

マルチタスク環境下における半自律型ロボットの
監視タスクを支援するインターフェースの検討

中西研究会 2022年度春学期 最終発表, 2022/8/2. 奥谷哲郎

半自律型ロボット

- 半自律型ロボットが普及
- 現状、テレオペレーションを行う人間のオペレータが必要
 - 基本的には自律的に動作し、必要に応じてオペレータが介入する

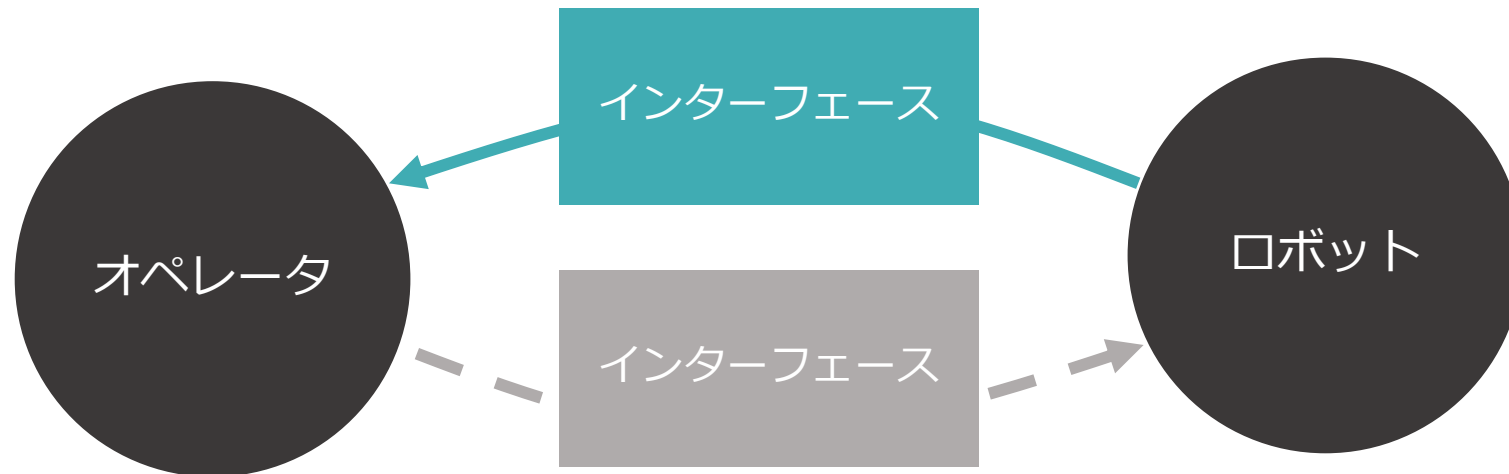


テレオペレーションの形態

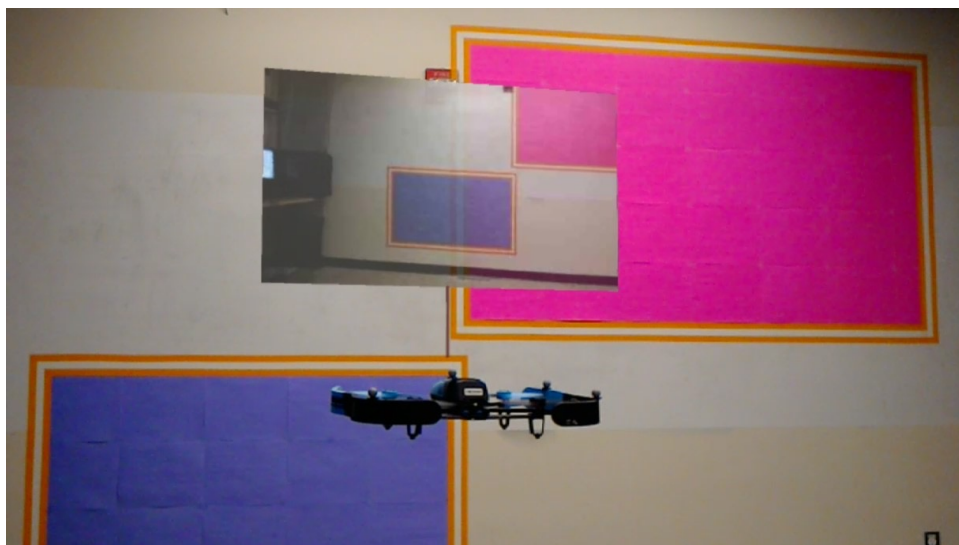
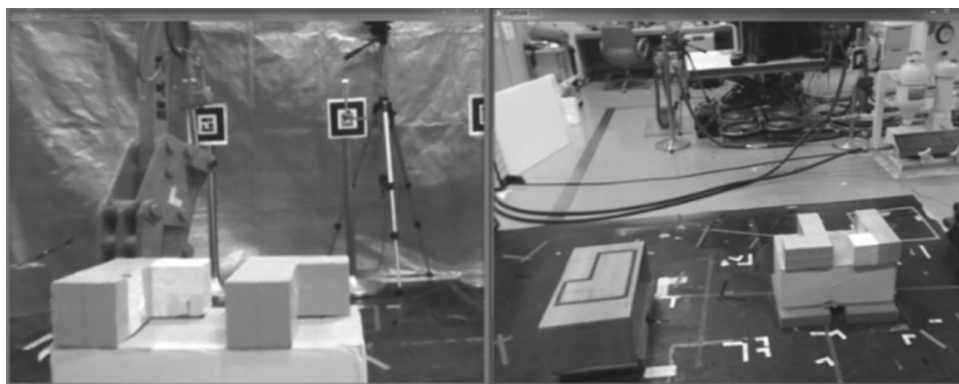
- Autonomous (自律制御) \Leftrightarrow Monitoring (監視) \Leftrightarrow Direct Control (直接制御)
- 適切なタイミングでMonitoringからDirect Controlに切り替える必要がある
 - 工事していたら迂回ルートを設定する
 - 石でスリップして転倒したら周囲のロボットに救助を要請する
 - LiDARで捕捉できない障害物があったら直接操作して回避する

ロボットからオペレータへの情報伝達

- どのように介入のタイミングを判断する？
→ロボットからオペレータに伝達される情報をもとに判断する
 - 周囲の環境に関する情報
 - ロボット自身に関する情報



様々な遠隔操作インターフェース



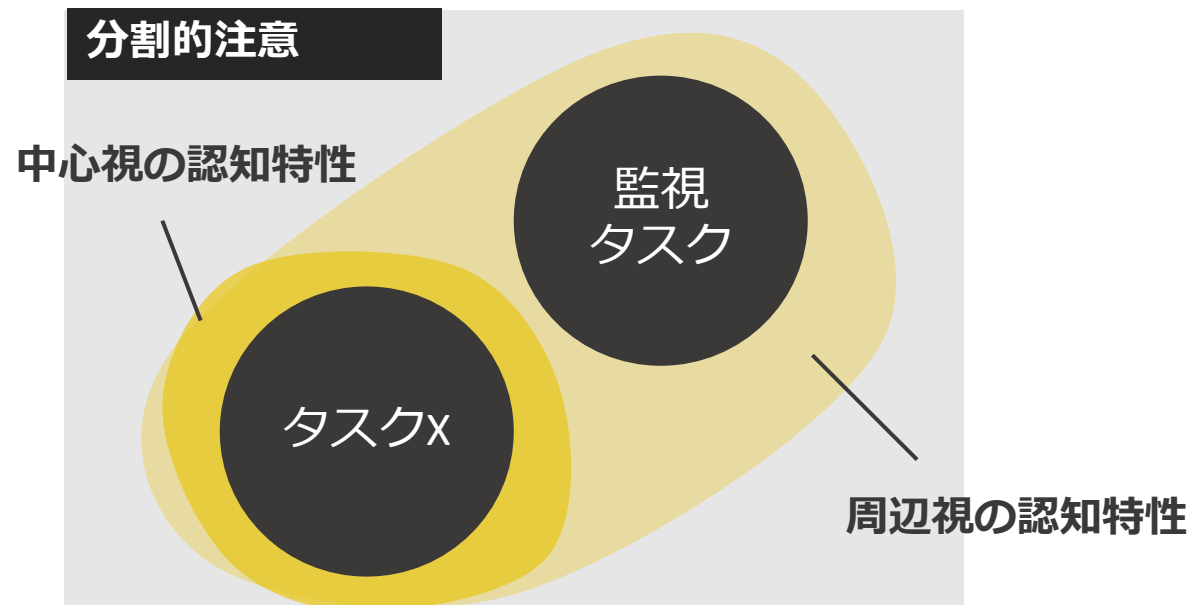
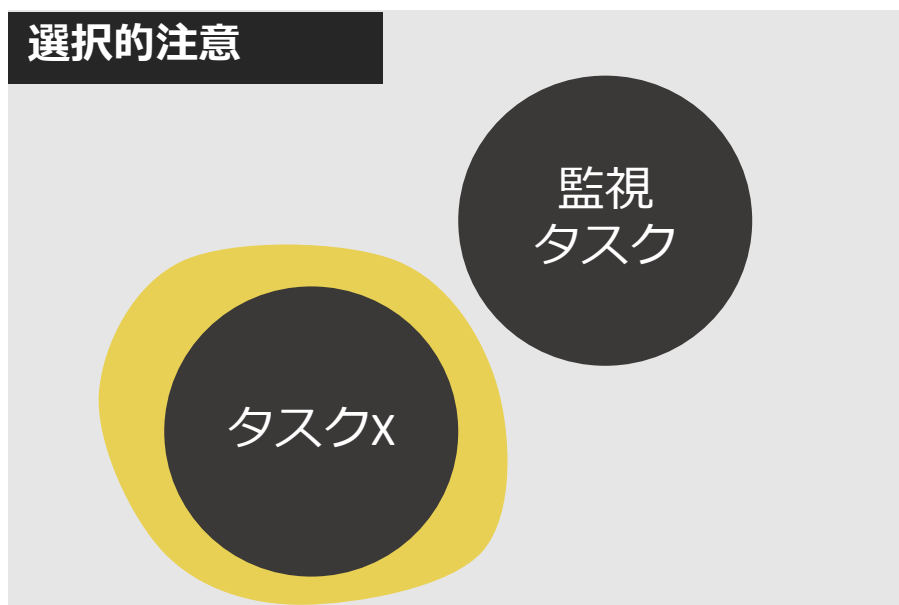
マルチタスク状況下でのテレオペレーション

- 一方で、これらはオペレータがテレオペレーションのみに専念することを想定しており、マルチタスク状況下（=片手間）での利用は想定されていない
- シナリオの例
 - ゲームをしながら自動運転車のモニタリングをして家に帰る
 - 会議に参加しながら配達ロボットのモニタリングのバイトをする



分割的注意

- これを実現するためには、分割的注意を引き出す必要がある
 - 注意 = 複数の情報から必要な情報を効率的に取捨選択する認知機能
- 視覚刺激の時空間的なパラメータを、動的かつ即時的に変更できるVRHMDと相性が良い



研究の目的

VRを用いた視覚インターフェースを用いて、
テレオペレーション環境下のロボットの情報を提示することで、
ある別のタスクと並行して行われる監視タスクにおける
パフォーマンスと認知的負荷にどのような影響を及ぼすか

色々なプロトタイプ



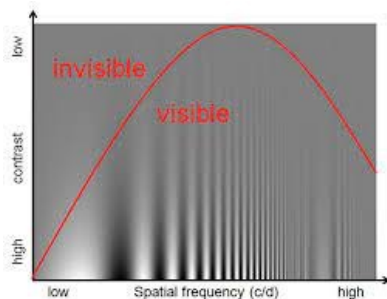
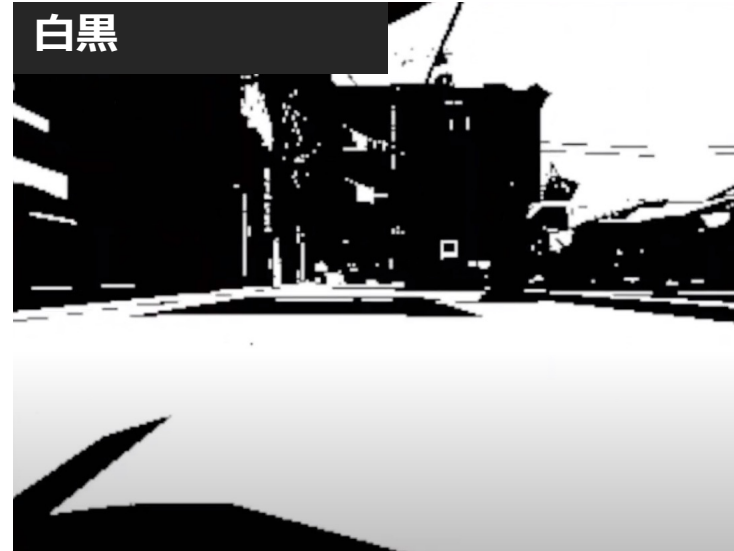
プロトタイプ

情報の加工

作業領域の調整

情報の加工

色はなくて問題ない。必要なときに色をつければ十分。



背景の建物のエッジが邪魔。それがなければ見るところが限定されるので使いやすい。

情報の加工

使いやすいと感じた。

次にロボットが行こうとしている場所にある危険を先読みすることができるため、他の手法よりも早いタイミングで状況判断ができる。

ナビゲーションパス



三人称視点



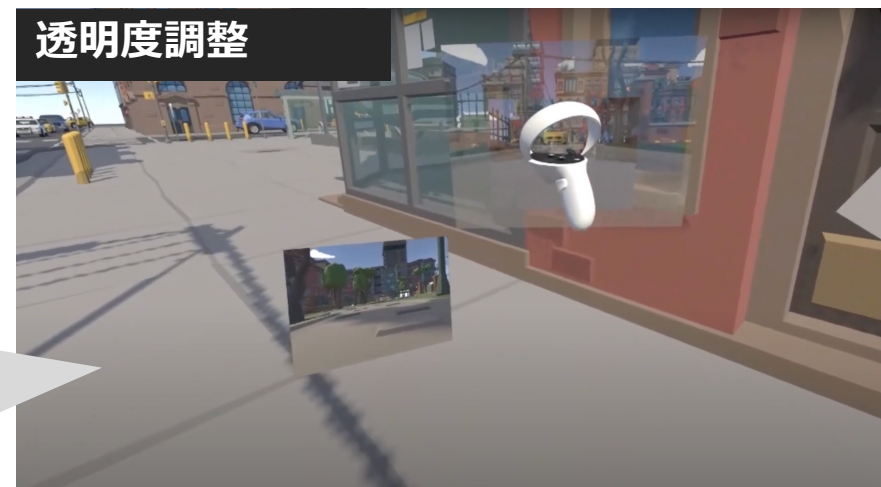
思ったより使い勝手は良くないと感じた。

原因①：ブレンドする画像の透明度が適切ではない

原因②：透明化重畳は360度画像に向いている

原因③：検出しやすい刺激と検出しづらい刺激がある

透明度調整



選択的注意の特性

- 重畳された2つの透過映像を同時に見ようとする、1つに集中する場合よりもイベントの検出（意味的処理）の成績が低下する



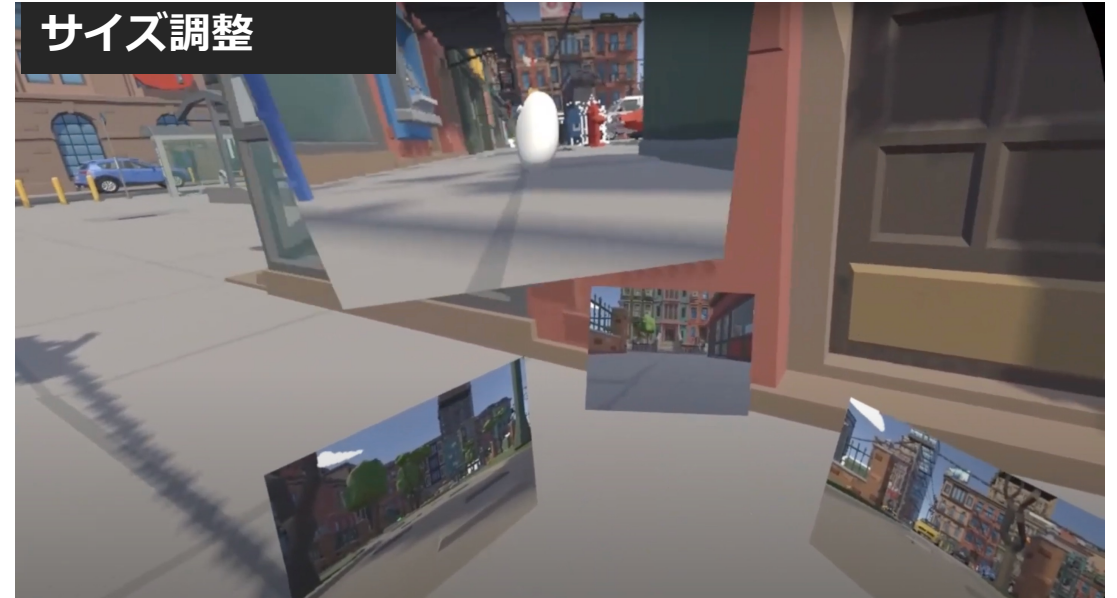
作業領域の調整

メインタスクの内容やパフォーマンスに応じて
配置や傾きが変わってほしい

位置配置



サイズ調整



どんな配置が好まれる？

→探索的実験

(使いやすいようにパネルを配置してください)

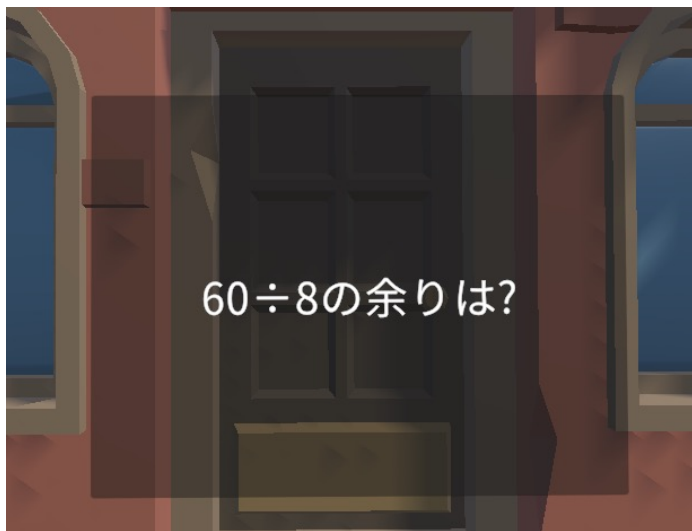
実験

- 作成したインターフェースの有効性を検証する
- 二重課題
 - VR空間内で作業をしながら、遠隔地で目的地までのナビゲーションを実行中の地上ロボットをモニタリングする状況を想定
 - Unityでシミュレーション環境を構築



タスク

- メインタスク：暗算（知的作業課題）
- サブタスク：ロボットのカメラ映像を監視（気づき課題）
 - 遠隔地を走行するロボットの一人称視点のカメラ画像を提示
 - 危険に気づいたらコントローラーのボタンを押して報告



実験条件

独立変数	インターフェースの種類	ベースライン	提案手法に基づいて決定
		提案手法	
その他の独立変数	ロボットの台数	1・4・7台	何台まで同時監視が可能なのかがわかる。タスクの成績との間のトレードオフが存在すると予想。
	危険の出現頻度		ロボットにどの程度の知能が必要なのかがわかる。

実験条件

従属変数	客観指標	知的作業回答率	回答数 / 出現した問題の総数
		知的作業正答率	正答数 / 回答数
		気づき課題認知率	正答数 / 危険提示回数
		気づき課題反応時間	
	行動指標	視線	いつどの部分に注意を向けていたかの指標として
心理指標	NASA-TLX	認知的負荷や身体的負荷の指標	

目的について

- どのようなマルチタスクの種類を対象にするか
 - 1台のロボット監視と別の作業
 - 複数台のロボットの監視

方法について

- どのインターフェースが効果を発揮しそうか
- VRを使うメリットをどのように活かせるか

実験について

- サブタスクにおける「危険」をどのように定義するか
 - 静的な危険
 - 動的な危険
 - 意味処理が必要なものかどうか
- サブタスクの抽象度をどれくらいに設定するか