

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 8 日現在

機関番号：12608
研究種目：挑戦的萌芽研究
研究期間：2013～2014
課題番号：25540107
研究課題名(和文) マルチエージェントによるファジィ雰囲気場の提案

研究課題名(英文) Proposal of Multi-Agent Fuzzy Atmosfield

研究代表者

廣田 薫 (Hirota, Kaoru)

東京工業大学・総合理工学研究科(研究院)・教授

研究者番号：50130943

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：ソフトコンピューティングの観点からファジィ雰囲気場理論を構築し、ロボット人間集団が「さりげないコミュニケーション」を行う様子を実施検証した。

初年度に、ファジィ雰囲気場理論の構築を行い、眼球ロボットや各種情報入力装置5セットをインターネット接続して実験環境を整備した。

2年目の最終年度には、初年度に構築した実験環境の下で、提案したファジィ雰囲気場理論を適用し、一般家庭のリビングルームの設定で、5台の眼球ロボットとホストとゲスト2名および飛び入り1名の計4名の人間が、「さりげないコミュニケーション」を行う様子を実演し、それらの結果を国際会議全体講演やジャーナル論文に発表した。

研究成果の概要(英文)：A concept of "fuzzy atmosfield" is formalized and it is applied to an experiment on casual communication among robots and humans.

In the first year, the theory of "fuzzy atmosfield" is proposed and finalized, and experimental environment is prepared by connecting five eye-robots with various sensors to internet.

In the second and the last year, experiments are demonstrated by using the experimental environment prepared in the first year in the scenario of casual communication among five eye-robots and four humans in general living room setting. The results were presented in a few international conference plenary talks and are published as a few journal papers.

研究分野：計算知能(Computational Intelligence)

キーワード：ファジィ理論 あいまいと感性 ロボット

1. 研究開始当初の背景

ロボットに関する従来型研究開発では、種々のロボットを単独で、あるいは数台程度の協調動作で、さらには人間とロボットのインタラクションについても(例えばアミューズメントロボットや介護ロボットの例に見るように)基本的には1対1で行うことが中心であった。本研究では、多数対多数のロボット・人間集団(多数エージェント)のコミュニケーションを目指しており、人間側からは、相手が機械である事を意識することなく自然な形で行うことを目指している。それを、研究代表者のグループでは、「さりげないコミュニケーション」と称して、自然な形でロボット人間集団が相互にコミュニケーションを行うことを提唱している。相互コミュニケーションの手法としては、Webカメラ・マイクロホンとスピーカ・3次元加速度センサを用いて、視覚・聴覚・触覚情報の処理、特にマルチメディア認識処理技術を利用する。さらに、多数のロボット同士の意思疎通のために、インターネット接続を利用する。いろいろな仕様のロボットを、初心者でも容易にネット接続が出来るようにという目的で、RTM(Robot Technology Middleware)が、産総研によって開発されており、研究代表者のグループでは、2005年度からRTMを利用して5台の眼球ロボットを接続することに成功し、インターネット特有の時間遅れが実用的に数秒程度(最長でも十数秒程度)で対応できること(それを研究代表者グループは準実時間処理可能と称している)を確認している。以上を要するに、本研究の新規性として、多数のロボットと人間で構成される集団社会における「さりげないコミュニケーション」の実現、その要素技術として視覚・聴覚・触覚マルチメディア認識、RTMによる準実時間情報処理を挙げることができる。

2. 研究の目的

数十以上の多数のエージェント(ロボットや人間)が、直接、或いはインターネット接続された状態で、コミュニケーション(情報交換)を行う場/社会を想定する。その場/社会での円滑な情報交換を実現するためには、個々のエージェントの感情推移と共に、「その場の雰囲気」の時間的推移をとらえることが重要であり、それを表現するための理論をソフトコンピューティングの観点から、新たに「ファジィ雰囲気」理論を提案し、その可視化手法を開発すると共に、具体例としてロボット5台と人間4人の集団がホームパーティを楽しむというシナリオで実施検証実験も行う。付帯技術として、インターネットにおけるファジィ割り込みやマルチモーダル雰囲気推定法も提案する。

3. 研究の方法

研究代表者のグループは、古くは平成17年~19年度に行ったNEDO「次世代ロボット

共通基盤開発プロジェクト」その後平成20年~22年度科研(B)「マスコットロボット」の研究に参画し、ロボット用音声認識モジュールの開発実証実験およびRTM(Robot Technology Middleware)を用いて複数眼球ロボットをインターネット接続の研究を行い、人間からは音声で、ロボットからは感情を眼球の動作で表現して、相互にさりげないコミュニケーションを行う事に成功した。但しここでは、音声認識が中心、RTMもLinux上での運用というプロジェクト上の制約があった。本研究では、その成果を基にソフトコンピューティングの観点から、革新的な理論展開を行う。特に、ファジィ雰囲気理論を提案し、音声以外の視覚・感覚情報も融合してロボット人間集団が「さりげないコミュニケーション」を行う様子を実施検証する。以下で年度ごとの実施項目を述べる。

平成25年度:(1)(単語レベルの不特定話者)音声認識機能・音声発話機能・(人の身振りなどの)画像と3次元加速度センサによるマルチモーダル・ジェスチャ認識機能・プラグイン方式での容易なインターネット接続機能、を持つ眼球ロボットを、5セット整備する。

(2)5台のロボットをRTM(Robot Technology Middleware)により、インターネット接続する。ここでは、いわゆるプラグイン方式で、個々のロボットのスペックなどを知らない人でも容易に接続できることを目指す。NEDOプロジェクトでのLinux上での接続実績を基に、本研究ではWindows上での接続を目指すことにより、汎用的に使えるようにする。

(3)人間に近い感情をロボットで表現するために、快覚醒感情空間の概念を整備し、ファジィ推論を用いてロボットに種々の感情を眼球の動作で表現することにNEDO及び科研(B)プロジェクトでは成功している。本研究では個々のロボットの感情のみならず、人間・ロボット集団が作り出す場の雰囲気を表現するために、「ファジィ雰囲気」の理論を提案しつつあり、初年度の理論研究の成果として、その概念を完成し、学会・論文発表を行う。

平成26年度:(1)25年度に完成した5台のロボットをインターネット接続し、人間からは音声や身振りで、ロボットからは発話音声や眼球動作で相互に意思疎通が出来るようにする。5台のロボットはそれぞれ、TV・ゲーム・情報端末・カクテルバー・移動機能を持たせるようにし、家庭のリビングルームで、ホスト・ゲスト2名・飛び入りゲスト1名の計4名の人間達とホームパーティを楽しむシナリオを演出する。ここでは、その場の雰囲気をとらえ、それを動作感情に反映させて、ロボット達と人間達がお互いにさりげなく情報伝達(さりげないコミュニケーション)が出来るようにする。そのために、ファジィ雰囲気理論を整備する。このこと

は、インターネット接続の多数のロボットとそれを利用する多数の人間の情報交換の今後のあり方を示唆するものである。

(2) ホームパーティのシナリオを約 10 分程度の寸劇として上演し、その結果を DVD で編集して、各方面でデモンストレーションを行い、本研究成果の評価を行う。その結果も含めて、学会・研究会・論文誌および研究室ホームページなどで発表し、研究成果の発進を世界に向けて行う。

4. 研究成果

本研究は、数十以上の多数のエージェント(ロボットや人間)が、直接あるいはインターネット接続された状態で、コミュニケーション(情報交換)を行う場/社会を想定している。その場/社会での円滑な情報交換を実現するためには、このエージェントの感情推移と共に、「その場の雰囲気」の時間的推移を捉えることが重要と考え、それを表現するための理論として、ソフトコンピューティングの観点から、新たに{ファジィ雰囲気場}理論を提案し、その可視化手法を開発するとともに、具体例として、ロボット 5 台と人間 4 人の集団がホームパーティを楽しむというシナリオで実施検証実験も行った。付帯技術として、インターネットにおけるファジィ割り込みやマルチモーダル雰囲気推定法も提案した。

得られた結果は、いくつかの国際会議の全体講演や招待講演、いくつかのジャーナル論文などで発表した。また、研究代表者のホームページで公開したが、研究代表者が、2015 年 3 月で定年退職をしてホームページ農園エィができなくなったため、現在はホームページは閉鎖している。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 6 件、すべて査読有り)

(1) Lue-Feng Chen, Zen-Tao Liu, Min Wu, Fangyan Dong, Kaoru Hirota: Multi Robot Behavior Adaptation to Humans' Interaction Using Information-Driven Fuzzy Friend-Q Learning, J. of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics, Vol.19, No.2, pp.173/184, 2015

(2) Lue-Feng Chen, Zen-Tao Liu, Min Wu, Fangyan Dong, Kaoru Hirota: Emotion-Age-Gender-Nationality Based Intention Understanding in Humans Robot Interaction Using Two-Layer Fuzzy Support Vector Regression, Int. J. of Social Robotics, Vol.12, No. 1, pp.1/22, 2015

(3) Jesus Adrian Garcia Sanchez, Kazuhiro Ohnishi, Atsushi Shibata, Fangyan Dong, Kaoru Hirota: Deep Level Emotion

Understanding Using Customized Knowledge for Human-Robot Communication, J. of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics, Vol. 19 No.1, pp91/99, 2015

(4) Kazuhiro Ohnishi, Fangyan Dong, Kaoru Hirota: Atmosphere Understanding for Humans Robots Interaction Based on SVR and Fuzzy Set, J. of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics, Vol.18, No.1, pp62/70, 2014

(5) Zhen-Tao Liu, Min Wu, Dan-Yun Li, Lue-Feng Chen, Fang-Yan Dong Youichi Yamazaki, Kaoru Hirota: Communication Atmosphere in Humans and Robots Interaction Based on the Concept of Fuzzy Atmosfield Generated by Emotional States of Human and Robots, J. of Automation Mobile Robotics & Intelligent Systems, Vol.7, No.2, pp.52/63, 2013

(6) Chang-Shing Lee, Met-Hui Wang, Meng-Jien Wu, Yuki Nakagawa, Hiroshi Tsuji, Youichi Yamazaki, Kaoru Hirota: Soft computing based Emotional Expression Mechanism for Game of Computer Go, J. of Soft Computing, Vol.17, No.7, pp1263/1282, 2013

[学会発表](計 7 件、すべて基調講演・全体講演・招待講演の口頭発表のみで、それぞれプログラムにタイトル・発表者名と略歴・要旨のみ記載)

(1) Kaoru Hirota: Visualization Method of Kansei Information based on Soft Computing Technology (Invited Talk), Joint 7th Int Conf. on Soft Computing and Intelligent Systems and 15th Int Symp on Advanced Intelligent Systems (SCIS&ISIS2014), Kitakyushu 北九州市国際会議場(福岡県、北九州市、小倉), Japan, 2014 年 12 月 6 日

(2) Kaoru Hirota: Visualization Method of Emotion, Atmosphere, and Kansei (Plenary Talk), 12th Int. Cont. on Humanoid Nanotechnology Information Technology Communication and Control Environment and Management (HNICEM2014), Palawan, Philippine, 2014 年 11 月 13 日

(3) Kaoru Hirota: Soft Computing and its Application to Humans-Robots Interaction, 2013 Int. Conf. of Soft Computing and Pattern Recognition (Invited Talk), Le Quy Don Technical Univ., Hanoi, ietnam, 2013 年 12 月 16 日

(4) Kaoru Hirota: Concept of Atmosfield

and its Visualization Method (Plenary Talk), 11th Int. Cont. on Humanoid Nanotechnology Information Technology Communication and Control Environment and Management (HNICEM2013), De La Salle Univ., Manila, Philippines, 2013年11月12日

(5) Kaoru Hirota: Computational Intelligence and its Application to Humans-Robots Interaction (Plenary Talk), 2013 Chinese Automation Congress (Invited Talk), Central South Univ, Changsha, China, 2013年11月7日

(6) Kaoru Hirota: Visualization Methods of Atmosfield and Kansei-Texture based on Fuzzy Sets (Plenary Talk), Symposium on Emergent Trends in Artificial Intelligence & Robots, Technical Univ of Kosice, Slovakia, 2013年9月15日

(7) Kaoru Hirota, Fangyan Dong: Fuzzy Visualization Method of Atmosfield and Kansei Tezxture (Key note speech), 2013 IFSA World Congress, Univ. of Alberta, Canada, 2013年6月26日

〔図書〕(計 1件)

(1) Kaoru Hirota, Fangyan Dong: Concept of Fuzzy Atmosfield and its Visualization, in "On Fuzziness, A Homage to Lotfi A. Zadeh Vol.1 (Studies in Fuzziness and Soft Computing Vol.216)" edited by Rudolf Seising, Enric Trillas, Claudio Moraga, Settimo Termini, pp.257/263, Springer, 2013

〔産業財産権〕

出願状況(計 0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計 0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

研究代表者が2015年3月に定年退職したためホームページの運営ができなくなりました。

6. 研究組織

(1) 研究代表者

廣田 薫(HITORA, Kaoru)

東京工業大学・総合理工学研究科・教授

研究者番号：50130943

(2) 研究分担者

董 芳艷(DONG, Fangyan)

東京工業大学・情報生命博士教育院・

特任准教授

研究者番号：30432024

(3) 連携研究者

なし ()

研究者番号：