

令和 4 年 6 月 14 日現在

機関番号：12612

研究種目：挑戦的研究(萌芽)

研究期間：2018～2021

課題番号：18K19836

研究課題名(和文)代講とスキル向上支援を目的としたプレゼンテーションロボット

研究課題名(英文)A Presentation Robot for Reconstructing Lecture and Promoting Self-Review

研究代表者

柏原 昭博(Kashihara, Akihiro)

電気通信大学・大学院情報理工学研究科・教授

研究者番号：10243263

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,900,000円

研究成果の概要(和文)：大学での講義や研究活動におけるプレゼンテーションの非言語動作をモデルベースに診断・再構成する方法を開発し、人型ロボットに代講させるシステムを実現した。また、ロボットによるプレゼンテーション動作のセルフレビューを通してプレゼンタのスキル向上を支援する環境を構築した。評価実験の結果、ロボットが学習者の注意を喚起・誘導・維持するような非言語動作を遂行でき、講義内容の理解を促進することを実証した。また、ロボットによるプレゼンテーションが学習者のセルフレビューにおける気づきを高める可能性を確認した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

知識社会において、新しい知識やアイデアの創出だけでなく、その意義や価値を伝えるプレゼンテーション遂行スキルは極めて重要であるが、プレゼンテーションにおいて必要な非言語動作を見極める試みは見られない。本研究では、聴衆の注意制御・理解促進動作に着目してプレゼンテーション動作モデルをデザインする点に学術的意義があり、モデルベースにプレゼンタの動作を診断・再構成することができる。開発したプレゼンテーションロボットシステムは、プレゼンタの個性や特徴を維持しつつ、代講の質を一定水準に保持できる。また、モデルに基づくロボット代講技術は、プレゼンタのスキル向上支援にも資するもので、非常に有意義といえる。

研究成果の概要(英文)：The main issues addressed in this paper were how to design robot presentation in which a robot substitutes for human presenters to enhance their presentation, and how to improve presentation skills. Our approach to these issues was to build a model of non-verbal behavior in presentation to diagnose and reconstruct non-verbal behavior conducted by presenters. Following this approach, we developed a robot presentation system that appropriately reproduces non-verbal behavior of human presenters with reconstructed one. We also developed a method that allowed learners to self-review non-verbal behavior with the robot presentation system. The results of the case studies with the system suggest the presentation robot could conduct non-verbal behavior as to attention control, promote audience's understanding of presentation contents, and promote self-review in an appropriate way.

研究分野：知識工学

キーワード：学習支援システム プレゼンテーションロボット プレゼンテーション動作モデル 代講 セルフレビュー ロボット講義

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

知識社会においては、新しく創出された知識やアイデアの意義や価値を伝えるためにプレゼンテーションを遂行するスキルが極めて重要である。現在、大学での講義や研究活動をはじめ、色々な場面でプレゼンテーションは実施されている。また SlideShare 等の Web サービスを通じて膨大なプレゼンテーションドキュメントが利用可能となっている。こうした現状にあって、プレゼンテーション遂行を支援すること、並びにプレゼンテーションスキルをシステムティックに向上させることは、学習支援システム研究として重要な研究課題である。

プレゼンテーションでは、通常スライドを用いて、伝えたい内容をいかに聴衆に伝えるかが鍵となる。特に、聴衆の注意を向けさせ、かつ理解を促すことができるように、非言語動作（オーラル・視線動作や身振り・手振り等のジェスチャー）を適切に融合して提示することが求められる。しかしながら、それを体現することは経験を積んでいる者でも容易ではない。また、情報学的にも、個別の内容を伝える上で非言語情報として何を提示する必要がある、またどのように融合すれば聴衆の注意や理解を促すことができるかは明らかではなく、探索的に解明しなければならない問題である。

筆者は、これまでプレゼンテーションにおける伝達内容に着目し、認知的徒弟制の考え方に基づいた学習支援環境を構築してきた。そこでは、研究室固有のプレゼンテーションドキュメント作成経験則（スキーマ）を抽出し、それを足場としてドキュメント作成支援と作成スキル向上支援を実現した。また、この研究を通して、適切にドキュメントを作成できたとしても、プレゼンテーション動作の体現はプレゼンテーション初心者のみならず熟練者でも困難であり、一つの解決策として代講が必要であるとの認識を深めてきた。

一方、プレゼンテーションスキルの向上を図ることも重要であり、それにはプレゼンタによる非言語動作のセルフレビューが不可欠である。その有力な方法は、自らのプレゼンテーションの撮影動画を見て改善点に気づくことであるが、心理的抵抗感が強く、改善点を見落としがちとなる。そこで、コンピュータインタフェイス上のアバタにプレゼンテーションを再現させるシステムを開発し、セルフレビューの促進を図った。撮影動画に比べて、高い客観的見直し効果が得られたが、アバタでは視線動作やジェスチャーの再現とその見直しに限界があり、またプレゼンタが改善すべき動作にしばしば気づかないことがある。これらの問題に対して、身体性を有するロボットによるプレゼンテーション動作を対象としたセルフレビュー、および伝達意図に応じた聴衆の注意制御・理解誘導動作を学ぶ環境を整備することが必要である。

2. 研究の目的

本研究では、大学で実施される講義や研究活動におけるプレゼンテーションを題材に、伝達内容をどのように伝えたいか（伝達意図）に応じたプレゼンテーション動作を表現するモデル（プレゼンテーション動作モデル）の構築を目指した。その上で、プレゼンタ（講師や研究者）によるプレゼンテーション動作からモデルを基盤に聴衆の注意制御、理解促進にとって不適切・不十分な動作を診断し、より適切なプレゼンテーションとなるように動作を再構成する方法を開発した。また、再構成された動作を人型ロボット（プレゼンテーションロボット）に代講させるシステムの開発を目指した。

さらに、プレゼンタのプレゼンテーション動作スキル向上をシステムティックに図るために、ロボットによるプレゼンテーション動作に対するセルフレビューを促し、より適切な動作を学ばせるための支援環境を構築することを目指した。

3. 研究の方法

次頁の図に示す枠組みに基づき、効果的な代講とスキル向上支援を目的としたプレゼンテーションロボットシステムを開発した。また、その有効性評価実験を通してプレゼンテーション動作モデルを漸進的にデザインした。詳細は、次の通りである。

(1) プレゼンテーション動作モデルの構築

次の手順でモデルをデザインする。

動作分類：プレゼンテーション動作としてオーラル、視線、ジェスチャー（身振り・手振り）を取り上げ、聴衆の注意制御（強調、視線誘導など）と、聴衆の理解促進（説明対象の特徴を明示する、話題を繋ぐなど）に必要なプレゼンテーション動作を分類する。

伝達意図の分類：講義や研究で考慮すべき伝達意図を、スライド内容の強調、数・傾向・形状といった説明対象の特徴づけ、スライド間のつながり示唆等にタイプ分けする。

動作と伝達意図の対応付け：プレゼンテーション動作の最新研究・書籍を幅広く調査・分析し、伝達意図を達成するために適した「聴衆の注意制御動作」や「理解促進動作」を整理し、

対応づける。

(2) プレゼンテーションロボットシステムの開発

(1)のモデルに基づき、以下の機能を有するシステムを開発する。

プレゼンテーション収録・非言語動作認識・意図同定：非言語動作・音声の認識を可能とするデバイスを用いて、スライド・オーラルコンテンツを含むプレゼンテーションを収録し、プレゼンテーション動作の認識、伝達意図を同定するメカニズムを開発する。

動作診断・再構成：認識された視線動作、ジェスチャー、パラ言語と同定された伝達意図との対応関係を抽出し、プレゼンテーション動作モデルと照合して不適切・不十分な動作を診断する。また、診断結果に基づき、より適切なプレゼンテーション動作となるように再構成して、ロボットによる代講のための動作シナリオを自動生成する。

代講：動作シナリオ通りにロボットがプレゼンテーション動作を代講する。代講では、エンターテインメント要素として、光や音などのマルチメディア情報も付与する。

(3) スキル向上支援環境の構築

(2)で開発したプレゼンテーション動作診断・再構成機能をもとに、以下の機能を有するスキル向上支援環境を構築する。

セルフレビュー支援：プレゼンテーションの再構成前後におけるプレゼンタの動作をロボットが再現して比較可能とすることで、プレゼンタが動作改善のセルフレビューを実施する。

動作改善：システムによって診断された改善点が反映できるように、プレゼンタのプレゼンテーション動作を補助する。

(4) 有効性評価実験

開発したシステムや支援環境を利用する実験を繰り返し、以下の3点について評価する。

ロボットによる非言語動作の再現・再構成可能性：ロボットによる代講を聴講させて、動作の分かりやすさやプレゼンテーション内容の伝わりやすさをアンケートで分析する。

ロボットによる代講の有効性：聴講者の観点からロボット代講が注意制御を可能にし、講義内容の理解を促すかどうかを理解度テスト等で調査する。

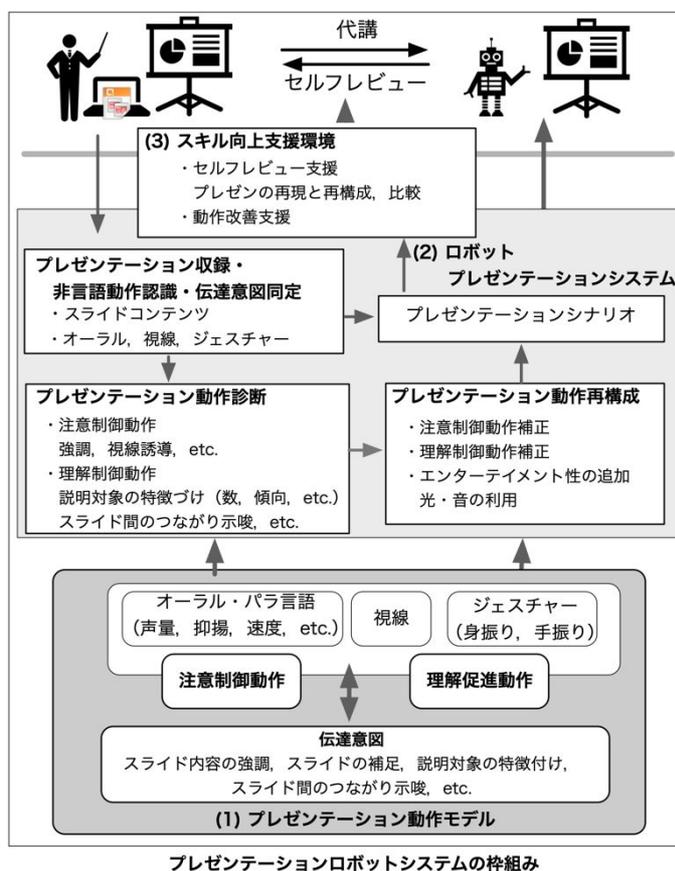
スキル向上への貢献：ロボットによるプレゼンテーション動作の再現がセルフレビューにおける気づきを促すかどうか、およびセルフレビュー後にプレゼンテーション動作の改善がみられるかどうかを調査する。

以上の実験結果を踏まえて問題点を抽出し、プレゼンテーション動作モデルの洗練、ロボット代講およびスキル向上支援の見直し・改善を図る。

4. 研究成果

以下に、主な研究成果とそれらの位置づけ、および今後の展望を示す。

(1) プレゼンテーションでの非言語動作としてオーラル（パラ言語）、視線、ジェスチャーを取り上げ、関連研究の調査・分析から聴衆の注意制御、聴衆の理解促進などに必要となる具体



プレゼンテーションロボットシステムの枠組み

的な動作を分類した。そして、講義や研究で考慮すべきプレゼンテーション意図をタイプ分けし、意図タイプ(興味の喚起、注意・集中制御、コンテンツ理解)ごとに動作カテゴリ(注意喚起動作、注意誘導動作、理解促進動作など)を対応づけるモデルを構築した。

- (2) ジェスチャー・視線・音声の認識デバイスを用いて、スライド・オーラルコンテンツを含むプレゼンテーションを収録し、プレゼンタから入力されるプレゼンテーション意図をもとに非言語動作を認識する。そして、プレゼンテーション動作モデルに基づき不適切・不十分な動作を診断し、より適切な動作となるように再構成するメカニズムを開発した。同時に、代講のための動作シナリオを自動生成するメカニズム、およびシナリオ通りにロボットが代講するメカニズムを開発した。
- (3) プレゼンテーションの再構成前後におけるプレゼンタの動作をロボットが再現することで、プレゼンタが客観的に動作改善のセルフレビューを行える環境を構築した。
- (4) 評価実験の結果、ロボットによる非言語動作が聴衆にとって分かりやすいこと、および講義内容の理解を促進することを確認した。また、ロボットによるプレゼンテーションの再現がセルフレビューを促進できることを確認した。同時に、ロボットによって非言語動作を再現・比較するだけでは、改善すべき点に気づかない場合があることを確認し、再構成前後における非言語動作の差異を顕在化する必要性を見出すことができた。
- (5) 人間が行うプレゼンテーション動作を再構成してロボットに再現させることは独創的であり、プレゼンテーションをより良くする新たな方法を考案した研究であると位置づけることができる。
- (6) ロボットがプレゼンテーション動作を単純に再現する場合と比べて、動作を再構成することでプレゼンテーションコンテンツの理解を促進することができたことは、非言語動作を再構成する基盤となるプレゼンテーション動作モデルの妥当性を示すものである。プレゼンテーションに必要な非言語動作を解明する試みがない現状にあって、本モデルは解明への第一歩となる有意義な研究成果になるといえる。
- (7) 長時間のプレゼンテーションでは聴衆の注意を維持することは難しいとの問題点から、プレゼンテーションロボットシステムを基盤に、講義に対する学習者の聴講状態(集中か非集中)を認識してスライドの説明を休止する、繰り返す、または説明を中断して注意を与えるなど、動作シナリオを制御するメカニズムを開発し、インタラクティブなロボット講義を実現した。
- (8) インタラクティブロボット講義に対する有効性評価実験の結果、学習者の状態を的確に認識できる可能性、シナリオ変更による講義進行が人間講師に近い印象を与える可能性を確認できた。また、講義内容の追従が困難な学習者に対して、ロボットによるインタラクションが有効に機能し、講義後の理解度テストを向上させることを確認できた。一方、講義内容を追従できている学習者に対しては、良い影響を与えないことも同時に確認できた。また、ロボットによるインタラクションのパターンが人間講師に比べて柔軟性に欠けるといった欠点も明らかになった。
- (9) インタラクティブ性を取り入れたロボット講義の実現は、真正な講義に近づける試みであり、非常に独創性が高いといえる。
- (10) セルフレビュー改善のために、2体のロボットを準備して、1体にプレゼンテーションの再現を、もう1体にプレゼンテーションの再構成を行わせ、2体の動作を比較させるシステムを開発した。このシステムでは、ロボット動作の差異を顕在化するために、再構成した動作を誇張する方法を実現している。評価実験の結果、学習者が非言語動作の不適切・不十分さに気づきやすくなる傾向を確認できた。一方、動作の誇張が原因で学習者が自ら実施した動作として認識しにくくなるという問題点が見出され、適度に差異が顕在化する程度で動作を誇張する必要性が明らかになった。
- (11) 今後の展望として、より人間講師が実施するような効果的なインタラクションのための非言語動作をモデル化し、ロボット代講の質を高めること、ならびにプレゼンテーションスキルとしてインタラクションのための非言語動作の学習を支援することが挙げられる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計12件（うち査読付論文 6件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 10件）

1. 著者名 Inazawa Keisuke, and Kashihara Akihiro	4. 巻 E105-D, No.9
2. 論文標題 Designing and Evaluating Presentation Avatar for Promoting Self-Review	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Information and Systems	6. 最初と最後の頁 in press
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Ishino Tatsuya, Goto Mitsuhiro, Kashihara Akihiro	4. 巻 17
2. 論文標題 Robot lecture for enhancing presentation in lecture	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Research and Practice in Technology Enhanced Learning	6. 最初と最後の頁 1-22
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1186/s41039-021-00176-6	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Kashihara Akihiro	4. 巻 1
2. 論文標題 Research on Informatics for Learning and Education	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Information and Technology in Education and Learning	6. 最初と最後の頁 p002 ~ p002
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.12937/itel.1.1.Inv.p002	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 柏原 昭博	4. 巻 37
2. 論文標題 ソーシャルロボットを用いた学びの研究	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 教育システム情報学会誌	6. 最初と最後の頁 73-82
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.14926/jsise.37.73	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 柏原 昭博	4. 巻 35
2. 論文標題 学習支援システム研究における学びのモデルデザイン	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 人工知能	6. 最初と最後の頁 201 ~ 207
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11517/jjsai.35.2_201	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 柏原 昭博	4. 巻 46
2. 論文標題 エンゲージメントを引き出す学習支援ロボット	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 コンピュータ&エデュケーション	6. 最初と最後の頁 30 ~ 37
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14949/konpyutariyoukyouiku.46.30	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Kashihara Akihiro, Ishino Tatsuya, Goto Mitsuhiro	4. 巻 11626
2. 論文標題 Robot Lecture for Enhancing Non-verbal Behavior in Lecture	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Lecture Notes in Computer Science, Springer, Cham	6. 最初と最後の頁 128 ~ 132
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-23207-8_24	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計45件 (うち招待講演 8件 / うち国際学会 9件)

1. 発表者名 Takahito Sudo, Akihiro Kashihara
2. 発表標題 Learning by Teaching Partner Robot in Collaborative Reading
3. 学会等名 The 24th International Conference on Human-Computer Interaction (HCI 2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 柏原 昭博
2. 発表標題 教育システム情報学再考 -閉じこもる学びについて考える-
3. 学会等名 教育システム情報学会 第46回全国大会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 柏原 昭博
2. 発表標題 学習支援システムのデザイン
3. 学会等名 2021年度人工知能学会全国大会 (第35回) 学生企画「観点に基づく研究のデザイン-主観から客観へ-」 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ryotaro Seya, and Akihiro Kashihara
2. 発表標題 Improving Skill for Self-Reviewing Presentation with Robot
3. 学会等名 The 28th International Conference on Computers in Education. (ICCE2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Akihiro Kashihara
2. 発表標題 Research on Information and Systems in Learning and Education
3. 学会等名 Special Session on Technology and Education in Japan: Research, Practice, and More, IEEE International Conference on Engineering, Technology and Education 2020 (TALE2020) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 柏原 昭博
2. 発表標題 学びの主体性を引き出すテクノロジー ～人間とロボット，一緒に勉強するならどっちがいい？
3. 学会等名 夢ナビライブ2019 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 柏原 昭博
2. 発表標題 教育工学における AI 研究のこれまでと今後
3. 学会等名 日本教育工学会2019年秋季全国大会 シンポジウム「AI 時代に求められる教育工学の役割」(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 柏原 昭博
2. 発表標題 学習支援システム研究の核心と拡がり
3. 学会等名 教育システム情報学会第44回全国大会 基調講演 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 柏原昭博
2. 発表標題 効果的な学習体験を作り出す学習支援ロボット
3. 学会等名 2018年度人工知能学会全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Keisuke Inazawa, and Akihiro Kashiara
2. 発表標題 A Presentation Robot for Promoting Model-based Self-Review
3. 学会等名 The 26th International Conference on Computers in Education (ICCE 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tatsuya Ishino, Mitsuhiro Goto, and Akihiro Kashiara:
2. 発表標題 A Robot for Reconstructing Presentation Behavior in Lecture
3. 学会等名 The 6th International Conference on Human-Agent Interaction (HAI2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

電気通信大学 柏原研究室 https://sites.google.com/gl.cc.uec.ac.jp/wlgate/ または、次のURL https://wlgate.inf.uec.ac.jp/contents/publication/

6. 研究組織		
氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------