無人化施工におけるCognitive Tunneling を防止可能な視覚提示手法の構築 に関する研究

早稲田大学 理工学術院 教授 岩田浩康

星和田大学 理工学術院 教授 岩田浩康

1



2





4



研究手法

【研究目的】
 遠隔操作者のCognitive Tunnelingを低減する 視覚提示手法の構築

【研究方針】

1.Cognitive Tunnelingによる遠隔操作への影響分析

2.概念設計
 ①Cognitive Tunneling発生の原因 ②要求事項の導出

3.詳細設計
 ①Visual Momentumの向上 ②環境カメラへの注意誘導

4.提案する視覚提示手法評価試験

6





8

# 研究手法

【研究目的】

遠隔操作者のCognitive Tunnelingを低減する 視覚提示手法の構築

#### 【研究方針】

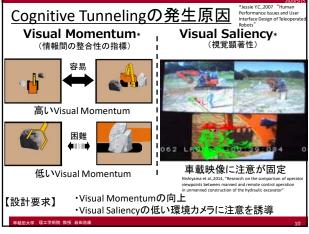
- 1.Cognitive Tunnelingによる遠隔操作への影響分析
- 2.概念設計

①Cognitive Tunneling発生の原因 ②要求事項の導出

- 3.詳細設計
- ①Visual Momentumの向上 ②環境カメラへの注意誘導
- 4.提案する視覚提示手法評価試験

早稲田大学 理工学術院 教授 岩田浩康

9



10

# <u>研究手法</u>

【研究目的】-

遠隔操作者のCognitive Tunnelingを低減する 視覚提示手法の構築

#### 【研究方針】

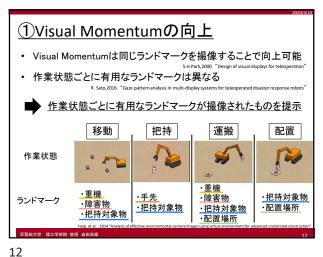
- 1.Cognitive Tunnelingによる遠隔操作への影響分析
- 2.概念設計

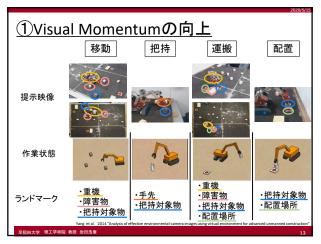
①Cognitive Tunneling発生の原因 ②要求事項の導出

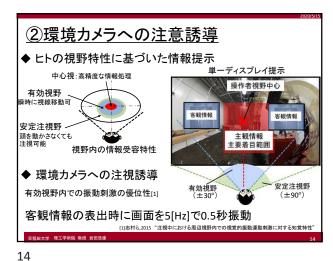
- 3.詳細設計
- ①Visual Momentumの向上 ②環境カメラへの注意誘導
- 4.提案する視覚提示手法評価試験

早稲田大学 理工学術院 教授 岩田浩康

11







13



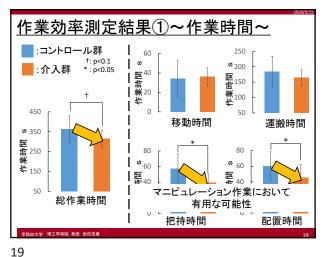
<u>研究手法</u> 【研究目的】 遠隔操作者のCognitive Tunnelingを低減する 視覚提示手法の構築 【研究方針】 1.Cognitive Tunnelingによる遠隔操作への影響分析 ①Cognitive Tunneling発生の原因 ②要求事項の導出 3.詳細設計 ①Visual Momentumの向上 ②環境カメラへの注意誘導 4.提案する視覚提示手法評価試験

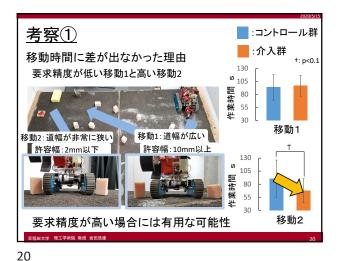
16





17 18





考察(2) 運搬時間に差が出なかった理由 運搬作業領域周辺に障害物が1つしかなかった 把持対象物 配置場所 配置場所 要求精度が低い場合には有用ではない可能性 学 理工学術院 教授 岩田浩康

作業効率測定結果②~操作停止時間~ :コントロール群 σ 60 †: p<0.1 \*: p<0.05 \*\*: p<0.01 操作停止時間 0 :介入群 150 移動中 運搬中 100 **Ι** ω <sub>20</sub> 操作停止時間 **o** 20 20 15 10 5 5 50 全作業中 把持中 配置中

21 22

:コントロール群 考察① 移動時の停止時間に差が出なかった理由 ==:介入群 要求精度が低い移動1と高い移動2 σ 40 胆 20 出 中 0 移動1 移動1:道幅が広い 移動2:道幅が非常に狭い ■許容幅:2mm以下 許容幅:10mm以上 ω 60 盟 40 盟 40 世 40 移動2 要求精度が高い場合には有用な可能性 早和田大学 理工学術院 教授 岩田浩康

考察② 運搬時間に差が出なかった理由 運搬作業領域周辺に障害物が1つしかなかった 配置場所 配置場所 運搬2 運搬1 要求精度が低い場合には有用ではない可能性 早稲田大学 理工学術院 教授 岩田浩康

24

23



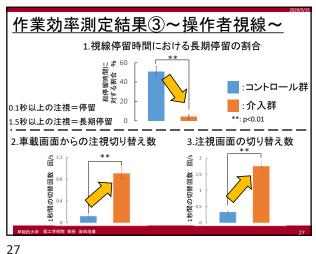
作業効率測定結果③~操作者視線~ 1.視線停留時間における長期停留の割合 Visual Momentumが改善され 情報統合が円滑にできたか 0.1秒以上の注視=停留 1.5秒以上の注視=長期停留 2.車載画面からの注視切り替え数 3.注視画面の切り替え数 Visual Saliencyが改善され Cognitive Tunnelingが改善され 主観情報から注意解放されたか 複数画面を参照できたか

26

28

30

25



作業効率測定結果③~操作者視線~ 1.視線停留時間における長期停留の割合 ≣ 40 □ % 60 :コントロール群 Cognitive Tunnelingの低減が示唆された 秒間の切替回数

認知負荷測定結果 500Hzの時に フットレバーを押す 二重課題による認知負荷測定 ・・・作業中ランダムで流れる
2種類の音に対して操作を行う :コントロール群 :介入群 500 †: p<0.1 \*\*: p<0.01 400 数 300 2 無反応回 認知負荷が軽減することで 1 作業効率向上につながった Λ 無反応回数 総作業時間 29

まとめ 遠隔操作者のCognitive Tunneling低減のための視覚提示手法の構築 Visual Momentumの向上、およびVisual Saliencyの高い映像(車載映像 から低い映像(環境カメラ映像)への注意の誘導 Cognitive Tunnelingの低減 作業時間改善, 操作中の停止時間減少, 操作者の認知負荷軽減 今後の展望 作業状態の自動識別,実機での実験 早稲田大学 理工学術院 教授 岩田浩康

# 業績リスト

## <u>ジャーナル論文</u>

#### Automation in Construction (IF: 4.3)

Ryuya Sato, Mitsuhiro Kamezaki, Satoshi Niuchi, Shigeki Sugano, and Hiroyasu Iwata, "Cognitive Untunneling Multi-view System for Teleoperators of Heavy Machines based on Visual Momentum and Saliency," Automation in Construction, Vol. 110, pp. 1–9, Dec 13, 2019.

## 国内会議

#### 第20回計測自動制御学会システムインテグレーション部門 講演会(SI2019)

は存みとなる。 住施隆哉、亀崎介啓、仁内智志、菅野重樹、岩田浩康、"二重課題を用いた無人化施工におけるCognitive Tunnelingを低減可能な視覚提示手法における認知負荷改善検証"、第20回計測自動制御学会システムイ ンテグレーション部門講演会論文集(SI2019), paper no. 285-09, 2019年12月12日~14日, 高松. (口頭)

## <u>受賞</u>

SI2019優秀講演賞(上記SI2019発表に対して)

日和中十世 理工學術院 粉提 學用等度

31