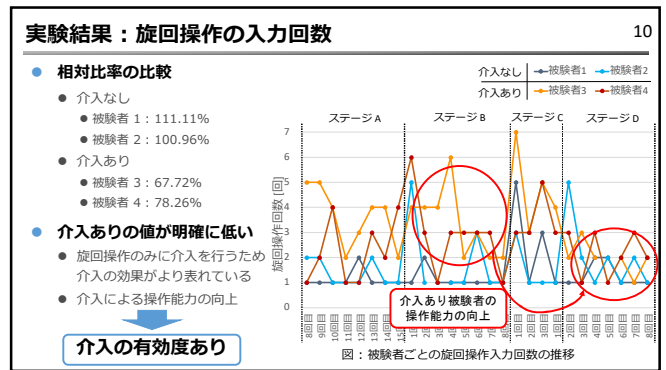
7



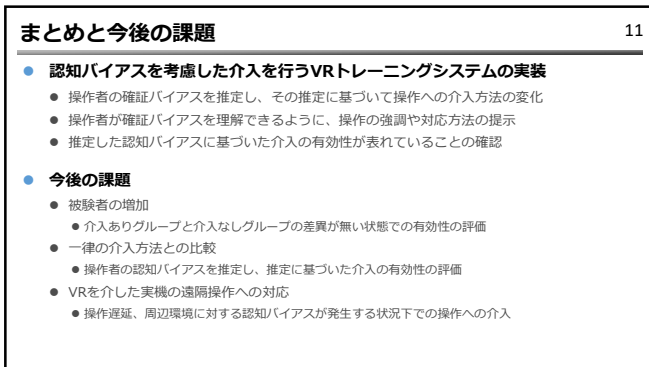
8



9



10



11