

拡張現実と三次元仮想空間を用いた 多言語インフォーマルコミュニケーション支援のための コミュニティスペースの構築

池 信 克 也^{†1} 吉 野 孝^{‡2,†3}

多言語コミュニケーションにおける問題として言語障壁の問題がある。相手の話す言語が理解できなければ、話の内容を理解することができない。このため、母語と異なる言語で行われている会話に参加することは困難である。そこで、情報技術を用いて会話内容を可視化し、会話に参加していない人へ参加のきっかけを与えるシステムとして、拡張現実 (AR) と三次元仮想空間 Second Life を用いた 2 種類のコミュニティスペースの構築を行った。会話の可視化には、会話の内容を示す単語、会話に関連した画像、会話における感情の 3 つの要素を用いた。システムの評価実験を行ったところ、会話者の音声や動きなどの雰囲気から会話内容の理解に有用であることが分かった。このため Second Life 上のシステムよりも拡張現実を用いたシステムを用いた方が会話内容の理解が容易であることが分かった。

Development of Community Space for Multilingual Informal Communication Support Using Augmented Reality and 3D Online Virtual Space

KATSUYA IKENOBU^{†1} and TAKASHI YOSHINO^{‡2,†3}

Language differences pose significant barriers to multilingual communications. To understand others' conversation needs to understand others' language. It is difficult to join someone's conversation in different language. Therefore, we have developed conversation components visualization systems, Augmented Reality (AR) and 3D online virtual space Second Life as the system that provide someone an opportunity to join the conversation. We use three conversation related components: noun, image, and feeling. From the results of the experiments, we found that the voice and the body movement of interlocutors can be influence understanding of conversation. We found that the system using augmented reality provide someone opportunity better than that in Second Life.

1. はじめに

多言語コミュニケーションにおける問題として言語障壁の問題がある。コミュニケーションを行う相手の話す言語を理解できなければ、話の内容を理解することができないため、コミュニケーションを行うことができない。このため、自らが理解できる言語と異なる言語で行われている会話に参加することは困難である。本研究では、情報技術を用いて「気づき」を与えるシステムの構築を考える。会話内でやり取りされている文章の内容を可視化し、会話に参加していない人へ参加のきっかけを与えるシステムとして「コミュニティスペース」の構築を行う。

システムは拡張現実 (AR) と三次元仮想空間 Second Life¹⁾ の 2 種類の形態で構築する。拡張現実では、現実世界の映像に情報を付与することができる。このため、会話の可視化はデータを会話者に付与する形で実現することができる。また、拡張現実を実現するためのフレームワークも用意されており、自由に利用可能となっている。Second Life 上では、インターネットを介して世界中のユーザがコミュニケーションを行うことができ、加えてオブジェクト (三次元仮想空間上において物体を構成するもの) の構築が比較的容易である。会話の可視化には、会話の内容を示す単語、会話に関連した画像、会話における感情の 3 つの要素を用い、会話をリアルタイムに可視化する。

本稿では、これらのシステムの構築を行い、対面コミュニケーション環境であるコミュニティスペースにおける多言語インフォーマルコミュニケーション支援の可能性を調査する。

2. 関連研究

多言語コミュニケーション支援、会話の可視化、文章からの感情の認識などの研究は多数行われているが、多言語インフォーマルコミュニケーション支援を目的とした会話の可視化に関する研究はほとんど行われていない。

以下に本研究に関連するシステムや研究について述べ、本研究の位置づけを明らかにする。

^{†1} 和歌山大学大学院システム工学研究科

Graduate School of Systems Engineering, Wakayama University

^{†2} 和歌山大学システム工学部

Faculty of Systems Engineering, Wakayama University

^{†3} 独立行政法人 情報通信研究機構 言語グリッドプロジェクト

Language Grid Project, National Institute of Information and Communications Technology

2.1 多言語コミュニケーション支援

機械翻訳やコミュニティ辞書などを結合し、Web サービスとして利用可能としたインターネット上の言語基盤である言語グリッドの開発が行われている²⁾。Inaba らは、言語グリッドを利用した複数のアプリケーションを用いてユーザビリティテストを行い、翻訳エラーを引き起こす原因の発見や、コミュニティ辞書の利用による翻訳精度の改善の可能性を示した³⁾。

本研究においても、翻訳エラーを最低限に抑え、翻訳精度の改善を目的とした対訳辞書の作成を行う。しかし、多言語コミュニケーション支援において機械翻訳を用いた会話文の翻訳のみでなく、画像や感情を用いている点で、この研究とは異なる。

2.2 会話の可視化

Lewis は、音声での会話をマイクを通じて音声認識してテキストデータ化し、リアルタイムに可視化したものを会話者の影と共にプロジェクタで投影する“Intralocator”というシステムを構築した⁴⁾。このシステムでは、会話の可視化をインタラクティブアートという形で表現している。

また、“What They Speak When They Speak To Me”というシステムでは、プロジェクタで映像を投影している画面上を指でなぞると、そのラインに沿って音声での会話をテキストデータ化したものを表示するというインタラクティブアートを実現している⁴⁾。

本研究では、会話を可視化したデータは、会話に参加していない者に会話内容を伝えるために使用している。またテキストデータ以外にも画像と感情を用いて可視化を行っている点で、この研究とは異なる。

2.3 文章からの感情認識

Neviarouskaya らは、テキストからの感情抽出を行うシステムを Web サービスとして構築し、Second Life 上で行われるチャットにおいて、ハート型の絵文字を用いて相手に感情を視覚的に伝えるシステムを構築した⁵⁾。

Zhe らは、入力された文の分析、辞書を基にしたタグ付け、構文解析の3段階の仕組みを持つ、文章からの感情抽出・感情タグ付けシステムを構築した⁶⁾。加えて、プロトタイプソフトウェアとして“Expressive Real Time Communication Interfaces”を構築して感情抽出エンジンのテストを行い、90%以上のケースで感情を正しく抽出することができることを示した。

本研究では、会話にはまだ参加しておらず、会話参加者とは解釈できる言語が異なる者を支援の対象としている。また、多言語に対応し、感情以外にも名詞と画像を用いて会話内容



図1 拡張現実を用いたシステム



図2 拡張現実を用いたシステムの使用状況

を具体的に示している。さらに Second Life 以外にも拡張現実を用いた形態でもシステムを実現している点で、これらの研究とは異なる。

3. 多言語インフォーマルコミュニケーション支援システム

3.1 拡張現実を用いたシステム

拡張現実とは、現実世界の映像に情報を付与することができるため、データを会話者に付与する形で会話を可視化を実現することができる。この特性を利用して、Web カメラとヘッドマウントディスプレイを用いて、会話者の会話を可視化したデータを拡張現実の映像として見ることができるシステムを構築した。会話は音声で行われるため、マイクから得られた音声を音声認識し、可視化用の会話テキストを取得している。システムの構築には ARToolKit⁷⁾の派生版である NyARToolKit⁸⁾を利用した。

図1に拡張現実を用いたシステムを示す。現実世界上に会話者3人分の椅子を用意した。そのうちの1つにマーカーを取り付けており、その位置情報を元に会話者の頭上に可視化データが表示される。図2に拡張現実を用いたシステムの使用状況を示す。利用者はまず Web カメラを取り付けたヘッドマウントディスプレイを装着する。そして、会話を行っている3人の会話者を Web カメラの視界に捉えることで、会話者の頭上に表示される、可視化されたデータの閲覧を可能とした。

3.2 Second Life 上のシステム

Second Life は、アメリカの Linden Lab⁹⁾が運営している三次元仮想空間であり、世界各国のユーザがコミュニケーションを行う空間であると同時に、巨大なプログラミング環境



図 3 Second Life 上のシステム

でもある¹⁰⁾。Second Life 内では Linden Scripting Language というスクリプト言語をオブジェクト内に実装することができ、外部のサーバとも通信を行うことができる。このような Second Life の機能を利用して、多言語インフォーマルコミュニケーション支援システムの構築を行った。図 3 に構築した Second Life 上のシステムを示す。三次元仮想空間内に 3 人分の椅子が用意されており、その椅子にアバターを座らせチャットを行うことで会話が可能視化される。チャットを行うと可視化された会話データが可視化情報表示ディスプレイに表示され、他の言語で行われる会話の内容をリアルタイムに知ることができる。

3.3 会話可視化データ

本システムでは、会話文の可視化には名詞、画像、感情の 3 つのデータを用いる。システム利用者は、名詞から会話の流れや会話文中に含まれるキーワードを知ることができる。画像からは、名詞の具体的なイメージや様子を知ることができる。感情からは、主に名詞としては表現されない感情を直感的に理解することができる。

図 4 に、名詞、画像、感情の 3 つのデータを用いて行われる会話文の可視化の一例を示す。「浅間山への旅行は楽しかったです」という文章を可視化したもので、名詞として「浅間」、「山」、「旅行」が抽出され、画像は「浅間」で検索されたものが表示され、「楽しかった」という表現から幸福を表す感情が顔文字で表示されている。

3.3.1 名 詞

会話文のテキストデータを形態素解析サービスを介して品詞ごとに分解し、その中から名



図 4 会話文の可視化の一例

表 1 日本語での名詞の表示例

会話文の原文	私は昨日、和歌山大学で講義を受けました。
名詞のリスト	私 昨日 和歌山 大学 講義

表 2 英語での名詞の表示例

会話文の原文	I took some lectures in Wakayama University yesterday.
名詞のリスト	I / Wakayama / University / yesterday

詞のみを抽出しリスト化したものを表示する。日本語での名詞の表示例を表 1、英語での名詞の表示例を表 2 に示す。日本語や中国語などの文章中にスペースを用いない言語では、それぞれの名詞をスペースでつなげた形で表示する。文章中にスペースを用いる英語などの言語では、それぞれの名詞をスラッシュでつなげた形で表示する。

各言語の形態素解析サービスは言語グリッド²⁾を介して利用した。

3.3.2 画 像

3.3.1 項で取得した名詞を用いて画像検索を行い、得られた画像を表示する。

画像検索エンジンには Bing¹¹⁾ を用いている。Bing は、高い精度で不適切な画像を排除することができるため、採用することとした。

また、一度取得された名詞と画像のペアはデータベースに登録され、同じ名詞を用いて会話の可視化が行われる際に再利用している。これにより、2 度目以降の可視化データの表示速度を高速化することができる。また、データベースに保存された画像データの管理を行う Web ページを作成し、画像データの一覧の表示や、会話の可視化に不適切な画像データの削除、別の画像との差し替えなどを可能としている。

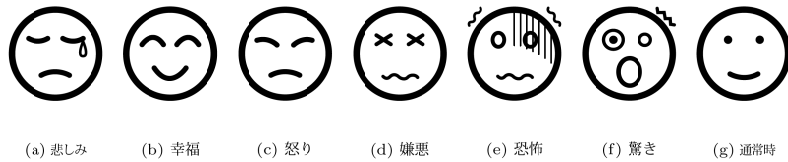


図 5 7 種類の顔文字の一覧

3.3.3 感情

使用した感情とその顔文字を図 5 に示す。本システムでは 6 つの感情を抽出し、通常時とあわせて 7 種類の顔文字で表示する。この 6 つの感情は、チャールズ・ダーウィンの『人と動物の感情の表現¹²⁾』に基づいている。ただし、「軽蔑」の感情に関しては、システム利用者に不快感を与える可能性を考慮して使用していない。会話文から感情が抽出されなかった場合には、図 5(g) の通常時の顔文字が表示される。

会話文からの感情抽出には Zhe らの研究⁶⁾を参考とし、感情を表す単語と、その感情と強度を登録するシステムを構築した。登録されたデータを元に、会話文に含まれる感情を表す単語からその会話文が表している感情と強度を抽出し、顔文字を表示している。

4. 実験

多言語インフォーマルコミュニケーション支援システムの評価実験を行った。

実験の目的は、拡張現実を用いたシステムと Second Life 上のシステムとを比較することである。被験者には、拡張現実を用いたシステムと Second Life 上のシステムのそれぞれのシステムでの会話およびその可視化の様子の視聴による、会話内容の推測を依頼した。

4.1 実験方法

拡張現実を用いたシステムと Second Life 上のシステムそれぞれにおいて、3 人の会話者によって韓国語で会話が行われる様子と、会話と同時に表示される可視化データを視聴し、どういった会話が行われていたかを推測したものを記述する形で実験を行った。各システムを用いて実験を行った後、そのシステムに関するアンケートを行い、両方のシステムでの実験が終了した後、最終アンケートを行った。

それぞれのシステムで、独自に作成した異なる会話文を使用して可視化を行った。会話文は 6 文であり、会話者は 1 人につき 2 回の発言を行った。会話の推測作業であることを考

表 3 多言語インフォーマルコミュニケーション支援システムについてのアンケート結果

質問文	拡張現実		Second Life	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
1. 会話から抽出された名詞は見やすかった。	4.2	0.79	4.1	0.74
2. 会話から抽出された画像は見やすかった。	4.6	0.52	4.6	0.52
3. 会話から抽出された感情（顔文字）は見やすかった。	4.1	0.74	4.3	1.06
4. 会話から抽出された名詞の意味が理解できない場合があった。	1.5	0.97	3.4	0.97
5. 会話から抽出された画像の意味が理解できない場合があった。	1.4	0.97	1.5	0.97
6. 会話から抽出された感情（顔文字）の意味が理解できない場合があった。	1.9	0.99	2.5	1.43

リッカートスケールの評価尺度

1:強く同意しない 2:同意しない 3:どちらとも言えない 4:同意する 5:強く同意する

慮し、発言ごとに 8 秒の間隔を置き、会話時間は 1 分 30 秒程度であった。被験者が記述した会話内容推測結果は、実験に参加していない 3 人の評価者により原文と比較し 7 段階で正確性を評価した。

拡張現実を用いたシステムでは、事前に録画した、3 人の会話者による韓国語での会話に合わせて可視化データを表示した。Second Life 上のシステムでは、LibOpenMetaverse¹³⁾を用いて構築した自動チャットシステムを用いている。

韓国語を使用した理由としては、被験者にとって理解出来ない言語で行う必要があることと、日韓間の翻訳精度は他の言語よりも良いことを鑑みたためである。

実験の手順を以下に示す。

- (1) 使用するシステムについての説明を聞く
- (2) システムを用いて韓国語での会話が可視化される様子を視聴する
- (3) 使用したシステムについてのアンケートに回答する
- (4) (1) ~ (3) の手順をもう一方のシステムを用いて行う
- (5) 最終アンケートに回答する

被験者は、和歌山大学の学生である日本人 10 名である。5 名は拡張現実を用いたシステムでの実験から行い、残りの 5 名は Second Life 上のシステムでの実験から行った。

4.2 実験結果と考察

拡張現実と Second Life のそれぞれシステムを使用した後に行ったアンケートの結果を表 3 に示す。名詞、画像、感情の全ての可視化データの見やすさについて、拡張現実と Second Life の双方で平均値が 4 以上となり、各可視化データの視認性には問題がないことが分かる。また、各可視化データの意味が理解できなかった場合の有無に関しては概ね平均値が 2 以下となり、ほぼ可視化データの意味の理解ができたことが分かる。

システムごとの会話内容理解の容易さについてのアンケート結果を表 4 に示す。このアン

表 4 システムごとの会話内容理解の容易さについてのアンケート結果

質問文	平均値	標準偏差
拡張現実を用いたシステムでの会話内容の理解は容易だった.	4.1	0.88
Second Life 上のシステムでの会話内容の理解は容易だった.	3.5	1.08

リッカートスケールの評価尺度
1:強く同意しない 2:同意しない 3:どちらとも言えない 4:同意する 5:強く同意する

表 5 「どちらの方法がより会話内容を理解しやすかったですか?」という質問への回答結果

被験者	拡張現実	Second Life
拡張現実 → Second Life	4	1
Second Life → 拡張現実	4	1

ケート結果についてウィルコクソンの符号付順位検定により比較した結果、有意確率が 0.025 となり、有意水準 5%において有意差が見られた。これらのことから、被験者は Second Life 上のシステムでの会話内容の理解よりも、拡張現実を用いたシステムでの会話内容の理解のほうが容易であったと感じていたことが分かる。

「どちらの方法がより会話内容を理解しやすかったですか?」という質問への回答結果を表 5 に示す。ここで、10 人の被験者のうち 8 人が拡張現実を用いたシステムのほうが会話内容を理解しやすかったと回答しており、2つのシステム間で大きな差が出た。各システムを選択した被験者の主な回答理由を以下に示す。

拡張現実を選択した被験者

- Second Life ではアバター自体が感情を表現していないため、実際の人よりさらに雰囲気感が伝わってこないと思った。
- AR 版の方が声が出ているため、会話している感じがよく出ている。

Second Life を選択した被験者

- 画質の綺麗さや周りの風景の綺麗さなど細かいところが AR よりも Second Life の方が見やすく、内容を理解できたと思う。

Second Life 上のシステムでの、アバター同士がテキストでのチャットをしている様子を見ても、会話をしている雰囲気感が伝わってこないといった点が評価に影響を与えていることが分かった。

各可視化データの会話内容理解への貢献度についてのアンケート結果を表 6 に示す。この結果から、各可視化データの会話内容理解への貢献度としては 5 段階評価の 4 以上の値が示されており、どの可視化データも会話内容理解に役立っていることが分かる。「どの可視化

データがより会話内容の理解に役立ちましたか?」という質問に対する平均回答順位を表 7 に示す。どの可視化データがより会話内容の理解に役立ったかについては、名詞、画像、感情の順により会話内容理解に役立っていることが分かる。

各可視化データの会話内容理解への貢献度についての回答理由を以下に示す。

名詞について

- これがなければ、本文が全く分からなかったと思う。

画像について

- 名詞に足りないイメージ・具体性が得られたと思う。

感情について

- 顔文字は分かりやすく、誤解する可能性がかなり少ないと思った。名詞、画像だけでは足りない、理解出来ないところをうまくフォローすることがあった。

名詞については会話の流れなどが得られ、画像では名詞だけではつかみにくい会話内容のイメージ、顔文字では名詞や画像では分からない感情の部分を表すことができ、それぞれのデータの足りない部分を補完し合っているということが回答理由から分かった。

各可視化データに対して疑問に思った点、改善してほしい点についての回答結果を以下に示す。

名詞について

- 「こと」のような名詞は混乱を招くと思う。単独で意味の取れない名詞は除去してほしい。
- なぜ名詞だけなのか、動詞は表示しないのか。

画像について

- どの情報から取ってきた画像なのかが分からなかった。
- 複数の画像を表示する機能があればいいと思う。

感情について

- 色をつけると、より直感的に理解しやすいかと思う。

名詞のデータに関しては、より会話内容を分かりやすく表示するために名詞以外のデータの利用や、単体では意味がつかめないデータの削除などの改善点が分かった。

画像に関しては、表示された画像と名詞との対応が分からないことや、複数の画像を表示することでより理解しやすくすることなどについての改善点が示された。

表 6 各可視化データの会話内容理解への貢献度についてのアンケート結果

質問文	平均値	標準偏差
会話から抽出した 名詞 は、会話内容の理解に役立った.	4.5	0.71
会話から抽出した 画像 は、会話内容の理解に役立った.	4.5	0.53
会話から抽出した 感情 (顔文字) は、会話内容の理解に役立った.	4.1	0.88

リッカートスケールの評価尺度
1:強く同意しない 2:同意しない 3:どちらとも言えない 4:同意する 5:強く同意する

表 7 「どの可視化データがより会話内容の理解に役立ちましたか?」という質問に対する平均回答順位

名詞	画像	感情 (顔文字)
1.3	2.3	2.4

表 8 会話内容推測結果の正確性評価結果の平均値

拡張現実 → Second Life の順に行った被験者			Second Life → 拡張現実の順に行った被験者		
システム	平均値	標準偏差	システム	平均値	標準偏差
拡張現実	5.87	0.92	拡張現実	5.93	0.96
Second Life	5.73	0.80	Second Life	5.40	0.51

全被験者		
システム	平均値	標準偏差
拡張現実	5.90	0.92
Second Life	5.57	0.68

7 段階の評価尺度

1:推測が間違っている。推測出来ない 2:大体間違っている 3:どちらかという間違っている 4:どちらとも言えない
5:どちらかという合っている 6:だいたい合っている 7:合っている

感情については、強弱を色で示すことなどにより、直感的に理解できるようなものにすることなどが提案された。

被験者が推測して記述した会話内容の正確性を評価した結果を表 8 に示す。どちらのシステムから実験を始めたかによって若干の差が見受けられるものの、2つのシステム共に7段階評価での5.5以上の値となった。また、双方のシステムでの推測して記述した会話内容の正確性に明確な差は出なかったことが分かる。

5. おわりに

情報技術を用いて会話内容を可視化し、会話に参加していない人へ参加のきっかけを与えるシステムとしてコミュニティスペースの構築を行った。拡張現実 (AR) と三次元仮想空間 Second Life の2種類の形態でシステムを構築し、2つのシステムを用いて行った実験

より、会話者の音声や動きなどの雰囲気が会話内容の理解に有用であることが分かった。また、Second Life 上のシステムよりも拡張現実を用いたシステムの方が会話内容の理解が容易であることが分かった。

また、会話が可視化されたデータへの「気づき」をより促進するための多くの改善点が示された。今後の予定として、4.2 節に示した改善点への対応を行う。

謝辞 本研究の一部は、科学研究費補助金基盤研究 (B) (22300044) の補助を受けた。

参考文献

- 1) Virtual Worlds, Avatars, free 3D chat, online meetings - Second Life Official Site, "<http://jp.secondlife.com/>".
- 2) Toru Ishida: Language Grid: An Infrastructure for Intercultural Collaboration, IEEE/IPSJ Symposium on Applications and the Internet, pp.96-100 (2006).
- 3) Rieko Inaba, Yohei Murakami, Akiyo Nadamoto, Toru Ishida: Multilingual Communication Support Using the Language Grid, Proceedings of the 1st international conference on Intercultural collaboration, pp.118-132 (2007).
- 4) Jason Lewis: Writing-Designing-Programming: The Next/Text Project, Media-Space Journal: Special Issue on Futures of New Media Art, vol. 1 no. 1. Ed. Ingrid Richardson. Perth, Australia: Media-Space Perth (2008).
- 5) Alena Neviarouskaya, Helmut Prendinger, Mitsuru Ishizuka: EmoHeart: Automation of Expressive Communication of Emotions in Second Life, OCSC '09: Proceedings of the 3d International Conference on Online Communities and Social Computing, pp.584-592 (2009).
- 6) Xu Zhe, Anthony Boucouvalas: Text-to-Emotion Engine for Real Time Internet Communication, International Symposium on Communication Systems, Networks and DSPs15-17, pp.164-168 (2002).
- 7) ARTToolKit Home Page, "<http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>".
- 8) FrontPage - NyARToolkit, "<http://nyatla.jp/nyartoolkit/wiki/>".
- 9) Linden Lab | Makers of Second Life & virtual world platform Second Life Grid, "<http://lindenlab.com/>".
- 10) Jim Purbrick, Mark Lentzner: Second life: the world's biggest programming environment, Conference on Object Oriented Programming Systems Languages and Applications, Companion to the 22nd ACM SIGPLAN conference on Object oriented programming systems and applications companion, Invited talks & presentations, pp.720-720 (2007).
- 11) Bing, "<http://www.bing.com/>".
- 12) Charles Darwin: The expression of the emotions in man and animals (1872).
- 13) LibOpenMetaverse | Open Metaverse Foundation, "<http://www.libsecondlife.org/projects/libopenmetaverse>".