

協調作業ロボットのモデル開発

玉川学園中学3年 國吉仁志
国立情報学研究所「情報科学の達人」受講生

【動機】

- 高齢者や体の不自由な方のように、一人では自分のやりたいことができない人が増えている
- 自立した健康的な生活を補助する「人と協調作業できるロボット」を開発したい

【目的】

- 人とロボットが言語コミュニケーションを交わして協調作業を行う機械学習モデルの提案
- 協調作業のタスクを作成し、シミュレーション上で提案するRNNモデルの有効性を検証

【荷物持ち上げタスク】

概要: 人が一人で持てない重い荷物をロボットと人が協調して目標の高さに持っていき→人とロボットの協調作業

人の動き方

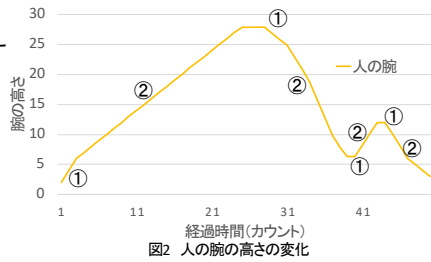
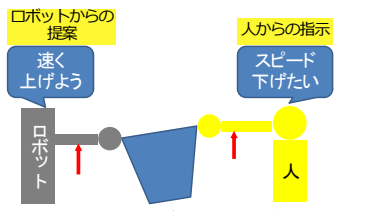
- ランダムに目標の高さを設定
- その高さまで、人は腕の速さを定期的にランダムに変更しながら上げる
- 新しい目標が設定されて①②を繰り返す

ロボットの動き方

人の腕の動きに合わせてアームを動かす(人の動きを予測する)

評価項目

追尾精度, 13カウント以内の目標到達



【コミュニケーションの内容】

- 人からの指示: 荷物を持ち上げる速さの変化を指示→ロボットの追尾をより正確に
- ロボットからの提案: 人に腕を速く上げるように提案→目標の高さへの到達をより素早く

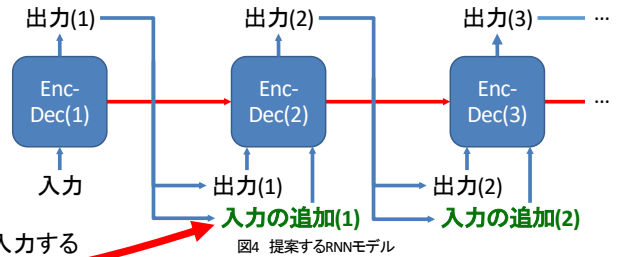
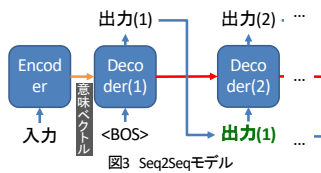
表1 荷物持ち上げタスクの入出力データ

入力データ			教師データ	
人の腕の高さ	目標の高さ	人の指示	ロボットのアームの高さ	ロボットの提案
0	23.3	0	2	0
+2	23.3	-1	3	1
+1	23.3	0	5	0
+2	23.3	0	7	0
+2	23.3	1	10	0
+3	23.3	0	13	0

【提案モデル】

LSTM層を使用したRNNモデル
協調作業として出力が時系列である必要がある
→Seq2SeqのDecoderの構造を取り入れ、出力に時系列的な意味を持たせた

- 入力: 人の腕の高さ、指示、1時刻前の出力
- 出力: ロボットの動き、提案



【実験方法】

- 20000個のデータをエポック数1, バッチサイズ20で学習
- 人からの指示、ロボットからの提案による追尾精度、13カウント以内の目標到達率を比較

表2 実験設定

勾配降下法	最適化手法	学習率	データ数	エポック数	バッチサイズ	時系列長
ミニバッチ勾配降下法	AMSGrad	0.01	20000	1	20	50

【結果・考察】

✓ コミュニケーションなし
速さの変化時に1程度、変化していない時も腕の高さの差が少しある(図5)

✓ 人からの指示の追加
全ての腕の高さの差を0.6以下、全体的にほぼ差が消え、コミュニケーションなしより精度が改善(図5)

✓ ロボットからの提案の追加
腕の高さの差が最大で2程度あり、コミュニケーションなしより精度が悪化(図5)
人の動きが変わり、最初の目標への到達が25カウントから10カウントに改善(図6)
目標の達成数は提案の追加で時間内の到達確率が26%から74%に改善(表3)

➢ 人からの指示により追尾精度が向上し、ロボットからの提案により目標到達の速さが向上した

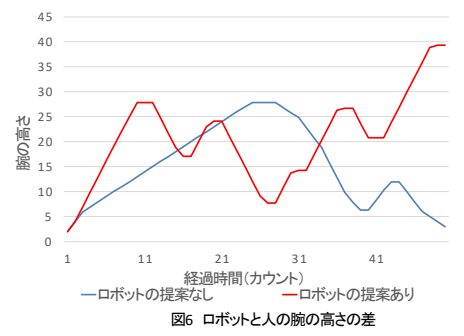
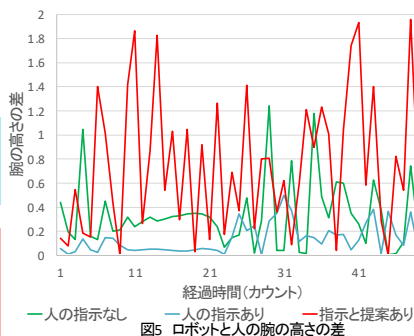


表3 時間内の目標の高さへの到達確率の比較

コミュニケーションの内容	人からのコミュニケーションあり	相互のコミュニケーションあり
目標の達成数(100データ中)	26	74

【結論】

人とロボットの相互のコミュニケーションが可能な機械学習モデルを開発できた

【展望】

タスクを現実的に設定し、コミュニケーションの複雑化に挑戦したい

