

# インタラクティブなロボット講義の評価

## Evaluating Interactive Robot Lecture

菅原 歩夢<sup>1\*</sup>, 後藤 充裕<sup>2</sup>, 柏原 昭博<sup>1</sup>

Ayumu Sugawara<sup>1</sup>, Mitsuhiro Goto<sup>2</sup>, and Akihiro Kashihara<sup>1</sup>

<sup>1</sup>電気通信大学大学院 情報理工学研究科

<sup>1</sup>Graduate School of Informatics and Engineering, The University of Electro-Communications

<sup>2</sup>NTT サービスエボリューション研究所

<sup>2</sup>Service Evolution Laboratories, NTT

**概要:**講義では、通常受講中の学習者の理解・集中状態に合わせた説明順序の変更や、学習者への注意などのインタラクションが学習者の講義理解のために重要であり、そのためには学習者の状態把握が必要である。しかし、経験豊富な講師にとっても常に学習者の状態を把握しながら講義を進行することは必ずしも容易ではない。e-Learningでの講義では、学習者の状態を把握できない場合もある。本研究では、学習者の講義理解を促すことを目的に、受講中の学習者の状態を推定しその結果に基づいて講義スライドの提示順序に着目したプレゼンシナリオの再構成を行うインタラクティブロボット講義システムを開発した。ケーススタディを行った結果、ロボット講義は学習者の講義理解の促進に効果がある可能性が示唆された。

## 1. はじめに

近年、プレゼンテーションによる発表が盛んに行われており、発表の場や対象によって伝達すべき内容が異なる。本研究の対象である e-Learning での講義や大学での講義では、学習者へ講義内容を分かりやすく伝えることが目的とされる。このような講義プレゼンテーションにおいて学習者の講義内容の理解を促すためには、学習者の注意を講師が意図した場所へ適切に誘導することが重要であり、講義スライドへの指差しやパラ言語での強調などの非言語動作の活用が必要になる[1][2]。また、講義は講師から学習者への一方的な情報伝達ではなく学習者の状態に合わせてインタラクティブに進行する[3]ため、学習者の理解・集中状態に合わせて説明順序を変更することや、学習者へ注意をすることなどの学習者とのインタラクションも重要であり、学習者の状態を把握することが必要になる。しかし、経験豊富な講師にとっても講義中に適切に非言語動作を活用し続けることや学習者の状態を把握しながら講義を進行することは、必ずしも容易ではない。また、e-Learning での講義の場合、学習者の状態を把握でき

ない場合もある。このような要因から、学習者は注目すべき箇所が分かりづらかったり、講義の進行についていけなくなり、講義内容が十分に伝わらないということが考えられる。

そこで、筆者らはこれまでに非言語動作に着目して講師の伝達意図から適切な非言語動作を導くプレゼン動作モデルをデザインし、講師の代わりにロボットが適切な非言語動作を用いながら、プレゼンを実施する代講ロボットを開発した[4]。このようなロボット講義は、学習者の注意制御や集中力の向上、講義内容の理解促進に効果があることが示唆された。一方で、学習者の状態を把握することができないため、学習者が講義内容についていけずにプレゼンへの集中が途切れた場合に対応することができないという課題があった。

本稿では、学習者の理解・集中状態を推定し、その状態に基づいてプレゼンの説明順序を変更したり学習者へ注意を行うインタラクティブロボット講義システムとその評価について述べる。

## 2. ロボットによる講義支援

ロボットによる講義の代行は、学習者の講義に対するエンゲージメント(講義を聴こうとする姿勢)を引き出す効果が期待できる。関連研究[5,6]によると、ロボットはインタラクションを通して学習者のタス

\*連絡先：電気通信大学 大学院情報理工学研究科情報学専攻  
〒182-8585  
東京都調布市調布ヶ丘 1-5-1 電気通信大学西 3 号館 302  
E-mail : ayumu.sugawara@uec.ac.jp

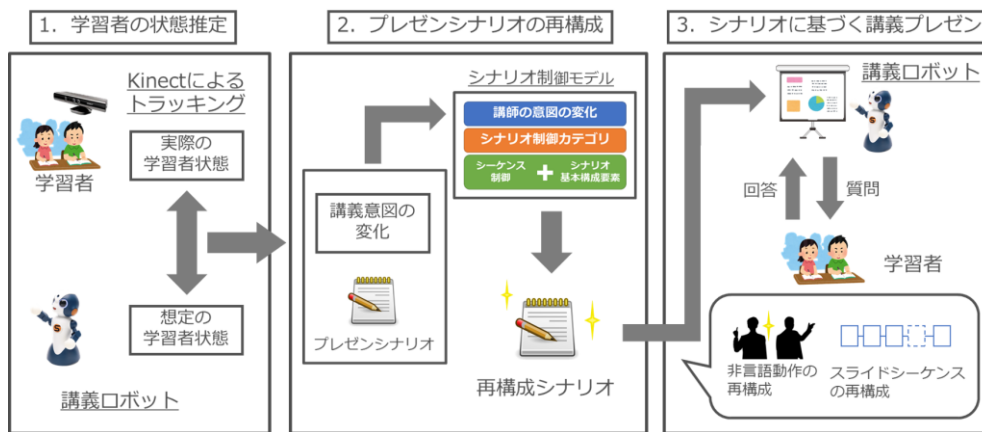


図1 インタラクティブなロボット講義の枠組み

クに対するエンゲージメントにプラスの影響を与えることが示唆されている。

また、学習支援メディアとしてのロボットは、PCやタブレット端末とは異なり、人間として認識されやすい。また、身体性を有しているため視線や学習の場が共有されやすく、共に学んでいるという感覚が得られやすい。このような特徴から、ロボットとのインタラクションでは真正性の高いコミュニケーションを実現することができる。そのため、学習者の注意・集中のコントロールもしやすい。

したがって、ロボットが講義を支援することによって、学習者の注意・集中のコントロールや学習者のエンゲージメントを促進することができると考えられる。

### 3. インタラクティブなロボット講義

#### 3.1 枠組み

図1にインタラクティブなロボット講義の枠組みを示す。本ロボット講義は次の3つのフェイズで実施される。なお、講義ロボットにはVstone社製のSotaを用いる。また、講義のベースとなる動作シナリオは、先行研究のシステム[4]を用いて作成する。

- フェイズ1：学習者状態の推定
- フェイズ2：プレゼンシナリオの再構成
- フェイズ3：シナリオに基づく講義プレゼン

フェイズ1では、学習者の状態を事前に想定して作成したプレゼンシナリオに基づいて、Sotaが講義プレゼンを実施する。同時に、Kinect[7]を用いて受講する学習者のスケルトンデータと顔のトラッキングデータを取得する。これらのデータを用いて、学習者の状態を推定し、推定した学習者の状態から講師が持つべき意図を導き出し、事前に作成したプレゼン

シナリオ中の講師の意図との比較を行う。

フェイズ2では、フェイズ1での意図の比較の結果、講師の意図が一致する場合には、事前に作成したプレゼンシナリオ通りに講義プレゼンを実施し、講師の意図が不一致の場合には、シナリオ制御モデルとの照合を行って、スライドシーケンスに着目したプレゼンシナリオの再構成を行う。

フェイズ3では、事前に作成したプレゼンシナリオやフェイズ2で再構成したプレゼンシナリオを用いてSotaが講義を行う。講義の実施は、先行研究のシステムで生成する動作シナリオをSotaが読み込むことで行われる。動作シナリオは、プレゼンシナリオの一部でありジェスチャーや顔向き、スライド番号、オーラルコンテンツがタイムスタンプで管理されている。学習者は、スライド表示用のブラウザを通してSotaからのインタラクションに対する回答のデータを入力することができる。インタラクションは講義内容に対する質問やシナリオの再構成に関する問いかけを想定しており、例えば、Sotaからスライドを繰り返すか質問をされた場合に、学習者は繰り返してほしいかどうかを入力して、処理を分岐させることができる。

#### 3.2 プレゼンシナリオ

講師は、学習者の状態を想定しながら伝達内容をスライドへ分割して表現し、それらに関係付けすることでプレゼンを作成する。この際、図2に示すように想定した学習者の状態に基づいて、プレゼンに興味を持ってほしい・講義内容の詳細を理解してほしいなどの伝達意図を付与し、伝達意図に合わせた非言語動作やオーラルコンテンツ、スライドシーケンスを含むプレゼンシナリオを設計する。講義を実

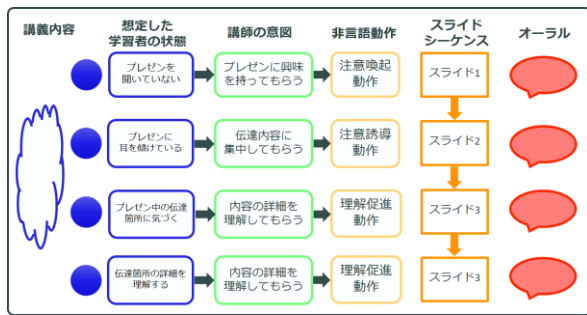


図2 プレゼンシナリオ

施する際には、講師は設計したプレゼンシナリオに従ってプレゼンを行い、予め想定していた学習者の状態と実際の学習者の状態が異なっていた場合に、プレゼンシナリオを変更して実際の学習者の状態に対応しながら講義を行う。

### 3.3 シナリオ制御モデル

学習者の講義内容の理解を促進するためには、学習者の状態に合わせてインタラクティブにプレゼンシナリオを変更しながら講義を進める必要がある。本研究では、図3に示す通り、講師の意図の変化から適切なプレゼンシナリオの再構成方法を導き出すシナリオ制御モデルをデザインした。

本モデルは、講師の意図の変化、シナリオ制御カテゴリ、シーケンス制御とシナリオ基本構成要素の3層の対応関係で表現されており、講師の意図の変化からどのようにプレゼンシナリオを再構成するかを表現したモデルである。講師の意図の変化とは、事前に想定されている学習者の状態と実際の学習者の状態が不一致であった場合に、実際の学習者の状態に対応するための講師の意図の変化のことである。シナリオ制御カテゴリは、プレゼンシナリオを再構成する目的を表し、再構成に必要なシーケンス制御とそれを実現するためのシナリオ基本構成要素の組み合わせを結びつけている。

### 3.4 システムの構成

本ロボット講義システムは、図4に示すように状態推定システム、データ中継サーバー、講義ロボット (Sota)、スライドサーバー、スライド表示用ブラウザからなる。

状態推定システムでは、Kinect を用いて学習者のスケルトンデータと顔のトラッキングデータを取得し、学習者の状態を推定する。推定結果からプレゼンシナリオの再構成を行うかどうかを決定して、次

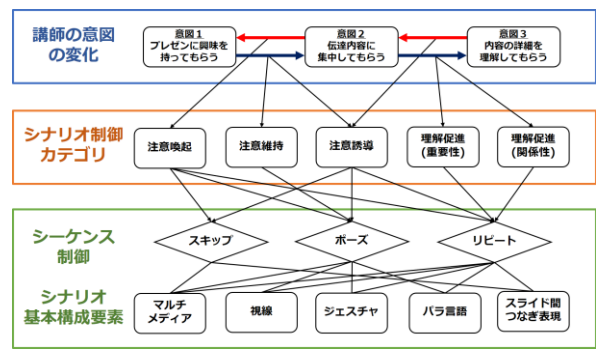


図3 シナリオ制御モデル

に実行すべきスライドとシナリオ再構成の有無をデータ中継サーバーへ送信する。状態推定はスライド単位で行い、1 スライドが終了するごとに次に実行すべきスライドとシナリオ再構成の有無をデータ中継サーバーへ送信する。また、状態推定開始のタイミングの同期を Sota と取るために、Sota からデータ中継サーバーを通してデータを受信する機能もある。

データ中継サーバーでは、状態推定システムから受信したデータを Sota へ、Sota から受信したデータを状態推定システムへ送信する。また、講義のはじめのスライドの開始タイミングを任意に決められるように、スタートボタンが実装されている。

講義ロボット(Sota)では、データ中継サーバーから受信したデータに基づいて動作シナリオを読み込み、表示するスライドのリクエストをスライドサーバーへ送信し、オーラルコンテンツの音声ファイルを再生しながら、指定されたタイミングでジェスチャーを実施することで講義プレゼンが実施される。また、動作シナリオを読み込んで指定されたスライドを実行する準備ができた際に、状態推定を開始するようにデータ中継サーバーへデータを送信する。スライドサーバーとはソケット通信でも接続し、学習者がブラウザに入力するデータを受信することもできる。

スライドサーバーでは、Sota からリクエストされたスライドをブラウザ上に表示する。また、学習者がブラウザに入力したデータを受信し、Sota へ送信する。

スライド表示用ブラウザでは、スライドサーバーから送信されたデータに従ってスライドを表示する。また、学習者とインタラクションを行うためのフォームを表示することもでき、学習者がフォームで入力したデータはスライドサーバーへ送信される。

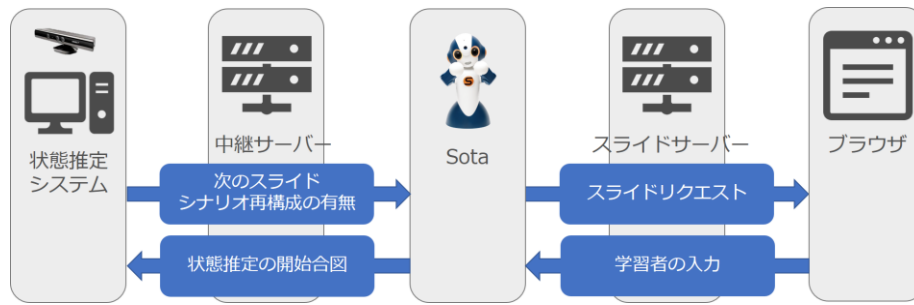


図4 システムの構成

表1 理解度テスト1における実験群と統制群下位間の点数の比較

理解度テスト1		平均点	分散	効果量 d
テスト全体の点数	グループA	3.750	0.625	0.66
	グループB下位	3.125	1.797	
スライド内問題の点数	グループA	2.250	0.375	0
	グループB下位	2.250	0.688	
スライド間問題の点数	グループA	1.500	0.188	1.332
	グループB下位	0.875	0.297	

† : p < .10

表2 理解度テスト2における実験群と統制群下位間の点数の比較

理解度テスト2		平均点	分散	効果量 d
テスト全体の点数	グループA下位	1.875	1.297	1.222
	グループB	3.313	1.121	
スライド内問題の点数	グループA下位	1.250	0.688	1.816
	グループB	2.125	0.359	
スライド間問題の点数	グループA下位	0.500	0.25	2.352
	グループB	1.188	0.309	

† : p < .10

## 4. ケーススタディ

### 4.1 目的と手順

本システムを用いて講義理解が促進されるかを評価するためのケーススタディを実施した。

被験者は理工系の大学生および大学院生 16 名であり、全ての被験者に、プレゼンシナリオの再構成を行うロボット講義とプレゼンシナリオの再構成を行わないロボット講義を1回ずつ受けてもらい、それぞれの講義後に理解度テストに解答してもらった。2つの講義の時間はそれぞれ、講義1が24分30秒（スライド28枚）、講義2が22分40秒（スライド30枚）である。事前に作成したプレゼンシナリオに含まれる講師の意図は各講義で差が小さくなるように設定されている。被験者は講義中にメモを取ることができ、メモを見ながら理解度テストに解答ができる。理解度テストは、1つのスライドだけに解答が含まれているスライド内問題を3問と、複数のスライドから解答が得られるスライド間問題を2問の、計5問で構成されている。各講義の理解度テストの結果を実験群と統制群で比較して、講義理解が促進されているかを評価する。また、各理解度テストの後と実験の最後にアンケートを行い、講義内容やシステムに関する印象評価を行った。再構成用シナリオは、①注意、②スライド繰り返しの確認、③時間を取るかの確認、④注意とスライド繰り返しの確認の4種類を用意した。ポーズ、リピート、スキップ

のシーケンス制御のうち、①と③ではポーズ、②ではリピート、④ではポーズとリピートを使った再構成用シナリオになっている。なお、講義中にスキップが可能な箇所がないため、スキップを使った再構成用シナリオは採用しなかった。

### 4.2 結果と考察

講義1の理解度テスト(理解度テスト1)と講義2の理解度テスト(理解度テスト2)について、講義1では実験群、統制群ともに高い平均点となっており講義2では実験群のほうが高い平均点となっていた。各理解度テスト全体での平均点・スライド間問題の平均点・スライド間問題の平均点に対して対応のない両側 t 検定を行ったところ有意な差は見られなかった。また、講義1、講義2の統制群の講義メモ中に理解度テストに必要なキーワードがどの程度書かれていたかを分析した。どちらの講義の統制群もほとんどの被験者がキーワードを書けており、キーワードが書けていない被験者は理解度テストでの点数が低い結果となっていた。これらのことから、統制群の成績上位者はプレゼンシナリオを再構成せずとも講義についていくことができおり支援の必要性が小さかったと考えることができる。

そこで、実験群と統制群の下位4人の理解度テストの結果を比較する(表1, 表2)。対応のない両側 t 検定を行ったところ、理解度テスト1ではスライド間問題の平均点において有意傾向が見られ(t(10) =

1.969,  $p < .10$ ,  $d = 1.332$ ), 理解度テスト2ではすべての項目で有意傾向が見られた(テスト全体の平均点:  $t(10) = 1.972$ ,  $p < .10$ ,  $d = 1.222$ , スライド内問題の平均点:  $t(10) = 1.905$ ,  $p < .10$ ,  $d = 1.816$ , スライド間問題の平均点:  $t(10) = 1.906$ ,  $p < .10$ ,  $d = 2.352$ ). 効果量も大きく, 平均点に差がついていることがわかる. また, アンケートからは「途中で止まるかや繰り返すかを聞いてくれたため, 講義へついていきやすかった」という趣旨のコメントが複数あった. これらの結果から, プレゼンシナリオを再構成するロボット講義は講義へついていくことが難しい学習者に対して講義理解の促進に効果がある可能性が示唆された.

## 5. まとめ

本稿では, 学習者の講義理解の促進のために, プレゼンシナリオを学習者の状態に応じて再構成してインタラクションを行うロボット講義システムを提案した. プレゼンシナリオを再構成を行うロボット講義の学習効果を評価するケーススタディを行ったところ, 講義へついていくことが難しい学習者に対して講義理解の促進の効果がある可能性が示唆された. 本ケーススタディでは4種類の再構成用シナリオを用いてプレゼンシナリオの再構成を行ったが, 講義中のインタラクションは講師に合わせて様々なものがあると考えられるため, 今後はロボットとの適切なインタラクションの手法を更に検討していく必要がある.

## 謝辞

本研究の一部はJSPS 科研費 18K19836, 20H04294 の助成による.

## 参考文献

- [1] Collins, J.: Education techniques for lifelong learning: giving a PowerPoint presentation: the art of communicating effectively. *Radiographics*, 24(4), pp.1185-1192, (2004).
- [2] Melinger, A., & Levelt, W. J.: Gesture and the communicative intention of the speaker. *Gesture*, 4(2), pp.119-141, (2004).
- [3] 奥井善也, 原田史子, 高田秀志, 島川博光.: 講義中の反応に基づく説明方法と教材の改善. *情報処理学会論文誌*, 50(1), pp.361-371, (2009).
- [4] Ishino, T., Goto, M., & Kashihara, A.: A robot for reconstructing presentation behavior in lecture. In *Proceedings of the 6th International Conference on*

*Human-Agent Interaction*, pp. 67-75, (2018).

- [5] Kidd, C. D., & Breazeal, C.: Effect of a robot on user perceptions. In *2004 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)*, Vol.4, pp.3559-3564, (2004).
- [6] Köse, H., Uluer, P., Akalın, N., Yorgancı, R., Özkul, A., & Ince, G.: The effect of embodiment in sign language tutoring with assistive humanoid robots. *International Journal of Social Robotics*, 7(4), pp.537-548, (2015).
- [7] Kinect for Windows, <https://developer.microsoft.com/ja-jp/windows/kinect>