

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 24 年 6 月 15 日現在

機関番号：32629

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21500147

研究課題名（和文） 会話エージェントの異文化適応に関する研究

研究課題名（英文） Cultural Adaptation in Conversational Agents

研究代表者

中野 有紀子（NAKANO YUKIKO）

成蹊大学・理工学部・准教授

研究者番号：40422505

研究成果の概要（和文）：本研究では、非言語コミュニケーションにおける社会・文化的な要因を工学的アプローチにより定量的にモデル化し、異文化コミュニケーションの支援を行うことを目的とする。非言語行動の分析・モデル化では、日独の文化差や社会的立場の違いによって、また合意形成という特定の目的を持つ会話を行う場合において、頻出する姿勢や頷きの行動が異なることを明らかにし、これを予測するモデルを作成した。さらに、Kinect を用いた姿勢認識システムの実装を行った。国際プロジェクトへの参加や国際会議でのセッション企画を行い、海外の研究者との交流を積極的に行った。

研究成果の概要（英文）：This project aims at establishing a quantitative model for socio-cultural factors in nonverbal behaviors, and applying it to support cross-cultural communication. In analysis and modeling nonverbal behaviors, we investigated how postures and head nods are different depending on culture, social relationship, and the purpose of conversation such as negotiation, and established a model for predicting these behaviors. Moreover, we built a posture recognition system using a Kinect sensor. We actively promoted international activities by joining an international project and organizing a session in international conferences.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009 年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2010 年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2011 年度	1,100,000	330,000	1,430,000
年度			
年度			
総計	3,300,000	990,000	4,290,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・知能情報学

キーワード：異文化コミュニケーション，会話エージェント，多言語，HCI

1. 研究開始当初の背景

対面会話における適切な振舞い方（身ぶり、手ぶり、ジェスチャ）が社会や文化によって異なることは、外国人とのコミュニケーションの経験がある人ならだれもが感じたこと

があるはずである。実際、社会学や心理学においても、社会・文化によるコミュニケーションスタイルの違いについて多くの研究がなされている。Hofstede(2001)の著書では、社会的距離の重要性、個人主義的-集団主義

的等の5つの次元が提案されており、各次元の値を用いたプロファイリングによる、社会・文化の合成的定義が提案されている。

一方、我々は、音声合成とキャラクターアニメーションを統合し、ジェスチャ、姿勢、表情等の人間と同様の身体的表現を用いて人とコミュニケーションできる「会話エージェント」の研究に従事してきた。

しかし、会話エージェントの研究分野では、コミュニケーションの社会・文化的要因に基づき、会話エージェントの行動決定を行う方法については、これまでほとんど研究されていない。特に欧州では、EUの統合により文化の異なる人々の交流が多くなったことを受け、異文化コミュニケーション研究への関心は高まっており、文化の異なる人々間のコミュニケーションを支援するために、工学的なアプローチからの研究が求められている。以上のような状況の中、社会学と会話エージェント研究とを融合する取り組みが必要であると考えるに至った。

2. 研究の目的

社会・文化的背景の違いによるコミュニケーションギャップは、国際化した社会において大きな問題となる。本研究では、日独の共同研究を基盤に、コミュニケーションにおける社会・文化的な要因を工学的アプローチにより定量的にモデル化し、会話エージェントシステムとして実装することを目的とする。具体的には、以下の目標を達成することを目指す。

(1) 社会・文化的特徴と非言語行動を関連づけるモデルの確立

Hofstedeをはじめ、社会学や心理学の研究から得られる知見に基づき、社会・文化特徴パラメータを選定すると同時に、これらの要因と相関のある言語・非言語行動特徴パラメータを定義し、社会・文化特徴パラメータと非言語行動特徴パラメータとの関連を調べる。

(2) コミュニケーション体験システムプロトタイプの開発

上記(1)のモデルを実装し、文化に応じて、適切なタイミングで適切なジェスチャ、姿勢を選択する非言語行動決定機構を構築する。

(3) 日独共同評価実験の実施

上記(2)で構築したシステムの評価を、ドイツ語を学ぶ日本人ユーザと日本語を学ぶドイツ人ユーザを被験者として日独共同で実施する。

(4) 複数言語・文化へのモデルの適用

日本とドイツ以外の文化についても本研究のアプローチが有用であることを検証するために、日独以外の国との共同研究を進める。

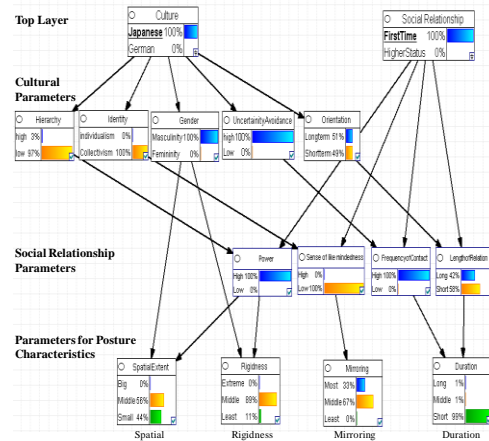


図1：文化・社会的関係を考慮した姿勢予測モデル

(5) マルチモーダルコーパス収集・整備方法の確立

本研究で確立したコーパスを、他の研究機関でも利用できるように、音声の書き起こし、非言語行動のアノテーション等を完了させ、配布可能なマルチモーダルコーパスを完成させる。

3. 研究の方法

本研究では、日独で対照可能なマルチモーダルコーパス (Cube-G コーパス) の整備を進めながら、様々な非言語行動の日独比較を行うとともに、分析結果に基づきモデル化を行う。また、ドイツ以外の国との行動研究を通して、モデルの汎用性を検証する。

4. 研究成果

(1) 非言語行動の規定因としての社会的関係と文化的要因

① 会話時の姿勢の分析

文化的要因に加え、社会的関係も非言語行動に影響すると考え、会話時の姿勢において両要因の影響を分析した。まず、初めて出会う対等の立場の人同士の会話と、彼らの課題遂行結果を評価する立場の人との会話において、頻出する姿勢を比較した。その結果、後者の状況において、姿勢変化の頻度が減少し、より小さく、かたく緊張した姿勢が頻出することが明らかになり、社会的関係によって、姿勢の出現特徴が異なることがわかった。

② ベイジアンネットワークによるモデル化

さらに、文化的要因と社会的関係の2つの要因から会話参加者の姿勢を規定するパラメータとして、姿勢の継続長、大きさ、硬さ、ミラーリングの有無を予測するベイジアンネットワークモデルを構築した。本モデルは、Hofstede による5つの文化的要因に加え、社

会心理学研究から得られた知見により，Power，Sense of like mindedness, Frequency of contact，Length of relation の4つを社会的関係の特徴づけるパラメータとして採用した。図1に構築したベイジアンネットワークモデルを示す。予備的な評価の結果，このモデルにより，国（日本，ドイツ）と社会的関係（対等な者同士の初対面の会話，目上の人との会話）との組み合わせによって，異なる姿勢が予測され，モデルの妥当性が確認された。この研究成果により，文化的要因のみを考慮していた従来のモデルよりも，多様な予測が可能になった。

(2) 日独の相槌行動の分析

CUBE-G コーパスに収録されている合意形成の対話(以下NEGO)，日独10組20人分を分析した。

① 非言語行動のアノテーション

分析対象となる笑顔，笑い，頷きのアノテーションを以下の定義に従って行った。

(a) 笑顔：口角が上がり始めた瞬間から口角が下がり始めた瞬間，または目元の筋肉が下がった瞬間

(b) 笑い：笑顔のうち，声を出して笑っているものと限定し，発声の始まりから終わり

(c) 頷き：頭の縦方向の上下動

頷きはその連続回数によって下位分類（スタイル）を設定した。

- (c-1) single：1度の動作で1度だけ頷く
- (c-2) double：1度の動作で2度頷く
- (c-3) repeated：1度の動作で3回以上頷く

② 合意形成対話における非言語行動の分析

笑顔の頻度は両国で大きく変わらないものの，会話時間全体に対する割合は，日本はドイツの1.5倍近く，日本人はドイツ人より1回あたりの笑顔の継続長が長いことがわかった。次に頷きの分析を行った。頷きの回数は，日本人の場合1対話につき平均13.4回，ドイツ人は6.8回となり，日本人の方が2倍程度頻度が高いことが分かった。

また各文化での頷きのスタイル毎の割合を図2に示す。各スタイルカテゴリについて，日独間での比率の差を検定したところ，singleでは $z = 1.909$, $p < 0.03$, repeatedについては $z = 1.79$, $p < 0.04$ で日独間に有意な差があることが示された。これより，日本人はsingleを，ドイツ人はrepeatedをより多く使用することが分かった。

以上の結果より，日本人は話を聞く際に，singleの頷きを用いてドイツ人よりも高頻

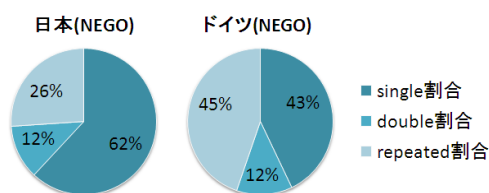


図2: NEGOにおける頷きの分布

度で，定期的に頷くことがわかった。これらの結果から，日本人は相手の話を聞く際に定期的に頷くことによって，より緊張緩和を図っていると考えられ，一方ドイツ人は本当に

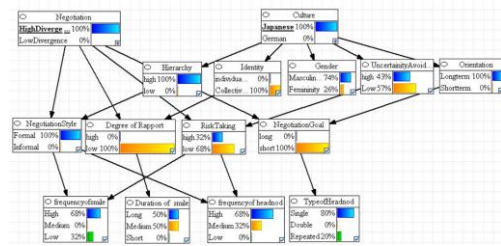


図3: 合意形成時の頷き行動を予測するベイジアンネットワークモデル

分かった時や同意する際に連続して頷くのではないかと考えられる。

③ 合意形成における頷き行動モデルの考案

以上で得た結果をもとにベイジアンネットワークによるモデル化を行った。予測のためのパラメータには，文化的要因としてホフステッドのモデルを使用し，合意形成のパラメータには心理学の研究より以下の4つを設定した。

- ・Negotiation style：どれだけ礼節があるか
 - ・Degree of rapport：親密度
 - ・Negotiation goal：合意形成の協定
 - ・Risk taking：会話のリスクの有無
- 以上のパラメータから，頷き行動を規定する以下のパラメータを予測した。
- ・頷きの頻度 (High, Medium, or Low)
 - ・頷きの継続長 (Long, Medium, or Short)
 - ・頷きの種類 (Single, Double, or Repeated)

図3に示すベイジアンネットワークモデルから，日本の予測値として頷きの頻度はHigh(68%)，頷きの種類はSingle(80%)という予測結果が得られた。一方，ドイツの場合，頷きの頻度はMedium(50%)，頷きの種類はRepeated(66%)という予測が得られた。

(3) Kinectによる姿勢認識システム

異文化コミュニケーションエージェントを実装するためには，ユーザの非言語行動を自動認識する技術が不可欠である。その一環として，Kinectセンサーにおける骨格情報と深度情報を統合することにより，機械学習の手法を用いて，日本人に特徴的な姿勢（顔を手におく，手を組む，手を後ろで組む等）5種類を精度よく認識する技術を開発した。

5種類の代表的な姿勢について，姿勢毎に決定木学習を用いて姿勢認識モデルを作成した。体の部位が重なる場合，Kinectの骨格情報が不正確であったため，本研究では，深

度情報を用いた特徴量を設定した。まず、深度情報を画像化し、人間部分の範囲を切り出した後、画像の大きさを統一する。次に、骨格情報における胴の位置の深度情報を基準に、±25cmの範囲を人間部分の深度範囲とし、その範囲内の深度を持つピクセルの上端を人間部分の最上部とした。さらに、各姿勢を特徴づける体の部位が異なることを利用し、認識に利用する部位を限定した。例えば、「手を顔に当てている」姿勢の場合、顔周辺の情報以外は余分である。さらに各部位を複数のブロックに分割し、ブロック内の深度の平均値を算出する。さらに、周囲8ブロックとの深度の平均値の差を計算し、それを各部位の特徴量とする。

モデルの精度評価を行った結果、テストデータの8割以上のケースにおいて、分類精度は70%以上であった。さらに、本方式を実装し、Kinectによる姿勢推定システムを実現した。図4にシステムの動作例を示す。これは、手を後ろにしている姿勢である。

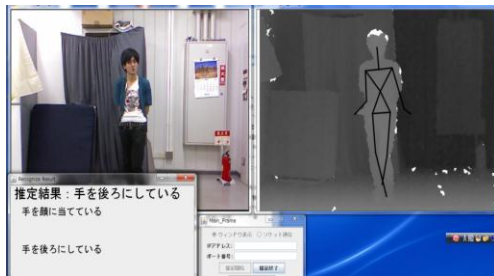


図4：姿勢推定システム動作例

(4) マルチモーダルコーパスの整備

以前より日独で共同で進めてきた、発話タイミング、姿勢、ジェスチャのアノテーションに加え、本研究では、うなづきと微笑み等の頭部動作や表情の非言語行動を分析し、コーパスの充実を図った。

(5) 国際共同研究の推進

① 日独共同評価実験の実施

ドイツ側で進められている、文化による好まれる会話内容の違いについての実験を共同で行い、その成果を国際会議で発表した。詳細は[Endrass et al 2011]に示す。

② EU FP7プロジェクトへの参加

2010年9月よりEU FP7プロジェクトeCUTEにプロジェクトメンバとして参加し、異文化理解のための教材となりうるエージェントシステムの開発、ヨーロッパと日本での評価実験を行うためのコンテンツの考案に取り組んでいる。本プロジェクトはイギリス、ドイツ、オランダ、ポルトガル、日本(京大、成蹊大)の研究機関が参加している。

(6) 国際ワークショップの開催

2009年7月に、HCII2009(HCI International 2009)においてドイツのアウグスブルグ大学のMatthias Rehm博士と共同で、また、2011年7月には、HCII 2011(HCI International 2011)においてヘルシンキ大学のKristiina Jokinen博士と共同で、オーガナイズドセッションを企画し、言語・非言語行動の文化差についての研究発表を集め、海外の研究者とのディスカッションを行った。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 3件)

1. Afia Akhter Lipi, Yukiko Nakano and Mathias Rehm., Culture and Social Relationship as Factors of Affecting Communicative Non-verbal Behaviors, 人工知能学会論文誌, Vol.25 No.6, pp.712-722, 2010.

2. Rehm, M. Nakano, Y. André, E. Nishida, T. Bee, N. Endrass, B. Wissner, M. Lipi, i A. A., Huang, H.-H., "From observation to simulation: generating culture-specific behavior for interactive systems," AI & Society, vol. 24, no. 3, pp. 267-280, 2009.

[学会発表] (計 15件)

1. Afia Akhter Lipi, Yukiko Nakano, How Culture and Social Relationship Affect Performing and Perceiving of Postures, in IEEE International Conference on Granular Computing (GrC 2011) Special Session on Social and Cultural Interaction, 2011.11.9, Kaohsiung, Taiwan.

2. Birgit Endrass, Yukiko Nakano, Afia Akhter Lipi, Matthias Rehm, and Elisabeth André, Culture-related Topic Selection in Small Talk Conversations across Germany and Japan, Proceedings of the 11th International Conference on Intelligent Virtual Agents (IVA 2011), pp. 1-13, 2011. 9.15, Reykjavik, Iceland.

3. Afia Akhter Lipi, Fumie Nori, Birgit Endrass, Yukiko Nakano, and Elisabeth Andre. How Culture and Social Relationship Affect the Perception of Agent's Nonverbal Behaviors?, Workshop on Culturally Motivated Virtual Characters, 2011.9.14, Reykjavik, Iceland.

4. Fumie Nori, Afia Akhter Lipi, Yukiko Nakano, Cultural Difference in Nonverbal Behaviors in Negotiation Conversations: Towards a Model for Culture-adapted Conversational Agents, in 14th International Conference on

Human-Computer Interaction (HCII2011), 2011.7.12, Orlando, Florida, USA.

5. Birgit Endrass, Elisabeth Andre, Yukiko Nakano, Matthias Rehm, Afia Akhter Lipi, Culture-related differences in aspects of behavior for virtual characters across Germany and Japan, in the proceedings of the 10th International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems (AAMAS2011), pp441-448, 2011.5.2, Taipei, Taiwan.

6. Afia Akhter Lipi, Yukiko Nakano, and Matthias Rehm. A Socio-Cultural Model Based on Empirical Data of Cultural and Social Relationship. International Workshop on Agents in Cultural Context, 2010.2.22, Kyoto.

7. Rehm, M., André E., and Nakano, Y., "Some Pitfalls for Developing Enculturated Conversational Agents," in 13th International Conference on Human-Computer Interaction (HCII09), pp. 340-348, 2009.7.23, San Diego, USA.

8. Nakano, Y. and Rehm, M., "Multimodal Corpus Analysis as a Method for Ensuring Cultural Usability of Embodied Conversational Agents," in 13th International Conference on Human-Computer Interaction (HCII09), pp. 521-530, 2009.7.23, San Diego, USA.

9. Lipi, A. A., Nakano, Y. and Rehm, M., "A Parameter-based Model for Generating Culturally Adaptive Nonverbal Behaviors in Embodied Conversational Agents," in 13th International Conference on Human-Computer Interaction (HCII09), pp. 631-640, 2009.7.22, San Diego, USA.

[図書] (計 2 件)

1. Matthias Rehm, Yukiko Nakano, Tomoko Koda, Heike Winschiers-Theophilus, Culturally Aware Agent Communication, in Human-Computer Interaction : The Agency Perspective, Marielba Zacharias, José Valente de Oliveira (Eds), 411-436, Springer, 2012.

2. Afia Akhter Lipi, Yukiko Nakano, and Matthias Rehm, A Socio-cultural Model based on Empirical Data of Cultural and Social Relationships, Culture and Computing: Computing and Communication for Crosscultural Interaction, Toru Ishida (Ed.), pp.71-84, Springer, 2010.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

中野 有紀子 (NAKANO YUKIKO)

成蹊大学・理工学部・准教授

研究者番号：40422505