

令和 6 年 5 月 14 日現在

機関番号：32657

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K12091

研究課題名（和文）個性的ロボット開発を目的とした感性情報データ構造の構築に関する研究

研究課題名（英文）Study on Emotional-data Structure for Development of Individual Robots

研究代表者

柏崎 尚也（Kashiwazaki, Naoya）

東京電機大学・理工学部・研究員

研究者番号：60204385

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,400,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、個性を持った群ロボットを実現するために、(1)感性情報データとしての個性データを定義し対案した。これは、経験や外乱によって、重み関数が変化し、感性の嗜好を変化させていくように構築した。(2)感性情報データの変化は、外部への能動的な働きに対する応答として受けたものと自分の意思との差分から求めるため、ロボット間のコミュニケーションについても提案を行なった。これらは、外乱に大きく左右される要素が考えられるので、(3)実機による検証に重点を置くこととし、ロボットの開発を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

現在、AIによる擬人的行動の研究・開発が行われている。多くの人が心配するように、ブラックボックス化された学習の中で個性的な感情が生じてしまうのではないかと懸念している。本研究では、感性情報データを演繹的手法で定義し、人の感性に合わせるような重み関数を導入しやすく、また、学習においてもその様子人間サイドで確認検証していくことができる。このような視点で感性・性格をロボットに付加し、かつ個性を発揮できるようにすることには、人間社会の存在下で活躍する群ロボットの方向性として重要だと考える。

研究成果の概要（英文）：In this study, in order to realize group robots with individuality, we (1) defined and proposed individuality data as a KANSEI structure; This was constructed in such a way that the weighting function changes depending on experience and disturbances, changing the KANSEI preference. (2) Since changes in KANSEI structure data can be determined from the difference between what is received as a response to an external active action and one's own intentions, we also proposed communication between robots. Since these factors are likely to be greatly affected by external disturbances, we decided to focus on (3) verification using actual machines and developed them.

研究分野：感性工学

キーワード：感性情報学 感性ロボティクス 群ロボット 感性構造体

1. 研究開始当初の背景

人間社会のような個性を持った個からなるロボット集団が協調的に作業できれば、問題に対する対応範囲が広がり結果的に効率的な作業が期待できる。「個」には性能や機能の違いも含まれるが、嗜好や性格のようないわゆる感性的な要素も含まれる。後者は、能動的な動作と意外性を持つ問題解決動作には不可欠であり、個性を持ったロボット集団に期待するものは後者ではないかと考えられる。申請者は、作業効率以前に「性格のような個」のデータ表現とコミュニケーションに注目した。「ゲーム理論と感性パラメータ法を用いた群ロボット制御に関する基礎研究」(基盤研究(C) 2018~2020)において、個体差(個性)をもった群ロボットの制御について、個性のためのデータ構造として深層感性データ構造、コミュニケーション方法についてメッシュネットワークによる部分的情報共有と協調的ゲーム理論について検討してきた。

その結果、深層感性データ構造を一次元の配列要素とし、重み関数をキーとする因子要素としての表層感性データ構造を構築した。表層感性データ構造は、「この個体は、この点においてこのような性質をもっている」と記述できる構造体である。実際の行動(評価)は、外部刺激が表層感性データ構造に与える結果として表現される。外部刺激とは課題、環境、コミュニケーションの協調・障害などを想定している。このように、ある状態において外的な刺激によって個性を表現できるデータ構造とロボットへの簡易的な実装を研究してきた。

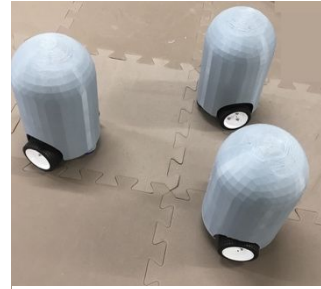


図1 試作したロボット

2. 研究の目的

本研究で深層感性データ構造のデータ要素の基盤となっているのは、申請者が従来から研究してきた感性パラメータ法が基礎になっている。ノンパルなアンケートによって得られたベクトル型の感性データは数値化され、被験者が対象に対してどのような感性的イメージをもっているかを記述できた。このように収集された感性データは集計され因子分析によって重み付けられた要因へカテゴリ化されるが、視覚と嗅覚のように異なる刺激についても同一のベクトル型感性データで対応できることがわかっている。また、このようなベクトル型の感性データをもちて個性を表現する方法については検討してきた(図2)。

本研究では、まず、個性的なロボットを実現するために深層感性データ構造を、異なった外部刺激による学習によって構築する手法について明らかにしたい。このために、異なった種類の刺激によって得られた深層感性データを結合する手法を明らかにする。

次に、異なった種類の外部刺激によって深層感性データ構造がアップデート(学習)される機構が働く場合、協調型ゲーム理論による協調行動を引き出すための刺激情報の与え方について検討したい。これまでの研究で、協調型ゲーム理論による協調行動においては、協調を引き出す刺激をフィードバックする必要があることが示唆されている。ロボット間のコミュニケーションを擬似刺激とすることで、情報の交換とともに深層感性データ構造の協調に対する学習が可能かどうかを検討した。

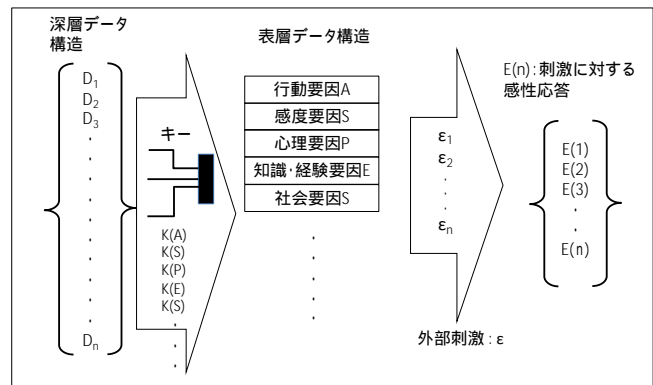


図2. 刺激に対する感性応答の生成モデル

3. 研究の方法

(1) 種々の刺激に対応する深層感性データ構造、表層感性データ構造の統合化

異なる感性応答をもつ刺激(人間でいえば味覚と聴覚のような)による深層感性データ構造は、別々の要素では、相互関係が表現できない(例えば、日本そばと民謡のような)。感性応答が本来異なる刺激に対して同じ深層感性データ構造があれば、個性をより具体的に表現できる。複数の刺激から統一化された感性データ構造を構築するためのアルゴリズムを演繹的手法で構築する。

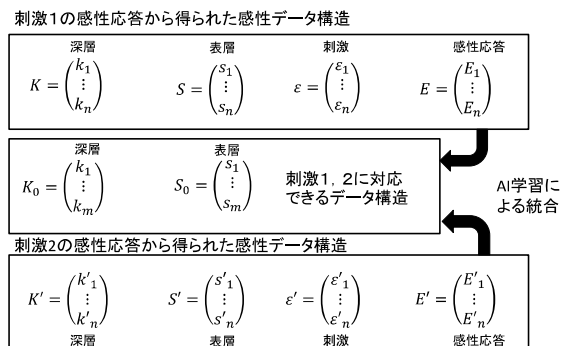


図3. データ構造の統合

(2) 個体間相互認識のプロトコルの最適化

群ロボットとして動作する場合、個々のロボットには個性があるので、相互に隣接するロボット間でお互いを認識する必要がある。個々のロボットの個性を決定しているのは深層感性データ構造であるが、これをそのまま隣接するロボットに渡しても意味がないので、認識のための仮想刺激を相手に送り、その応答を繰り返すことで認識していく(図4)。このようにすると、少ないデータ量で近接する複数のロボットについて必要な内容の認識を獲得することができる。ここで、協調型ゲーム理論における協調性のフィードバックを実現するために、感性応答を得た後に評価を返すようにする。つぎに、仮想刺激の生成、評価の生成および認識データの処理を含めた相互コミュニケーションの最適化について検討した。

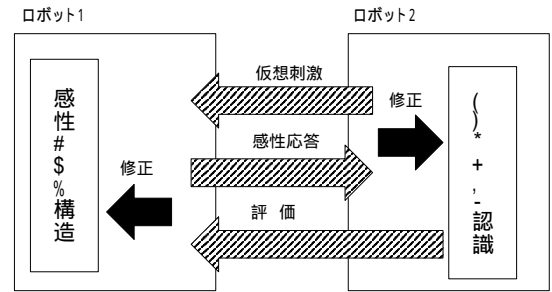


図4. コミュニケーションによる相互認識

(3) 実機への搭載による検証

深層感性データ構造の構築および相互コミュニケーションのプロトコルが最適化されたら、実機を作成して実際の検証を行った。位置検出の方法およびロボット間相互認識の方法は、これまでの研究で完成しつつあるので、データ構造を個々のロボットに搭載して運用を試みた。さらに相互位置情報、個体認識の精度をあげた実機の改良を進めた。

4. 研究成果

本研究では実際に小型群ロボットである Kilobot に個性データを組み込んで行動観察を行なった。

実験内容は、図5において手前3体のロボットを動かし、対面にある静止しているロボットまで運動を行い、距離が半径60mmに近付いた際に停止するまでの行動を観察する実験である。

実験に用いる動的個体には、通常の運動だけを一齐に行う基本パターンと、各個体に個性を付加させ、その個性の組み合わせにより行動が変化する個性付加のパターンを用意した。

個性付加は、「協調性」と「行動力」の二つの表層感性データを想定した。二つの要素は数値化され、事前に協調性、行動力共に0か1の数値を個体毎に割り振っている。この数値を持ち合わせたロボットは、他のロボットと通信を介した際、互いの数値の相違により、互いの行動を決定するようにした。

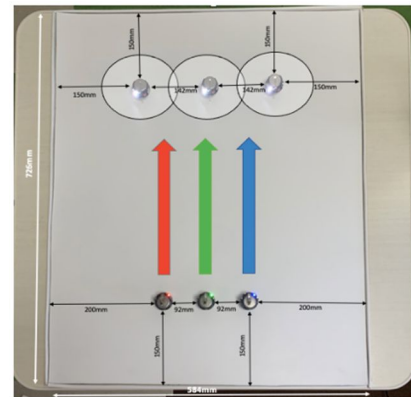


図5 ロボット移動フィールド

通信可能距離に他のロボットがない場合には、自身の行動パターンで行動する。さらに、協調性と行動力の組み合わせは4パターン(協調性, 行動力) = $A(0,0)$, $B(0,1)$, $C(1,0)$, $D(1,1)$ であるため、それぞれ異なる4体のロボットを用意した。実験に使用するのは各回3体である。さらに、使用するロボット3体の組み合わせを加え、(左, 中央, 右) = $\{A,B,C\}$, $\{A,B,D\}$, $\{B,C,D\}$, $\{B,A,C\}$, $\{B,A,D\}$, $\{C,B,D\}$ の計6パターンを抜粋して、基本パターンと同様に実験を各10回行なった。実験の際、正面の静止個体まで動的個体が辿りつかない場合も想定されるので、実験は3000msを経過した際は、それまでの結果を記録とした。

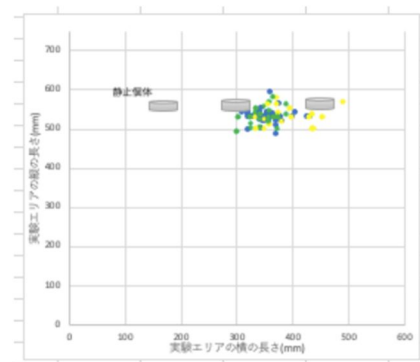


図6 (B,C,D)での行動結果

実験結果として、3体の個性データが全て異なる場合に、結果として協調的な動作をすることが確認された。群ロボットへの感性情報搭載へむけたモデル構築と実機による実験を試みた結果、感性的な個性を有する個体からなる群ロボットにおいて協調行動を実現しやすいことが示唆された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 堀江 志織、柏崎 尚也
2. 発表標題 機械学習による感性評価結果に基づいたデータの生成とマーケティングへの応用に関する研究
3. 学会等名 第17回日本感性工学会春季大会
4. 発表年 2021年～2022年

1. 発表者名 矢野 正汰、柏崎 尚也
2. 発表標題 個性を付加した群ロボットの行動特性に関する研究
3. 学会等名 第17回日本感性工学会春季大会
4. 発表年 2021年～2022年

1. 発表者名 堀江 志織、柏崎 尚也
2. 発表標題 機械学習による感性評価結果に基づいたデータの生成とマーケティングへの応用に関する研究
3. 学会等名 第23回日本感性工学会大会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------