

# 仮想現実におけるコミュニケーションを用いた人との協調作業を行うロボットの機械学習モデルの検証

玉川学園高等部2年国吉仁志

## 【動機】

- 体の不自由な人の目的解決のために、補助し一緒に**協調作業**するロボットを開発したい。
- 過去の研究で人をシミュレートしたロボットとの協調作業を実験できた。そこで、**実際の人との作業**を検証したい。

## 【目的】

- 実際に人との協調作業で検証可能とする仮想現実上で人とロボットが協調作業を行う**実験環境**を構築する。
- マルチモーダルなコミュニケーションを行うタスクを提案し、**コミュニケーション**の有効性を検証する。

## 【実験環境の構築】

- Unity上に2体のアバタと協調作業タスクを構築
- Meta Quest2によって人が自分のアバタを操作
- Python上の機械学習モデルがロボットの行動を生成
- タスクを行った操作データは機械学習用に保存可能

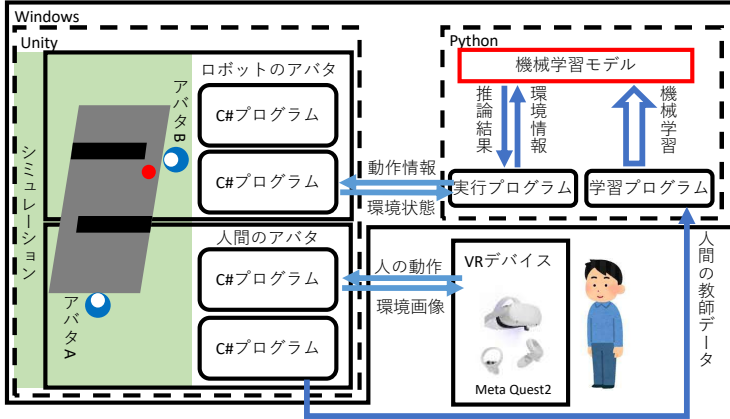


図1 実験環境のアーキテクチャ

## 【共同ボール運搬タスク】

- アバタAとBが板を傾けてボールを転がし、目的地に運ぶ
- アバタAがBに分かれ道を通るタイミングを合図する
- 板の動作と合図からなる、マルチモーダルなコミュニケーションを行う

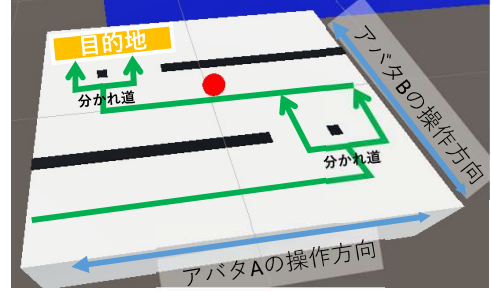


図2 共同ボール運搬タスク

## 【機械学習手法】

- ロボットの行動はLSTMモデルで生成
- 2人の人が実際にタスクを複数回を行い、教師データを作成
- 人を模倣するように教師あり学習を行う

## 【実験方法】

- 検証目的  
合図をすることで人とロボットがうまく協調しやすくなるのかを検証
- 事前準備（機械学習）
  - 私と2人の協力者でタスクを行い、56回分の教師データを作成
  - 作成した教師データを基にロボットを機械学習
- 実験
  - 4通りの条件に基づいて被験者とロボットで12回タスクを行う
  - 条件
    - 1.アバタAとBどちらを操作するか
    - 2.合図の有無
  - 被験者は5人(家族と部活動関係者)
- 記録内容
  - 各タスクの達成度を記録
  - 被験者にアンケート
    - 1.合図ありとなしのどちらがやりやすかったか
    - 2.各条件でタスクを行った感想

## 【結果】

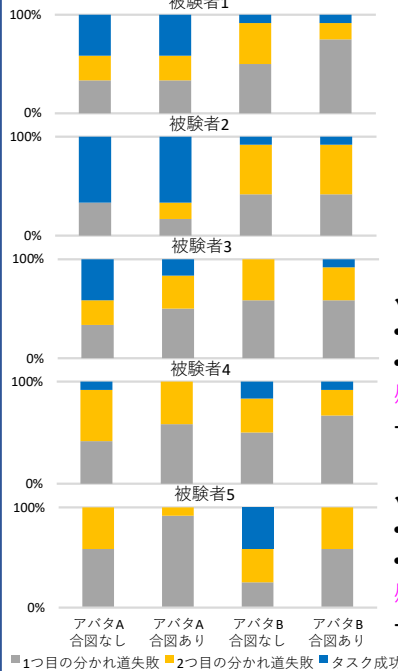


図3 各被験者のタスクの達成率

## 表 アンケート結果

(問：合図ありとなしどちらがやりやすいか?)

	人:アバタA	人:アバタB
被験者1	合図あり	合図なし
被験者2	合図あり	変わらない
被験者3	合図あり	合図なし
被験者4	合図あり	合図なし
被験者5	合図なし	合図なし

## 【考察】

- ✓ **人からの合図に効果はあるのか(人:アバタA)**
  - 合図ありの方が達成率は下がる傾向にある
  - 被験者は合図ありの方がやりやすいと回答
  - 感想「**ロボットが勝手に動かないから集中できた**」
  - 合図をすることでロボットの動きを予測しやすくなり、人は安心して作業できた。
- ✓ **ロボットからの合図に効果はあるのか(人:アバタB)**
  - 合図ありの方が達成率は下がる傾向にある
  - 被験者は合図なしの方がやりやすいと回答
  - 感想「**合図に従っても失敗するから自己判断した**」
  - 合図をしてもロボットの動きを予測しやすくなかった。また、ロボットの動きを信頼することもできなかったため、人は安心して作業できなかった。

## 【実験環境について】

マルチモーダルなコミュニケーションを含むタスクを実験できる環境を構築できた。

### 実験環境の良かった点

- ✓ 簡単に機械学習データの収集から学習までを行うことができる
- ✓ 実験時に細かい条件を変更するのをUnityのUI上で行うことができる

### 実験環境の問題点

- ✓ Touchコントローラの**操作が難しい**  
→コントローラに適したタスクにする  
→コミュニケーション操作を音で行う
- ✓ **ロボットと作業している感覚がない**  
→画面にロボットのアバタを表示する
- ✓ **結果の入力が手動**で、時間がかかる  
→結果の判定を自動化し、データが自動入力されるようにする



図4 実験風景

## 【結論と展望】

- 仮想現実上で人とロボットが相互にコミュニケーションを行いながら協調作業をする実験環境を構築した。
- コミュニケーションをすることは、相手の動きを予測しやすくし、人が安心した作業を可能にする。
- 音によるコミュニケーションや、質問と応答、指示の拒否などの複雑なコミュニケーションを検証したい。