

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 8 月 9 日現在

機関番号：14301

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2016

課題番号：15K12098

研究課題名（和文）構成的考証法の基盤

研究課題名（英文）Foundation of Synthetic Evidential Study

研究代表者

西田 豊明（Nishida, Toyoaki）

京都大学・情報学研究科・教授

研究者番号：70135531

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,800,000円

研究成果の概要（和文）：コミュニケーション基盤構築の初期段階を支援するために、演劇ワークショップと会話情報学技術を組み合わせた協調的思考支援の枠組み（構成的考証法）の基礎の確立を目指した取り組みを行った。伝承会話の分析、人狼ゲーム参加者の心的状態のモデリング、解釈の多重化による理解の深化の分析、サービス待ち行動の文化依存性の分析、構成的考証法支援システムのプロトタイピングを行った。構成的考証法の方法論の骨子となる知見が得られ、今後の研究発展のための礎を築かれた。

研究成果の概要（英文）：We addressed establishing the framework of synthetic evidential study which is a novel method of collaborative study on addressing social processes, mysteries in particular that range from fictions to science and history, aiming at a powerful computational method for helping people build, share and evolve the common ground for communication by combining role play game, agent play and in-situ discussions. We have obtained initial results including analysis of legacy storytelling, modeling of mental state of participants of werewolf game, analysis of deepened understanding through multi-layered interpretation, analysis of cultural dependence of service waiting behavior, prototyping of a synthetic evidential study support system. We have gained useful insights regarding the synthetic evidential study that we believe lays the foundation for future research development.

研究分野：会話情報学

キーワード：ヒューマンコンピュータインタラクション 会話情報学 構成的考証法

1. 研究開始当初の背景

人工知能の急速な能力の向上にともない、人間と、人工知能を搭載したサービス主体であるエージェントのあいだの円滑なコミュニケーション能力実現が重要な課題として認識されるようになってきた。

人間とエージェントの間で円滑なコミュニケーションを可能にするためには、両者に共有される強力なコミュニケーション基盤 (common ground) が必要不可欠である。会話基盤 (common ground) は、文化的背景、背景知識、会話の文脈、参加者の知識・目的・興味・知覚・情動等について、会話参加者が会話に先立って共有し、会話の進行とともに更新し続けなければならない前提の総体である (Clark 1996)。人間・エージェント・コミュニケーションでは人間とエージェント間の流ちょうで確実な会話の進行を実現するために、会話基盤の構築と管理は必要不可欠である。会話基盤の構成と利用については、Schank (1977) にはじまる物語記憶に重点をおいた自然言語理解からのアプローチと、Cassell (2000)、Bickmore (2000)、中野 (2003)、Gratch (2007) らの会話的インタラクションからの先駆的な研究の流れがある。しかし、手法や装置の未熟さなどのため、会話参照物、会話者の心的状態を視野に入れた言語・非言語コミュニケーションの会話基盤の構築と管理という観点からの総合的な本格研究は行われていない。

本研究で基礎作りに取り組む構成的考証法は、伝承、遺物、二次資料などを根拠として思考と議論を重ね、状況の細部や登場人物の内面にまで踏み込んで実証的解明を試みる伝統的な思考スタイルである考証を、参加者によるロールプレイゲームとして規定される演劇ワークショップ、合意された演劇的解釈の会話エージェントを用いたミニストーリーによる再現、ミニストーリーの部品化による再利用可能な解釈アーカイブの構築を連携させた枠組みとして一般化・拡張したものであり、2014年10月に執筆した論文 (Nishida T. et al. (2015) Synthetic Evidential Study as Primordial Soup of Conversation. In: Chu W., Kikuchi S., Bhalla S. (eds) Databases in Networked Information Systems. DNIS 2015, Springer, DOI: 10.1007/978-3-319-16313-0_6) ではじめてその構想を公表した。

構成的考証法は次の構成要素からなる。

演劇セッション：参加者は共有仮想空間内で所与の題材の登場人物を演じることで、自分の主観的解釈を演技として示す。

参加者の演じた登場人物を会話エージェントで再現する。

評論セッション：参加者は評者として、再現されたミニストーリーを鑑賞し、客観的立場から評論する。

構成的考証法では、～を参加者が満足するまで繰り返したあと、会話情報学の手法

を用いて、得られたミニストーリーを後継の構成的考証で再利用可能な {物語, 背景, 批評} の構造的集積としてアーカイブ化する。題材の理解を登場人物の間のインタラクション履歴として顕在化させ、それをエージェントによる再現可能なミニストーリーとして部品化し、再利用可能な解釈アーカイブとして集積し、コミュニケーション基盤の初期段階開発のための資源としての活用を図る。

構成的考証法は 構成的考証法は一般性が高く、科学研究やサービス開発等広範囲への適用が期待できる。この手法により、長期にわたり取り組んだ会話情報学が、ヒューマンコンピューティングの側面で顕著に拡張されることが期待される。

事前検討において、コミュニケーション基盤構築プロセスにゲーム性を導入して参加者の自発的な参加動機を高めるとともに、中間産物の部品化と再利用によるプロセス支援を実現すれば、コミュニケーション基盤の開発初期段階の困難をかなり軽減できるという見通しを得た。

しかし、構成的考証法の理論的枠組み、構成的考証法支援システム、評価法、実施方法論など研究推進のための礎は本研究が開始された2015年4月の段階では極めて不完全なものであった。

2. 研究の目的

コミュニケーション基盤構築の初期段階を支援するために、「演劇ワークショップ」と会話情報学技術を組み合わせた協調的思考支援の枠組み (構成的考証法) の基礎の確立を目指す。

本研究では、第一に、参加者が演劇ワークショップを繰り返すことで、題材の理解を深化させる段階に焦点を当て、演劇ワークショップのデザインと実施方法とワークショップで得られるデータ分析法についての知見を得ることを目指す。第二に、参加者の心的状態を分析するための手法に焦点をあて、具体性の高い例題を用いてその有効性に関わる知見を得る。第三に、構成的考証法を実施するための基盤となる共有仮想空間とその提示情報の基本設計と試作を行い、構成的考証法の支援の仕方についての見通しを得る。第四に、得られた知見をまとめて、構成的考証法の本格的な実装のための礎とする。

3. 研究の方法

本研究では、人間同士で行われる演劇セッションの分析を行い、理解を深めるとともに、演劇セッションをエージェント劇として、価値化するための支援システム作りに焦点をあてる。

演劇セッションの理解の深化のために、参加者の状況認識の共有 (グラウンディング) と、心的状態の存在を前提とした協調的及び競合的なやり取りについて検討を進めた。前者に関しては伝承会話と呼ぶ知識の伝承を

目的とする会話とその参加者の心的状態の推定について検討し、後者に関しては、説得やだましなどの心的状態にかかわる高次な推論や行為を含んだ人狼ゲームにおけるインタラクションについて、詳細な分析を行うこととした。

3.1 伝承会話の分析

伝承会話とは、発話者自身の知識や経験を聞き手にできるかぎり深い心的状態まで掘り下げて伝承することを目的としている。研究においては、伝承会話を記録して、伝承者の経験と知識が継承者の経験と知識と対応づけられた状態を知識のグラウンディングと規定し、グラウンディングが生じたかどうかを伝承者と継承者のふるまいの観察から推定する手がかりを探ることを目標とした。実験参加者を継承者とする参加者実験を実施して、研究協力者が伝承者として模擬的な伝承会話を行い、事後の質問紙調査と伝承会話のビデオ分析を組み合わせ分析を行った。2回の予備検討に基づく、データ収録実験と分析を行った。

1回目の予備検討では、伝承者がディスプレイに1枚の写真とそれを説明する短い文章で構成されるスライドを複数枚表示して、伝承対象について語り、継承者がそれを聞いて質問し、その後、継承者がスライド10枚を選んで伝承者に自分の理解をプレゼンするというセッションを実施し、ビデオ分析を行った。

2回目の予備検討では、互いに面識のない伝承者と継承者を一般公募で採用し、親密な間柄の伝承者・継承者ペアで生じがちな親密なインタラクションや言葉遣いを配した。実験前には継承者に対して知識や興味を質問紙により調査して、伝承者が継承者の背景知識を知ったうえで伝承会話ができるセッティングにした。セッションは1回目の予備検討よりも短くし、事後アンケートを課して、会話中で印象に残った話題や自分の知識や興味に関連があると思えたかどうか、あると思得た場合それは具体的にどのようなものを報告してもらった。また、会話の様子を収録した映像を確認しながら、伝承会話中に考えていたこと、説明不十分だったところを報告してもらった。

本実験は、2回目の予備実験に近いものとした。印象に残った話題とその理由の事後報告を求めた。2回目の予備検討では継承者にはプレゼンを課さなかったが、本実験では、1分程度のプレゼンを課した。

3.2 人狼ゲーム参加者の心的状態のモデリング

人狼ゲームは、参加者たちが、会話を行いながら、自分または自分のチームの勝利を目指すゲームであるが、参加者たちにはすべての情報が知らされないで、不完全情報ゲームであり、扱われる情報が不確実性を含んだ

ものである。ゲームにおいては、会話の中での他者への説得やだましといったやりとりが頻りに観察される。行動の決定や解釈を行うためには、各プレイヤーは他者に関する情報、他者の信念に関する情報、他者の信念で参照されるアクターの信念に関する情報、...など他者に対する高階の信念の表現と分析が必要となる。

本研究では、各プレイヤーは、相互の信念を埋め込み構造として保持し、一連のコミュニケーション行動によって信念の埋め込み構造がどのように変更するかを、不確実性を考慮に入れたシミュレーションを行うことによって意思決定をしているとモデル化していた(多層信念シミュレーションモデル)。

多層信念シミュレーションモデルのプロトタイピングによる実装を行い、実験的な評価を行うこととした。それに先立ち、人狼知能プロジェクトで公開している人狼知能プラットフォームと人狼知能プロトコルを用いて、既存手法の評価を行うこととした。

3.3 解釈の多重化による理解の深化の分析

参加者の演じたロールプレイングゲームから生成した会話エージェントを用いたエージェント劇が参加者の理解をどのように深化させるかを評価するために、構成的考証法支援システムを試作して、実験的評価をすることとした。まず、ワークショップで、各参加者に題材となるテキストを予習してもらった上で、登場人物の役を一つ割り当て、その視点からの解釈を演劇として表現してもらった。この様子を、Kinectによるグループ演技キャプチャシステムでキャプチャし、得られた各参加者の行動を会話エージェントに投影し、没入型インタラクション環境に表示し、客観視点と主観視点を切り替えながら討論できるようにした。

資料をもとに議論をする議論フェーズ(30分程度)、議論の結果を踏まえて演劇を行う演技フェーズ(20分程度)、自分たちの演技をエージェントに再生させることで客観視点や他者の主観視点から演技を確認できる演技投影フェーズ(10分程度)からなる予備実験を行った。

3.4 サービス待ち行動の文化依存性の分析

参加者の視点に依存したコミュニケーションシーンの受け止め方に焦点を当て、文化的背景の違いがコミュニケーション行動にどのような違いを生じさせるかを理解するために、サービス窓口での店員と客とのインタラクションとそれに至る客同士とのインタラクションの観察分析を行った。ショッピングシーンを題材とした参加者実験を行い、参加者と同一の文化背景に基づく接客をする店員の担当する窓口と、参加者と異なる文化背景に基づく接客をする店員の担当する窓口を設けて、アバターとして参加する参加者の行動観察と事後の質問紙調査を行っ

た。複数台の端末から仮想空間内に同時並行参加できる手軽な実験用環境を構築して、二つの窓口でアイテム販売を行う仮想的なショップを生成し、文化的背景の違いを対照できるようにした。インタラクション以外で文化的背景の影響が生じないように、ミニマルデザインの手法を用いて容姿に非依存の合成キャラクタを制作した。

3.5 構成的考証法支援システム

構成的考証法支援システムのプロトタイプも行った。上に述べた実験を行うために試作した構成的考証法支援システムのほか、実験者が手軽にインタラクションシーンを構築して、参加者に提示する実験環境を試作した。

4. 研究成果

4.1 伝承会話の分析で得られた知見

1 回目の予備検討では、伝承の結果が継承者のプレゼンにおけるスライドの選択行動として表出されることを期待していたが、会話中の伝承者と継承者のふるまいの間に明確な相関関係を見出すことはできなかった。他方、知識のグラウンディングが生じたと思われる話題については、伝承者と継承者の間の相互注視の割合が高く、共同注視の割合が低い傾向があることがわかった。ただし、事例の数が乏しく、実験者の主観が入り込みすぎているという懸念を払しょくできなかった。このため知識のグラウンディングができたことと主張することはできない。

2 回目の予備検討では、セッション後の質問紙に記入されたキーワードが、伝承会話中に伝承者と継承者の両方が発話されている場合に、知識のグラウンディングが生じている可能性が高いことを示唆する結果が得られた。他方、質問紙の回答フォームの文章に問題があり、質問に対する理解が継承者によってばらばらなことが判明した。

本実験において、知識のグラウンディングが起きた場合は、継承者の視線方向の変化と、発話の重なりに影響が出ることが分かった。また、伝承者に対して視線を配りながら、継承者が自分の認識を表明する事例も頻繁に観察された。

得られた知見に基づいて伝承会話における継承者の心的モデルを構築した。このモデルでは、継承者の側でのグラウンディングは、気づきと対応付けの段階に分かれている。気づきの段階では、つながりの探索、推測などが生じる。質問行動や伝承者への注視時間の増加などが観察される。対応付けの段階まで進んだとき、伝承におけるグラウンディングが成功したと考えられる。会話の重なりが増加、自分の認識の表明、伝承者への注視時間の増加などが観察される。伝承の達成段階では、知識の追加、推測のデバッグ、知識の書き換えなどの行動が生じる。事後アンケートでのキーワードの出現分布は分析の参考に

なる。

4.2 人狼ゲーム参加者の心的状態のモデリングで得られた成果

予備実験で人狼知能プラットフォームを評価するために、人狼 BBS における 5 つのゲームを対象に調査を行ったとき、人狼知能プロトコルで表現できる人狼ゲーム内の文章は 38%にとどまることが判明した。主たる理由は、人狼知能プロトコルでは、意思表示ができないため、自分の主張や行動の根拠、目的を他者に伝えることができず、人狼ゲームの面白さである、不確実な情報からさまざまな可能性を考える中で、他者の考えに影響を与え、自分に都合の良い状況を引き寄せるといったレベルに到達しなかった。

この限界を克服するために、他のプレイヤーについての高階の信念を形成し、それをシミュレーションすることによって推論に用いることができるようにした多層信念モデルを提案し、実装した。これにより、他者に関する不確実な情報をもとに、あり得る未来の状態のシミュレーションを行い、それをもとに自分の行動を決定できるようになった。自分を他者の位置に置き、他者の立場からシミュレーションし、その結果と、実際に実行された行動をもとに他者に関する不確実な推論ができるようになった。

このモデルを用いて人間同士の人狼ゲームにおいて実際に観察された自身の行動を決定する場面、および、他者の行動に対する推理を行う場面の再現が可能になった。実験参加者に対する質問紙調査により、最適なパラメータの要素と値を用意できれば、妥当性、再現性ともに高いレベルでの思考がこのモデルで再現できることが判明した。

4.3 解釈の多重化による理解の深化の分析に関わる研究成果

エージェント劇評価のために、グループ演技キャプチャを拡張して、統合したモーションキャプチャデータをゲームプラットフォーム上のエージェントに投影し、解釈コメント付与ができるようにした。

構成的考証法支援システムを用いて予備実験を行った。初期の観察的分析によって、演技フェーズでは、演技行動のみ、コメント行動のみ、アイドリング行動のみ、セリフのみ、演技行動 + think aloud、演技行動 + セリフ、演技行動 + コメント行動、アイドリング行動 + セリフ、アイドリング行動 + コメント行動の 9 個のパターンの行動が観察された。実験参加者がつけた解釈コメントを分析することにより、構成的考証法の有効性を示唆する多数の知見が得られた。演技投影フェーズでは、バーチャル空間における主観的な評価が参加者のストーリー理解に有用であることを示唆する結果が得られた。

芥川龍之介の短編小説「藪の中」を題材として本実験を行い、実際に解釈アーカイブを

構築可能であることを確認できた。解釈コメントに付与された解釈属性とアンケート結果の相関を調査し、予備実験においては、客観視点よりも重要だと考えられていた主観視点からの感情移入などの体験が、客観的な視点からの解釈の深まりに支えられていると考えられるなどの知見も得られた。

4.4 サービス待ち行動の文化依存性の分析で得られた知見

参加者実験において、窓口の順番待ちで、列並びを日本文化と、店員の視線を中心とする非言語的なコミュニケーションを基本とするタイ文化の行動様式の差が、第一人称視点からの観察でより明確に把握できることを示唆する観察結果が得られた。また、いずれの文化圏も割り込みを許さない公正な店員の選好が高いことが判明した。第三人称視点のほうがより大きな気づきをもたらすことも分かった。

4.5 構成的考証法支援システムに関わる成果

以上に述べた研究をさらに発展させるための基盤として、インタラクションデータからのマイニングパッケージの整備、参加者に共有基盤がどの程度構築されたかを推定する認知科学的手法の研究、参加者とエージェントに共有基盤を確立させるための意図推定に基づくインタラクション手法の研究、仮想空間のカメラワークの生成支援システムと仮想シーンの構成とインタラクション生成を支援するシステムの試作も行った。

4.6 次のステージに向けて

以上で得られた知見に基づいて、構成的考証法を用いたコミュニケーション基盤構築手法を取りまとめ、倫理的問題や教育への応用性のある研究ができるという提案を行った。

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0件)

[学会発表](計6件)

1. 西田豊明：人間調和型人工知能をめざして、人工知能学会汎用人工知能研究会(SIG-AGD)国立情報学研究所, 2016年12月15日
2. Yoshimasa Ohmoto, Takashi Ookaki, Toyoaki Nishida: A Support System to Accumulate Interpretations of Multiple Story Timelines. KES 2016: 607-616
3. Yoshimasa Ohmoto, Takashi Suyama, Toyoaki Nishida: A Method to Alternate the

Estimation of Global Purposes and Local Objectives to Induce and Maintain the Intentional Stance. HAI 2016: 379-385

4. Yasser F. O. Mohammad, Toyoaki Nishida: MC²: An Integrated Toolbox for Change, Causality and Motif Discovery. IEA/AIE 2016: 128-141
5. 西田豊明：本当は面白い会話，基調講演，VNV10周年記念大会，電子情報通信学会，国立情報学研究所，2016年3月28日
6. Toyoaki Nishida: Conversational Informatics: Toward Cultivating Wisdom from Conversational Interaction, Keynote Speech, 19th Annual KES Conference, Singapore 7, 8 & 9 Sept. 2015.

[図書](計0件)

[産業財産権]

○出願状況(計0件)

○取得状況(計0件)

[その他]

ホームページ等

6. 研究組織

(1)研究代表者

西田豊明 (NISHIDA, Toyoaki)
京都大学・大学院情報学研究科・教授
研究者番号：70135531

(2)研究分担者

(3)連携研究者

(4)研究協力者

中澤篤志 (NAKAZAWA, Atsushi)
京都大学・大学院情報学研究科・准教授
研究者番号：20362593

大本義正 (OHMOTO, Yoshimasa)
京都大学・大学院情報学研究科・助教
研究者番号：90511775

MOHAMMAD, Yasser
THOVUTTIKUL, Sutasinee
阿部将和 (ABE, Masakazu)
大柿高志 (OOKAKI, Takashi)
加田純平 (KADA, Junpei)
樋口修 (HIGUCHI, Osamu)
野口拓馬 (NOGUUCHI, Takuma)