

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 5月31日現在

機関番号：12608

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2009～2012

課題番号：21300080

研究課題名（和文） さりげないコミュニケーション可能なマスコットロボットシステム開発に関する研究

研究課題名（英文） Development of Mascot Robot System with Casual Communication Ability

研究代表者

廣田 薫 (HIROTA KAORU)

東京工業大学・大学院総合理工学研究科・教授 研究者番号：50130943

研究成果の概要（和文）：5体の眼球ロボットをRTM（Windows版）でインターネット接続をしたマスコットロボットシステムを構築、4人の人間と5体の眼球ロボットがホームパーティを楽しむというシナリオのもとで複数の人間・ロボットがさりげないコミュニケーションを実施する例として15分程度のデモビデオを作成、理論的にはファジィ雰囲気場の概念およびその可視化手法を提案してビデオに反映、成果を都合10件以上のジャーナル論文・国際会議招待講演などで発表。

研究成果の概要（英文）：A mascot robot system consisting of 5 eye-robots connected to internet by using RTM(Windows version) is constructed, a demonstration DVD entitled “enjoying home party by 4 humans and 5 robots” is created to show the realization of casual communication in humans-robots interaction, and more than 10 journal-papers/plenary-talks are published/done.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	4,500,000	1,350,000	5,850,000
2010年度	4,200,000	1,260,000	5,460,000
2011年度	2,800,000	840,000	3,640,000
2012年度	1,600,000	480,000	2,080,000
年度			0
総計	13,100,000	3,930,000	17,030,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・感性情報学・ソフトコンピューティング

キーワード：感性ロボティクス ファジィシステム

1. 研究開始当初の背景

人間とロボットが共生する社会の実現という観点から、インターネット接続の複数ロボットと複数人間観の実用的側面が注目されている。申請者らは平成17年度から19年度におけるNEDOの研究開発プロジェクト「次世代ロボット共通基盤開発プロジェクト」に参加し、「音声認識用デバイス及びモジュールの開発（音声認識モジュールの実証を目的としたWeb情報検索との連携によるマスコットロボットシステムの研究開発）」を担当した。そして本研究では、それを更に発展させて、眼の動きによる感情表現が可能な眼球ロボットを作成し、これらを用いて家庭環境において人間と音声と眼球動作表情による「さりげないコミュニケーション」を図ることのできるマスコットロボットシステムを開発・完成する。この開発研究により、人間に対し感性表現を行うことでユーザに対して有効に情報提示を行う仕組みを、家庭という環境下で実現することができ、さらにオフィスや工場など別環境への多くの展開を期待している。

2. 研究の目的

申請者等が提案した感情表現により効果的な情報提示が可能となったが、ユーザの認知はそれによりどの点がどの程度向上したのか、そして特定の認知側面を向上させるような感情設計はどのように設計すべきであるか、という課題が発生する。そして、複数ロボットと複数人間が感性的な情報交換をいかに行うか、そのためにはロボット用の音声・画像認識技術の開発と共に、複数のロボットを誰でも容易にインターネット接続することができる技術開発も重要になる。これらの課題を体系的に扱うには、コミュニケーションにおける感性と認知との相互作用について、その非線形性やあいまいさを考慮し

て取り扱う必要がある。つまり、ロボットによる感性表現と、それによる人間であるユーザの認知への影響を、計算知能における数学的手法を駆使して解析することが必要であり、その観点からの新たな雰囲気場理論構築および複数人間・ロボットによるさりげないコミュニケーション実証実験を行う。

3. 研究の方法

本研究は4年計画で以下の技術開発を順次行っている。初年度（平成21年）には、機材一式の研究インフラを整備構築するとともに、感性表現の可能なロボットシステムハードウェアを設計製作し、これら一通りの設備を用いた実験を行い、実験ノウハウを確立している。第2年目には、被験者を用いた大規模な実験を行い、感性と認知との相互作用に関するデータを取得している。そして第3年目には、感性を客観的にかつ定量的に計測する技術をファジィ雰囲気場理論としてまとめ(図1-2)、計算知能の方法論を活用して、この関係を人間の非線形性やあいまいさを考慮してモデル化している。そして最終年度の第4年目には、緊急対処等の緊張を強いられる状態での別の環境において、感性表現とそれによる認知向上、そしてその感性・認知の計測とそのフィードバックという技術の研究を行い、実証実験として15分程度のデモンストレーションDVDを作成している。

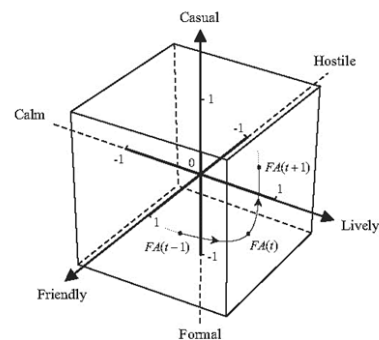


図1 ファジィ雰囲気場

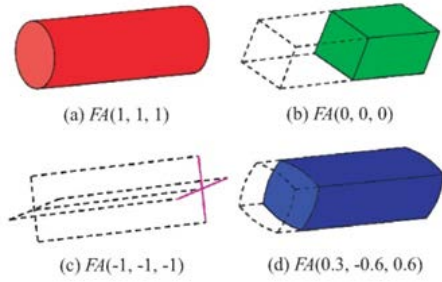


図2 雰囲気可視化

4. 研究成果

複数の人間とロボットによるさりげないコミュニケーションを実現するために必要な、ファジィ雰囲気場の理論を提案し、その可視化手法も開発している。その成果をわかりやすく提示するために、4人の人間と5体の眼球ロボットがホームパーティを楽しむというシナリオのもとで、15分ほどのデモンストレーションDVDを作成している(図3-4)。これらの成果を都合30件以上のジャーナル論文・国際会議招待講演などで発表している。

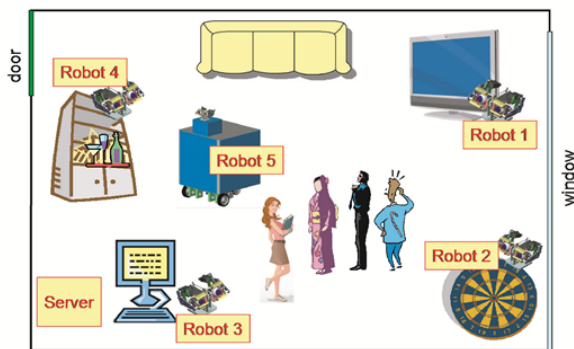


図3 「ホームパーティを楽しむ」シナリオ設定



(a) $FA(0.1, 0.2, -0.3)$



(b) $FA(0.5, 0.6, 0.3)$



(c) $FA(0.3, 0.5, 0.3)$

図4 「ホームパーティを楽しむ」のいくつかのシーン

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7件)

- ① Chang-Shing Lee, Met-Hui Wang, Meng-Jhen Wu, Yuki Nakagawa, Hiroshi Tsuji, Yoichi Yamazaki, Kaoru Hirota: Soft-Computing-based Emotional Expression Mechanism for Game of Computer Go, J. of Soft Computing, DOI: 10.1007/s00500-012-0963-9, 2013 査読有
- ② Yongkang Tang, Hai An Vu, Phuc Q. Le, Daisuke Masano, Oo Han Thet, Chastine Fatichah, Zhentao Liu, Masashi Yamaguchi, Martin Leonard Tangel, Fangyan Dong, Yoichi Yamazaki, Kaoru Hirota: Multimodal Gesture Recognition for Mascot Robot System Based on Choquet Integral Using Camera and 3D Accelerometers Fusion, J. of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics, Vol.15, No.5, pp.563-572, 2011/7 査読有
- ③ Hai An Vu, Fangyan Dong, Kaoru Hirota: RTM(Robot Technology Middleware) Based Dynamic Interrupt System for Communication Between Humans and Robots, J. of Advanced Computational Intelligence and Intelligent

Informatics, Vol.15, No.5, pp.506-514, 2011/7 査読有

- ④ Peter S.Kormushev, Kohei Nomoto, Fangyan Dong, Kaoru Hirota: Eligibility Propagation to Speed up Time Hopping for Reinforcement Learning, J. of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics, Vol.13, No.6, pp.600/607, 2009/11 査読有

[学会発表] (計 3 1 件)

- ① Lue-Feng Chen, Zhen-Tao Liu, Fang-Yan Dong, Yoichi Yamazaki, Min Wu, Kaoru Hirota: Multi-Robot Behavior Adaptation to Communication Atmosphere in Humans-Robots Interaction Using Fuzzy Production Rule Based Frient-Q Learning, International Symposium on Soft Computing sponsored by ASPIRE League, (Tokyo Institute of Technology, Japan), GS3-3, 2012/11/8
- ② Z.-T. Liu, Z. Mu, L.-F. Chen, P. Q. Le, C. Fatichah, Y.-K. Tang, M. L. Tangel, F. Yan, K. Ohnishi, M. Yamaguchi, Y. Adachi, J.-J. Lu, T.-Y. Li, Y. Yamazaki, F.-Y. Dong, K. Hirota: Emotion Recognition of Violin Music based on Strings Music Theory for Mascot Robot System, 9th International Conference on Informatics in Control, Automation and Robotics (ICINCO 2012), (Rome, Italy), pp.5/14, 2012/7/29
- ③ Hai An Vu, Yoichi Yamazaki, Fangyan Dong, Kaoru Hirota: Emotion Recognition based on Human Gesture and Speech Information using RT Middleware, 2011 IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE2011), (Taipei, Taiwan), pp.787/791, 2011/6/28
- ④ K. Hirota, H. A. Vu, P. Q. Le, C. Fatichah, Z. Liu, Y. Tang, M. L. Tangel, Z. Mu, B. Sun, F. Yan, D. Masano, O. Thet, M. Yamaguchi, F. Dong, Y. Yamazaki: Multimodal Gesture Recognition Based on Choquet Integral, 2011 IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE2011), (Taipei, Taiwan), pp.772/776, 2011/6/28
- ⑤ Zhentao Liu, Fangyan Dong, Yoichi Yamazaki, Kaoru Hirota: Proposal of Fuzzy Atmosfield for Mood Expression of Human-Robot Communication, 20th

Intelligent System Symposium Fuzzy AI Neural network Applications Technologies (iFAN2010), (Tokyo Metropolitan Univ., Japan), S1-8-3 Paper number 535, 2010/9/25

- ⑥ Y. Yamazaki, H. A. Vu, P. Q. Le, Z. Liu, C. Fatichah, M. Dai, H. Oikawa, D. Masano, O. Thet, Y. Tang, N. Nagashima, M. L. Tangel, F. Dong, K. Hirota: Gesture Recognition Using Combination of Acceleration Sensor and Images for Casual Communication between Robots and Humans, IEEE World Congress on Computational Intelligence (WCCI2010 CEC IEEE), (Barcelona, Spain), pp.2711/2717, 2010/7/18
- ⑦ Yoichi Yamazaki, Yuta Masuda, Yutaka Hatakeyama, Fangyan Dong, Kaoru Hirota: Interpersonal Motions for Mobile Eye Robot and its Mentality Expression, Int. Workshop on Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics (IWACIII2009), (O-okayama, Japan), CD proceedings PA-7, 2009/11/7
- ⑧ Kaoru Hirota, Fangyan Dong: Casual Communication in Mascot Robot System (invited talk), 10th Int. Symp. on Advanced Intelligent Systems (ISIS2009), (Busan, Korea), pp.41/43, 2009/8/18

[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, Springer, pp.257/263, 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：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等
<http://hrt.dis.titech.ac.jp>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

廣田 薫 (HIROTA KAORU)
東京工業大学・大学院総合理工学研究科・
教授
研究者番号：50130943

(2) 研究分担者

董 芳艷 (FANGYAN DONG)
東京工業大学・総合理工学研究科（研究
院）・助教
研究者番号：30432024

(3) 連携研究者

(なし)