

課題番号	Q18T-03
課題名（和文）	ソーシャルスキルトレーニングに向けた「気づかい」の定量評価実験プラットフォーム
課題名（英文）	Cooperative Task Platform for Concern for Others in Social Skill Training
研究代表者	所属（学部、学科・学系・系列、職位） 工学部電子システム工学科 教授 氏名 五十嵐 洋

#### 研究成果の概要（和文）

これまで複数の人間が介在する協調作業における支援を工学的な実現を行う研究例はほとんどなかった。そこで、本課題では、機械学習技術を応用して協調作業時の他者の影響が操作に与える変化を「気づかい」と定義し、その解析および応用可能性について研究を行った。効率的に協調特性を評価できるプラットフォームを開発し、「気づかい」のモデリング、および相性に関する考察を行った。

#### 研究成果の概要（英文）

Teamwork was evaluated with a post-experiment questionnaire survey. However, team composition is mainly based on performance, and there is no team composition based on compatibility. CFO, which pays attention to differences between cooperative and solo tasks, allows real-time evaluation. However, teamwork evaluation with CFO needs experiments for each pair. Thus, we try to generate a model that considers force interaction. However, we could generate a model with only half of the group. Therefore, we present a model generation a method with LSTM or DNN. Finally, we discuss the prediction with the model-model interaction of a cooperative task.

### 1. 研究開始当初の背景

人間-機械間の協調の効率化を目指した人間機械系研究が注目されている。これらの多くは、1名の作業者にフォーカスした単独作業に注目していた。一方、複数の人間が介在する協調作業では、単独作業では考慮する必要のなかったチームワーク要因が含まれる。

本研究では、チームワーク要因を「気づかい」：CFOとして定量化する手法を提案し、チームワークに関する研究に取り組んできた。これを応用することで、相性を考慮したチーム分けの効率化が期待できる。ここでのチームとは最小単位である個人を集めた小さな集団であり、チームワークとは2人以上で一つの作業を行うことを指す。チー

ムワークは集団で作業する際の集団作業効率や相性に影響するため重要なものとなっている。

### 2. 研究の目的

本研究は、協調作業における他者の影響による操作入力量の変化（「気づかい」）を定量化し、それを機械学習によりモデル化することで、相性評価指標の抽出を目指す。

### 3. 研究の方法

「気づかい」(Concern For Others: CFO) を定義するにあたって、単独作業と協調作業の違いに着目する。単独作業時では作業対象のみ考慮すればよいが、協調作業時には他者が介在するため、単独作業時ではあられ得なかった操作量が発生

する．この操作量を CFO と定義する．これより，時刻  $k$  における操作者  $i$  の CFO の推定量  $\sigma_i$  は，

$$\sigma_i[k] = \mathbf{u}_i[k] - f_i^{NN}(\mathbf{X}_i)$$

と算出される．ただし， $\mathbf{u}_i$  は協調作業時の入力実測値， $f_i^{NN}(\cdot)$  は単独作業時の入力予測推定のためのニューラルネットワーク，そして， $\mathbf{X}_i \in R^N$  は単独操作予測ニューラルネットワークの  $N$  個の入力変数である．

協調作業可能なモデルを生成することを考慮し，図 1 に示すような単純化されたシーソータスクを開発した．シーソータスクは図 2 に示すように仮想空間内に HMD を通して表示され，トラッキングマーカーにより現実世界と同じ位置に表示される．操作目標は赤色のターゲットバーとし，被験者は操作棒を操作してプレートを傾けることでボールを動かし，目標を追従する．目標は 3 秒ごとにランダムに移動し，プレートの全長に対し 20~50 % の移動量になるように制限してある．また，ターゲットの移動方向がわかりやすいように次のターゲットの位置に自動的に移動させるものとする．

#### 4. 研究成果

20代男女5人の被験者に対して単独作業を80秒間実施した．また，被験者それぞれの総当り10組に対して協調作業を80秒間実施した．これにより，10 組の協調作業から20の協調作業モデルが生成される．そして，同じ人どうしの作業を除く総当り数は160 組となる．160 組全ての組で協調作業モデルどうしによる協調作業予測を行い，実際の作業と比較した．

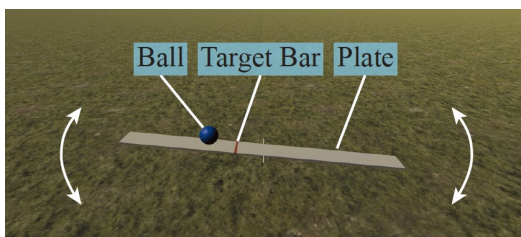


図 1：仮想環境内の協調作業イメージ

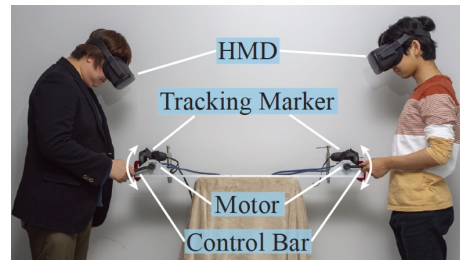


図 2：開発した協調作業プラットフォーム

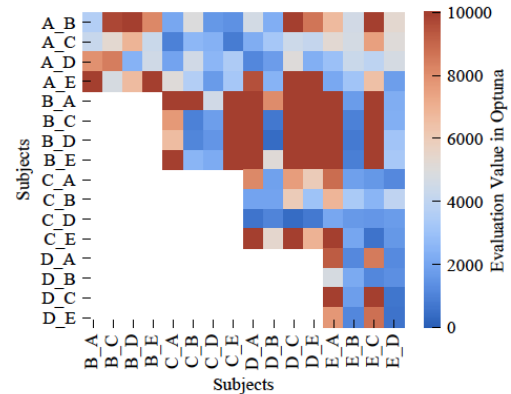


図 3：協調作業モデル同士の推定精度解析

モデル名  $A\_B$  のとき作業者  $A$  が  $B$  を相手に作業を行ったときのデータから生成された  $A$  の協調作業モデルをあらわす．160 組すべての作業結果を確認した結果，生成されたモデル同士による協調作業の推定結果を図 2 に示す．評価指数が低いほど，すなわち青色ほど良好に作業を推定できていることを示す．

この結果，生成されたモデル同士で協調作業の実現が可能であることが示唆された．すなわち，オフラインでの相性解析が可能となった．しかし，まだ一部の組み合わせで推定誤差が大きい傾向があるため，アルゴリズムの改善を目指す．

#### 5. 主な発表論文等

[学会発表] (計 2 件)

- ① 小林航大，五十嵐洋：“CFO の推定とチームワーク評価における協調作業モデル生成”，日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 20, 1A1-M09, 2020/5/28
- ② 小林航大，五十嵐洋：“力のインタラクションを考慮した人間モデルによる CFO の推定とチームワーク評価”，産業計測制御研究会，IIC-19-010, 2019/11/29