

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	人間 - ロボット相互干渉における深層環境情報へのマルチロボット行動適応
Title(English)	Multi-Robot Behavior Adaptation to Deep Level Environmental Information in Humans-Robots Interaction
著者(和文)	陳略峰
Author(English)	Chen Luefeng
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第9873号, 授与年月日:2015年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:廣田 薫,柴田 崇徳,室伏 俊明,長谷川 修,小野 功
Citation(English)	Degree; Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9873号, Conferred date:2015/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻： 知能システム科学 専攻
Department of
学生氏名： Chen Luefeng
Student's Name

申請学位(専攻分野)： 博士 (Engineering)
Academic Degree Requested Doctor of
指導教員(主)： 廣田 薫 教授
Academic Advisor(main)
指導教員(副)：
Academic Advisor(sub)

要旨(和文 2000 字程度)
Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters)

本論文は「Multi-Robot Behavior Adaptation to Deep Level Environmental Information in Humans-Robots Interaction (人間 - ロボット相互干渉における深層環境情報へのマルチロボット行動適応)」と題し、英文 7 章から成る。

Chapter 1 「Introduction」では、人間 - ロボット間における円滑な相互干渉において、深層環境情報に基づくマルチロボット行動適応が重要であることを述べたあとで、各章の構成に言及する。

Chapter 2 「Acquisition of Deep Level Environmental Information」では、人間の感情、コミュニケーション時の雰囲気、人間の意図を含んだ深層環境情報の取得手法の重要性について述べた上で、two-layer fuzzy support vector regression (TLFSVR) に基づいた意図理解モデルを提案する。提案手法では、重み付きファジィ推論を用いた顔表情と音声からの感情を推定し、その状態を Affinity-pleasure-arousal (APA) 空間で表わし、それぞれの感情を基にコミュニケーション時の雰囲気をファジィ雰囲気場で表現する。

Chapter 3 「Adapting Multi-Robot Behavior to Communication Atmosphere」では、人間 - ロボット間におけるコミュニケーション時の雰囲気に適したロボットの行動適応を実現するため、fuzzy production rule based friend-Q learning (FPRFQ) に基づいた行動適応メカニズムを提案する。提案メカニズムを用いることで、ロボットの応答時間が低減され、円滑な人間 - ロボット相互干渉が実現できることを示唆する。シミュレーション実験において、コミュニケーション中の雰囲気をロボットが置かれている環境と定義する。未知の雰囲気に対し、FPRFQ を用いることで、friend-Q learning に対して 1/2、および independent learning に対して 1/6 の計算時間でロボットが応答できることを確認する。また、既知／未知が混合した雰囲気下では、FPRFQ を用いることで、friend-Q learning に対して 1/2、および independent learning に対して 1/12 の計算時間でロボットが応答できることを確認する。

Chapter 4 「Multi-Robot Behavior Adaptation to Local and Global Communication Atmosphere」では、人間 - ロボット相互干渉における局所的なコミュニケーションの雰囲気に着目し、その雰囲気の調和が重要であることを述べた上で、cooperative-neutral-competitive fuzzy-Q learning (CNCFG) に基づいたマルチロボット行動適応メカニズムを提案する。さらに、二層(局所的融合層と全体的融

合層) のファジィ融合モデルを用いてコミュニケーション時の雰囲気表現し、shape-color-fill-wave の図形表現による可視化手法を提案する。提案メカニズムを用いることで、局所的な雰囲気と全体的な雰囲気の共存する環境において、ロボットの応答時間が低減され、円滑な人間 - ロボット相互干渉の実現が可能になることを示す。応答時間に基づく比較検証実験では、CNCFG を用いることで、FPRFQ に対して 1/3、および friend-Q learning に対して 1/6 の計算時間でロボットが応答できることを確認する。また、shape-color-fill-wave モデルの表現精度は、アンケート調査により、それぞれ 86% (shape)、77% (color)、65% (fill)、92% (wave) となることを示し、その有効性を確認する。

Chapter 5 「Intention Understanding by Using Emotion-Age-Gender-Nationality Information」では、two-layer fuzzy support vector regression (TLFSVR) に基づいた意図理解モデルを提案する。ファジィ c-means 法で入力データを分類し、SVR を用いて感情と識別情報 (年齢、性別、国籍) から個人の意図を推定する。提案の意図理解モデルを用いることで、個人の感情に基づいた意図理解が可能になるとする。TLFSVR におけるクラスタ数の変化による意図理解精度の検証実験では、クラスタ数を 2 (性別)、3 (年齢)、6 (国籍) として、それぞれの精度が 70%、72%、80% となることを確認する。

Chapter 6 「Multi-Robot Behavior Adaptation to Humans' Intention」では、人間の意図を対象にしたマルチロボット行動適応メカニズムを提案する。最適な行動選択方針は information-driven fuzzy friend-Q learning (IDFFQ) により生成される。提案メカニズムを用いることにより、ロボットは人間の意図を理解し、その意図に適応することが可能になるとする。バーのシナリオを用いた比較検証実験では、TLFSVR による注文意図理解の精度が 86% である事を示す。IDFFQ を用いることで、FPRFQ に対して 1/4 の計算時間でロボットが応答できることを確認する。

Chapter 7 「Conclusion」では本論文で提案している深層環境情報へのマルチロボット行動適応の概要を総括し、さらに、これらの手法がビジネスのコミュニケーション雰囲気や顧客の意図理解に応用できることを示唆する。

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note : Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1 copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ (T2R2) にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻： 知能システム科学 専攻
Department of
学生氏名： Chen Luefeng
Student's Name

申請学位(専攻分野)： 博士 (Engineering)
Academic Degree Requested Doctor of
指導教員(主)： 廣田 薫 教授
Academic Advisor(main)
指導教員(副)：
Academic Advisor(sub)

要旨(英文 300 語程度)
Thesis Summary (approx.300 English Words)

The thesis is entitled “Multi-Robot Behavior Adaptation to Deep Level Environmental Information in Humans-Robots Interaction” and it is organized in 7 chapters. It starts with Chapter 1, which is the background of deep level environmental information and multi-robot behavior adaptation, as well as the problem setting. In Chapter 2, acquisition of deep level environmental information is introduced, moreover, emotion recognition by facial expression and speech, Fuzzy Atmosfield (FA) for representing the communication atmosphere based on individual emotion, and intention understanding model for deeply comprehending human inner thoughts using individual emotion are introduced. A behavior adaptation mechanism in humans-robots interaction is proposed to adjust robots' behavior to the communication atmosphere in Chapter 3, where fuzzy production rule based friend-Q learning (FPRFQ) is introduced. For coordinating different local communication atmospheres in humans-robots interaction, multi-robot behavior adaptation mechanism based on cooperative-neutral-competitive fuzzy-Q learning (CNCFQ) is proposed in Chapter 4, in which the communication atmosphere is represented by a two-layer fuzzy fusion model and is visualized by shape-color-fill-wave graphics. In Chapter 5, an intention understanding model based on two-layer fuzzy support vector regression (TLFSVR) is proposed in humans-robots interaction, where fuzzy c-means clustering is used to classify the input data, and intention understanding is mainly obtained by emotion, with identification information such as age, gender, and nationality. In Chapter 6, multi-robot behavior adaptation mechanism to human intention is proposed in humans-robots interaction, where the information-driven fuzzy friend-Q learning (IDFFQ) is used to generate an optimal behavior selection policy, and intention understanding is done mainly based on human emotions. In Chapter 7, the proposals and related works in the thesis are summarized. Furthermore, new applications and extensions are discussed for the future work.

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).