

インタラクティブロボット講義における 注意・理解リカバリとその評価

島崎俊介^{*1}, 柏原昭博^{*1}

^{*1} 電気通信大学 大学院情報理工学研究科 情報学専攻

Evaluating Recovery of Learners' Attention and Understanding in Interactive Robot Lecture

Toshiyuki Shimazaki^{*1}, Akihiro Kashiara^{*1}

^{*1} Graduate School of Informatics and Engineering, The University of Electro-Communications

講義が長時間になると、学習者の講義に対する注意が外れ、理解の追従が困難になりやすいため、学習者の受講・理解状態に応じてリカバリを施す必要がある。しかしながら、熟練の人間講師でもリカバリは容易ではない。そこで、本研究では講義を代行するロボットが非言語動作を用いて受講中の学習者の注意をリカバーするとともに、チャットボットとして適応的なテスト問題を出題することで学習者の理解をリカバーするためのインタラクティブロボット講義システムについて述べる。特に、注意・理解リカバリアルゴリズムと講義シナリオ再構成方法を提案し、今後の評価実験についても述べる。

キーワード: ロボット講義, 学習支援ロボット, 状態推定, 注意・理解リカバリ, チャットボット

1. はじめに

講義では、通常長時間に及ぶほど講義に対する学習者の注意を制御すること（以下、注意制御）や、理解状態を把握しながら、インタラクティブに講義を進めることが重要となる。しかしながら、熟達した人間講師でもそれらを遂行することは容易ではない。

筆者らは、これまで人間講師の講義に関わる非言語動作（以下、講義動作）をロボットが再現するとともに、モデルベースに不十分な動作を再構成するロボット講義を提案した。そして、ロボットによって再構成された講義動作が、短時間の講義において再構成なしのロボット講義よりも学習者の注意や理解を促進することを実証した¹⁾。しかしながら、学習者の受講状態を考慮しないため、講義が長くなるほど学習者の注意が外れ、講義に追従できず理解できない可能性がある。

そこで学習者の受講状態を推定し、受講状態に応じて、講義動作やマルチメディアを用いたインタラクシ

ョンを制御することで、注意維持支援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^{2,3,4,5)}。このシステムでは、SoftBank Robotics 社製のヒューマノイドロボットの NAO を用いており、学習者に近づくウォークが可能となっており、学習者の注意維持支援に効果的であることを確認している^{3,4,5)}。

一方、長時間の講義では、学習者の注意回復（以下、注意リカバリ）と、理解回復（以下、理解リカバリ）を行うことが必須であり、そのためには学習者の講義に対する理解状態を的確に把握することが必要である。しかしながら、これまでのインタラクティブロボット講義システムでは Kinect により学習者の受講状態を集中・非集中の2状態で推定しており、集中状態であっても学習者の理解がどの程度なのかの把握が困難であった。

本稿では、学習者の受講状態をよりの確に把握するために、Kinect による状態推定に加えて、講義内容の

重要な箇所や関係を問うチャットボット機能を装備したインタラクティブロボット講義システムの開発を目指す。本システムは、チャットボットからの問いかけに対する回答に応じて学習者の注意や理解をリカバーする。

以下、2章では、インタラクティブロボット講義システムに関する関連研究とモデル、本研究の位置づけ、システムの枠組みを述べ、3章では新たに試みる注意・理解リカバリアルゴリズムを示す。4章では、今後予定しているシステムを用いたケーススタディについて説明し、5章では今後の課題について述べる。

2. インタラクティブロボット講義システム

2.1 関連研究と本研究の位置づけ

近年、講義やプレゼンテーションを対象とした学習支援ロボットの関連研究が報告されている。前出ほか(2021)では、オンライン講義でロボットが参加者とインタラクションをするためのシステムを開発している⁶⁾。この研究では、60名程度の大学生を対象に講義することを前提とし、事前に用意したシナリオに基づいて講義を行い、受講者はロボットが出題するWebアプリ問題に回答する。小松原ほか(2015)は、理科室で授業の理解を支援するロボットシステムを提案している⁷⁾。この研究では、小学校の理科の授業において、コミュニケーションロボットとのクイズ形式の対話をインタラクションとして、一定時間以上システムを利用した子どもたちは特定の単位において理解度を有意に向上させる効果を示している。

これらの関連研究では、事前に用意されたシナリオに基づいて講義を実施するが、人間講師の講義動作を再現するためにシナリオを構成することは意図されておらず、また学習者の受講状態の推定やそれに基づく講義動作制御や学習者の注意・理解リカバリは意図されていない。

本研究では、人間講師の個性を活かし、講義動作やスタイルを反映する⁸⁾ことを意図して、ロボットが講義を代行する^{6,7)}。そのために、講師による講義を収録して、ロボットが再現するとともに不十分・不適切な講義動作をモデルベースに再構成する。そして、ロボ

ット講義に対する学習者の受講状態をリアルタイムで推定し、それに応じて学習者の注意・理解リカバリを行う。これらは、関連研究にはない本研究独自のアイデアである。また、学習支援メディアとしてロボットを用いるのは、ロボットが擬人化傾向と物理的身体性を有しており、人間に近い立ち振る舞いや存在感を与えることができ、講義における場・視線を学習者と共有しやすいためである⁸⁾。これらの利点は、学習者の講義に対するエンゲージメントを引き出す可能性を示唆するものである^{9,10)}。

2.2 講義動作モデル

講義動作は、講義意図に応じて実施される。講師は、講義準備する際、通常学習者の状態を仮定し、講義スライド毎に講義意図に基づいて学習者の注意・理解を促すにどのような講義動作を用いるか、講義スライドどうオーラルとして説明するのかを表すシナリオ（講義シナリオ）を組み立てる。図1に、本研究で想定している講義シナリオの構成要素を示す。しかしながら、講義意図に対してどのような講義動作が必要であるのかは情報学的にはこれまで明確にされていない⁹⁾。

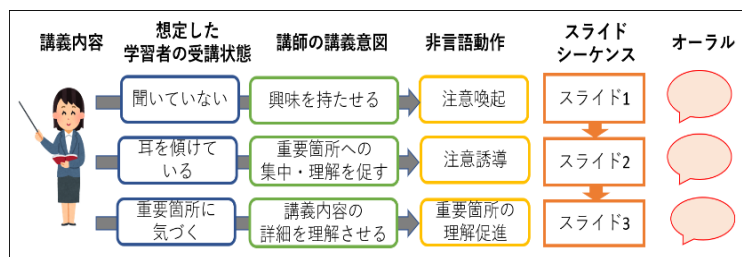


図1 講義シナリオ

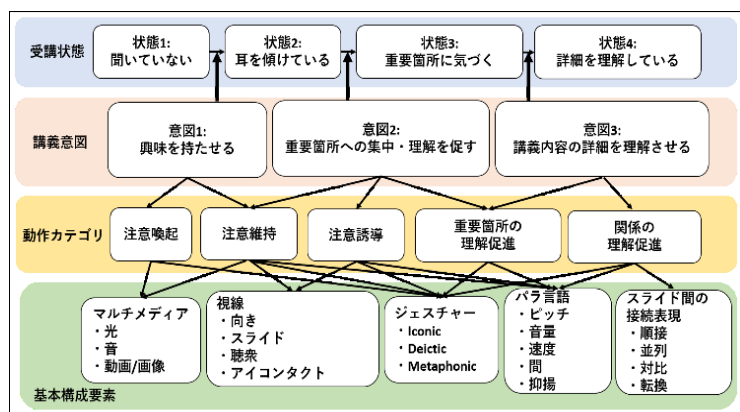


図2 講義動作モデル

そこで、筆者らは図2に示すように、講義意図から適切な非言語動作を導き出すための講義動作モデルをデザインした⁶⁾。このモデルは、受講状態、講義意図、動作カテゴリ、基本構成要素からなる4層構造で表現されている。また学習者の受講状態を図1に示す状態1から状態4で表現し、この状態を1から4へ遷移させることを講義意図として定義している。

例えば、講師が意図2として伝達内容の重要な箇所に関心を向けさせたい場合、モデルに基づくことで注意誘導の動作カテゴリから、スライドへの視線や指差し・パラ言語として重要箇所をゆっくり強く伝えるなどの非言語動作が導き出される。ロボット講義では、講義動作モデルに基づいて、人間講師の講義動作を診断し、不適切・不十分な動作を再構成するためにモデルを用いる。

2.3 シナリオ制御モデル

通常の講義では、講師が学習者の受講状態に応じて、講義スライドの説明順序を変更し、学習者の注意を回復する問いかけや、理解を回復するためのインタラクションを行う。特に、長時間の講義ほど、学習者に応じた講義シナリオの適応的な制御が必須である。ロボット講義でも、学習者の状態に応じた注意・理解リカバリを実現するために、シナリオ制御モデルをデザインした。

図3に、シナリオ制御モデルを示す。本モデルの目的は、講義スライドのシーケンスを制御することで、学習者のロボット講義受講に対する注意制御を行うことにある。そのために、学習者の受講状態、講師の講義意図の変化、講義スライドシーケンス制御、注意リカバリ動作カテゴリ、インタラクションのための非言語動作基本構成要素の5層からなっており、学習者の受講状態の推定をトリガーとして、講義シナリオの再構成を行う。受講状態は、講義動作モデルと同様に、講義動作モデルの状態1から4までの4状態に分けられている。講義意図の変化とは、事前に講義シナリオで想定した学習者の状態と、推定された学習者の受講状態が不一致であった場合に、現在の学習者の状態に対応するため講師が意図を変化させることである。

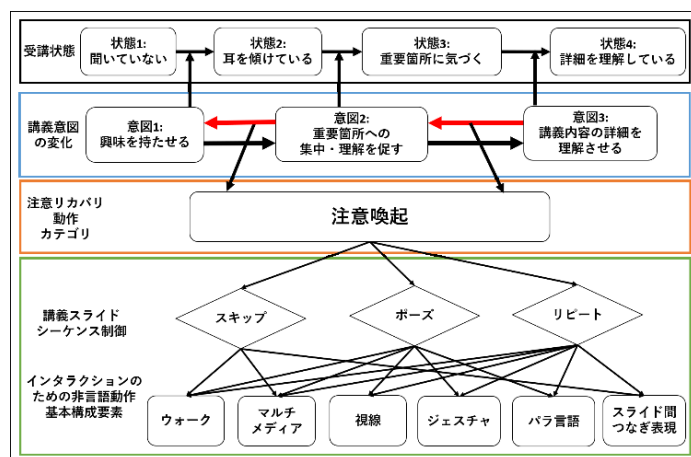


図3 シナリオ制御モデル ※文献 2,3,4,5)を一部改変

講義スライドシーケンス制御とは、図3に示すように、講義スライドの説明としてポーズ・スキップ・リピートを行う制御である。ポーズとは講義スライドの説明を中断することであり、スキップとは講義スライドの理解に応じて、講義スライドの説明を省略することである。また、リピートは講義スライドの説明をもう一度行う制御である。

注意リカバリ動作カテゴリとは、ロボットが学習者に対して注意リカバリを行う際の動作であり、講義を聞いていない学習者や講義への注意が外れた学習者に対して注意喚起動作を実施する。

インタラクションのための非言語動作の基本構成要素とは、ロボットが講義スライドのシーケンス制御と、学習者に注意リカバリ動作を行う際に、学習者に近づくことで注意喚起を行うウォーク、ロボットが目を光らことや音を再生して注意誘導を行うマルチメディア、学習者への顔向け、ジェスチャーやパラ言語などの要素を整理している。

例えば、学習者の注意を講義スライドに向けさせたい意図(意図2)があった際に、学習者はよそ見をしており、集中していない場合は、講義意図を意図2から意図1へ変化させ、学習者に注意喚起を行うためにシーケンス制御としてポーズを行い、講義スライドの説明を中断する。その後、ロボットがウォークで学習者に近づき、非言語動作としてジェスチャーを用いて講義を聞くよう注意喚起を行う。

また、学習者に講義スライド中の重要箇所に基づいてほしい講義意図(意図3)があった際、学習者が重

要箇所に気づかない場合は、講義意図を意図 3 から意図 2 へ変化させ、学習者に注意喚起を行うためにシーケンス制御のリピートを行い、学習者に講義スライドの説明をもう一度行うか問いかける。学習者は、リピートの有無を選択でき、もう一度説明を行う場合、ロボットは講義シナリオに基づき講義スライドを再度説明し、学習者に重要箇所の気づきを促す。

2.4 枠組み

図 4 にインタラクティブロボット講義システムの枠組みを示す。本システムは、講義シナリオを生成する講義収録部、講義スライド毎に学習者の状態推定と生成された講義シナリオを用いてロボットが講義と注意・理解リカバリを実施するロボット講義部、学習者の受講状態に応じて注意・理解リカバリのための講義動作やインタラクションを生成する講義シナリオ再構成部の 3 つから構成されている。講義シナリオ再構成部は、さらに講義スライド制御と注意リカバリ生成を行う講義スライド制御機能と、チャットボットによるテスト問題提示と理解リカバリを行うチャットボット機能で構成される。

まず、講義収録部は筆者らの先行研究と同様に、人間講師が行う講義を Microsoft 社の Kinect v2 で収録、もしくは既に収録された講義動画と、講義スライドを用いて講義シナリオを生成する⁷⁾。講義シナリオは、講師の講義意図、講師のスライドのジェスチャー（顔向け・指差し）、発話音声と発話内容のテキスト文章、パラ言語（声量・音程）の 3 つデータを含む。講義意

図は、予め人間講師がスライド内で強調したいなどの意図した箇所（オブジェクト）をマウスで選択し、リストから具体的な意図を選ぶことで入力する。また、講義意図の入力に併せて、講師が重要箇所を強調したスライドの文字の大きさや、スライドの文字色も取得する。発話内容は、音声認識機能として Google Speech To Text を用いて文字起こしを行う。講義スライドに対するジェスチャーは、講師の指差し、講義スライドの強調箇所、数の大きさのジェスチャーを対象としている。各ジェスチャーは、Microsoft 社の Visual Gesture Builder を用いてジェスチャー認識データベースを作成し、データベースに基づいて人間講師のジェスチャーを同定する。その後、抽出した座標データを NAO の駆動する間接座標に変換することで、ジェスチャーを再現する。パラ言語は、音声解析ソフトウェアの Praat を用いて、人間講師の発話のピッチや音量の周波数を抽出する。人間講師の発話中の強調箇所の同定は、事前に閾値を決めておき、しきい値を超えた音声を強調箇所とする。そして、NAO に強調音声で発話させる。顔向けは、NAO の画像認識機能を用いて学習者の目を追従することで実現する。

その後、講義動作モデルに基づき、生成された講義シナリオが意図した箇所に対してジェスチャー、パラ言語、顔向けなどの講義動作を含んでいるかを診断し、不十分・不適切な非言語動作はモデルベースに動作を再構成する。

次に、ロボット講義部では、Kinect で得られるトラッキングデータを用いて、学習者の姿勢や受講態度に

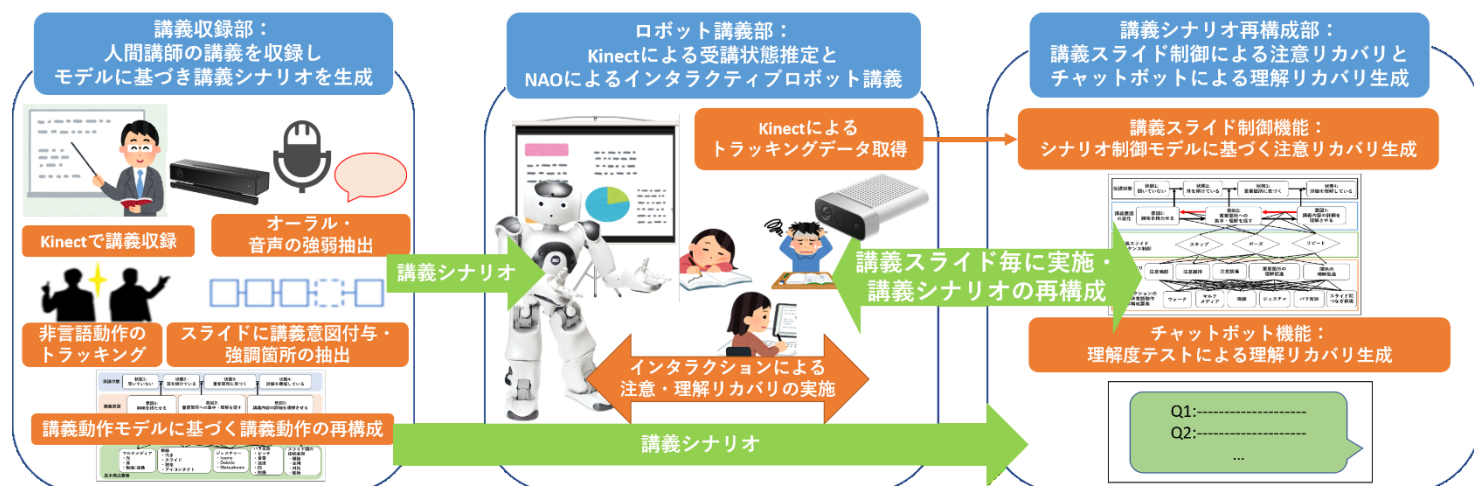


図 4 インタラクティブロボット講義システムの枠組み

基づく受講状態推定を行う。具体的には、顔（目・耳）、首、右腕、左腕のトラッキングデータを取得する。状態推定は、講義スライド毎に行い、状態推定のタイミングは、NAO が講義スライドを説明し、学習者が講義を聞いている時である。推定方法としては、学習者が横を見ている場合（片方の目・耳のトラッキングデータのみ取得できた場合）、学習者の視線が、講義スライドを見ていない場合（目のトラッキングデータが取得できない場合）を状態 1 と推定し、それ以外は状態 2 と推定する。これにより、学習者が講義への注意が外れた場合を推定できる。

また、NAO を用いて、スライド表示ブラウザと同期し、講義スライド毎に、講義シナリオに基づく講義を行う。もし、学習者の受講状態が、講師が予め想定した受講状態と異なる場合は、講義シナリオ再構成部から得られる講義シナリオに基づき講義を行う。

最後に、講義シナリオ再構成部では、講義スライド制御としてロボット講義部の Kinect のトラッキングデータに基づき、学習者の受講状態が想定された状態と異なる場合、講義スライドのシーケンス制御を行い、注意リカバリのためのインタラクションを生成する。生成された注意リカバリ動作は、ロボット講義部に渡され、NAO が注意リカバリのインタラクションを行う。

また、チャットボット機能では、講義スライド制御と同様に、Kinect のトラッキングデータに基づき、チャットボットによる学習者の受講状態推定と注意・理解リカバリ生成を行う。チャットボットは、HTML, JavaScript, Python を用いて実装され、まず講義内容に関するテスト問題を提示することで学習者の受講状態 2～状態 4 のどの状態にあるのかを推定する。チャットボットが提示するテスト問題は、スライドごとに予め人間講師が用意する。また、チャットボットが起動するタイミングは、次章で述べる注意・理解リカバリのフローチャートに基づく。次に、推定された学習者の受講状態に応じて、理解リカバリのためのインタラクションを生成する。生成された理解リカバリ動作は、ロボット講義部に渡され、NAO が理解リカバリのインタラクションを行う。

3. 注意・理解リカバリアルゴリズム

3.1 注意・理解リカバリのフローチャート

インタラクティブロボット講義における注意・理解リカバリは、図 5 のフローチャートに基づき実施される。なお、現時点では、学習者の受講状態を状態 2（耳を傾けている状態）、講義意図を意図 2（重要箇所への理解・集中を促す）に固定しており、本フローチャートではその前提で注意・理解リカバリを実施する。

まず、意図 2 のもとで、ロボットがスライドごとに説明を行うとともに、Kinect による受講状態推定が行われる。次に、受講状態が状態 1 か否かを推定し、状態 1 の場合は、3.2 節の注意リカバリのフローチャートへ遷移する。状態 1 でない場合は、3.3 節で述べる理解リカバリのフローチャートに遷移するまでは、受講状態を状態 2 と仮定して講義を進める。

理解リカバリ開始の判断は、人間講師の意図するタイミングまたはスライドセグメントごとに行う。スライドセグメントとは、事前に講師が定義した講義内容の区切りで、複数枚の講義スライドからなるスライド系列である。基本的には、セグメント内で注意リカバリが n 回 ($n > 0$) 行われた場合、そのリカバリ対象となったスライド（またはスライド間の系列）に対して理解リカバリを開始する。 n を何回目にするかは人間講師の考え方を反映する。 n が 2 回目以上の場合は、注意リカバリ対象となったスライドで挟まれた範囲（系列）に対して理解リカバリを施す。

例えば、人間講師が、 $n=2$ とした場合、状態 1 の受講状態推定結果が 2 回得られたタイミングを理解リカバリの起動条件と設定することで、1 回目に状態 1 が推定された講義スライドから 2 回目に状態 1 が推定された講義スライドの範囲で理解リカバリを行う。

最後に、同一セグメント内で注意リカバリが実施されなかった場合は、セグメント内の任意のスライド 2 枚または 3 枚を対象にテスト問題を出題する。

理解リカバリ実施後は、講義スライドの枚数が最後になるまで講義を繰り返し、適宜、注意リカバリと理解リカバリを行うことで、長時間における学習者の注意制御と理解推定を行う。全ての講義スライドの説明

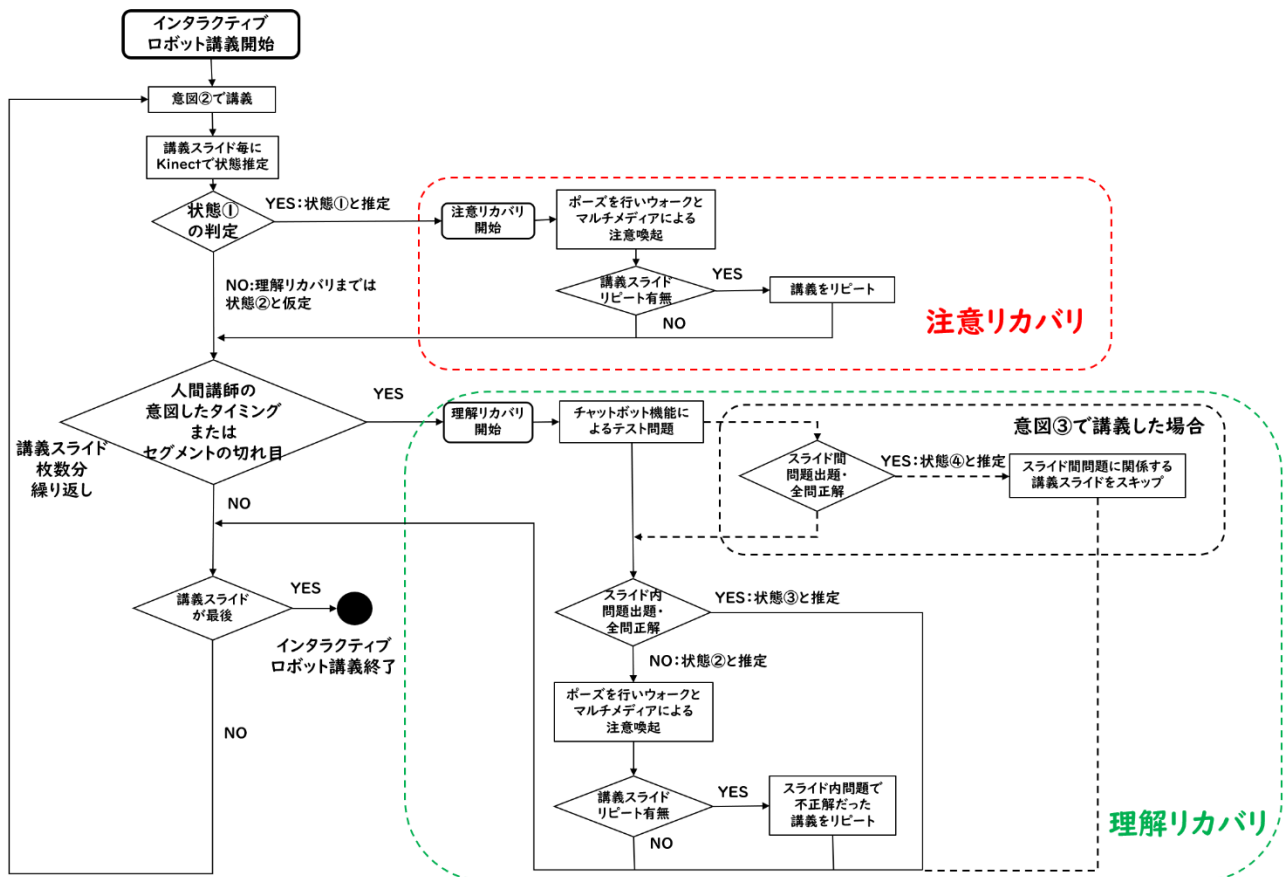


図5 注意・理解リカバリのフローチャート

後，インタラクティブロボット講義は終了する。

3.2 注意リカバリ

注意リカバリは，学習者の受講状態が状態 1:聞いていない場合をトリガーとして発動される．図 5 の赤枠の通り，シナリオ制御モデルに基づき，講義スライドの説明を中断し，学習者に近づくことで，講義への注意を向ける注意喚起を行う．

その後，ロボットは学習者に講義スライドをもう一度説明するかを問いかけ，学習者は説明の要否を選択できる．学習者が説明を要すると選択した場合，ロボットは 1 回に限定してもう一度説明を行う．注意喚起と講義スライドのリピートを行うことで，受講状態が初期状態の状態 2 に回復したとみなし，意図 2 での講義を再開することで，注意リカバリが完了する．

3.3 理解リカバリ

理解リカバリは，受講状態が状態 1 ではない，かつ，人間講師が事前に講義スライド作成時に人間講師の意図したタイミング，または，講義スライドのまとまり

であるセグメントの切れ目をトリガーとして，図 5 の緑枠の通り，チャットボット機能が起動される．チャットボット機能によるテスト問題は，スライド内問題とスライド間問題の 2 種類を用意する．

スライド内問題とは，特定のスライドにおける重要箇所を問う問題である．本研究では，状態 3(重要箇所に気づく)を推定するために用いており，スライド内問題を全問正解すると状態 3 と推定する．スライド内問題は，講義スライド毎に予め人間講師が作成すること前提としており，具体的には，各講義スライドで重要なキーワードを問う問題である．

スライド間問題とは，複数のスライドの関係性を問う問題である．本研究では，状態 4(詳細を理解する)を推定するために用い，スライド間問題を全問正解すると状態 4 と推定する．図 5 では，意図 2 での講義を前提にしているため，スライド間問題を提示することはないが，意図 3 での講義の場合は，スライド間問題を提示して，状態推定を行う．スライド間問題においても，予め人間講師が講義スライドのセグメント単位で

複数用意しており、具体的には、複数のスライドを理解することで回答できる問題である。

スライド内問題とスライド間問題を用いた、適応的なテスト問題の提示は、図 6 の通りである。例えば、注意リカバリの回数 $n=2$ で理解リカバリを起動する場合、1 回目の注意リカバリが起動されたスライド(始点)から、2 回目の注意リカバリが起動されたスライド(終点)までを範囲とし、その範囲内で終点から降順にスライド内問題を出題する。降順に出題する理由として、学習者が記憶を遡りながら、理解ができなくなったスライド範囲を同定しやすくするためである。

もし、セグメント内で一度も注意リカバリが発生しなかった場合は、セグメントについて人間講師が設定した理解リカバリ回数に応じて、理解リカバリが起動される。この場合の理解リカバリタイミングは、人間講師が定めた特定のスライドをトリガーに実施され、特定のスライド間を範囲としてテスト問題を提示して状態 4 かどうかの推定を行う。

受講状態が状態 4 と推定された場合は、学習者は出題したスライド間問題に関する講義スライドをスキップする。受講状態が状態 3 と推定された場合は、意図 2 で想定通りの受講状態に変化したと見なし、講義シナリオ通り次の講義を行う。受講状態が状態 2 と推定された場合は、ロボットは講義スライドの説明を中断するポーズとウォークのインタラクションを行い、もう一度スライドを説明するかを学習者に問う。学習者は講義スライドのリピートの可否を選択でき、学習者がリピートを希望する場合は、もう一度説明することで講義の理解を促す。

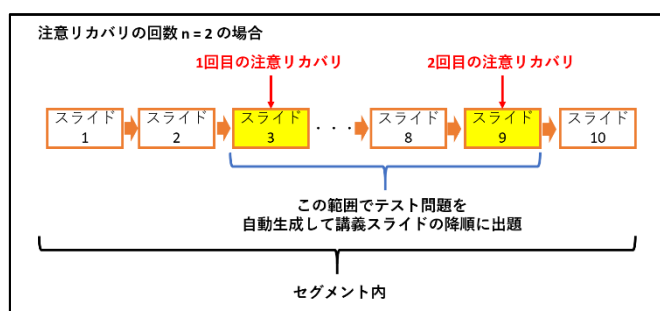


図 6 適応的なテスト問題の自動生成

4. ケーススタディ

4.1 目的と仮説

インタラクティブロボット講義が、注意・理解リカバリ支援に有効かどうかを検証するために、以下の仮説を検証するケーススタディを実施予定である。

H1: 講義スライドシーケンス制御による注意喚起のインタラクションは、長時間の講義における注意リカバリに有効である。

H2: チャットボットによる受講状態推定は、長時間の講義における理解リカバリに有効である。

H1 を検討する評価指標として、学習者とロボットとのインタラクション回数、学習者の講義受講中の視線を用いた客観的評価と、受講後アンケートによる主観的評価を行う。

H2 を検証する評価指標として、講義受講後のテスト問題、システムによる受講推定と学習者の自己評価による受講状態を比較した一致率を用いた客観的評価と、受講後アンケートによる主観的評価を行う。

4.2 実験計画

実験は、表 1 に示す被験者内実験で行う。被験者は、公立高校 1 年生 16 名程度を予定しており、講義は情報科を題材とし、高校教員による講義を予め収録した 30 分程度のコンテンツ(知的財産権とネットワークのしくみ)を用意する(図 7)。実験では、被験者を二群に分け、受講順序を考慮し、インタラクティブに注意・理解リカバリを行うインタラクティブロボット講義条件(IL 条件)と、ロボット講義条件(NL 条件)で実施する。被験者は受講後、スライド内問題とスライド間問題が含まれるテスト問題、7 段階リッカード尺度による受講後アンケート、二者択一による全体アンケートに回答してもらう。

本研究は、JSPS 科研費 18K19836 と 20H04294 の助成を受けた。また埼玉県立川越高等学校村口将美教諭には、講義収録とケーススタディの協力を頂いた。

参 考 文 献

(1) Tatsuya Ishino, Mitsuhiro Goto, and Akihiro Kashihara: “Robot Lecture for Enhancing Presentation in Lecture” Journal of Research and Practice in Technology Enhanced Learning, pp.1-22, (2022)

(2) 柏原昭博, 菅原歩夢: “ロボット講義における講義シナリオの適応的制御”, 教育システム情報学会 2020 年度第 6 回研究会, pp.19-26 (2021)

(3) Shimazaki, T., Sugawara, A., Goto, M., and Kashihara,,: An Interactive Robot Lecture System Embedding Lecture Behavior Model, HCII 2022. Lecture Notes in Computer Science, vol 13329. Springer, Cham, (2022)

(4) 島崎俊介, 菅原歩夢, 後藤充裕, 柏原昭博: “ヒューマノイドロボットを用いたインタラクティブロボット講義システム”, 電子情報通信学会教育工学研究会, pp.97-102 (2022)

(5) 島崎俊介, 菅原歩夢, 後藤充裕, 柏原昭博: “インタラクティブロボット講義における学習者状態推定と注意維持支援”, 教育システム情報学会 第47回全国大会, pp.155-156, (2022)

(6) 前出晃佑, 増田寛之, 本吉達郎, 澤井圭, 高木昇: “オンライン講義で参加者とインタラクションをするためのロボットシステム開発”, 第 37 回ファジィシステムシンポジウム講演論文集 (FSS2021), pp.451-455, (2021)

(7) 小松原剛志, 塩見昌裕, 神田崇行, 石黒浩, 萩田紀博: “理科室で授業の理解を支援するロボットシステム”, 日本ロボット学会誌, Vol.33, No.10, pp.789-799, (2005)

(8) 柏原昭博: “エンゲージメントを引き出す学習支援ロボット”, コンピュータ&エデュケーション Vol.46, pp.30-37 (2019)

(9) 柏原昭博: “ソーシャルロボットを用いた学びの研究”, 教育システム情報学会誌, Vol.37, No.2, pp.73-82 (2020)

(10) 柏原昭博, 島崎俊介: “ロボット講義におけるインタラクションデザイン”, 教育システム情報学会2022年度第2回研究会, pp.16-20, (2022)

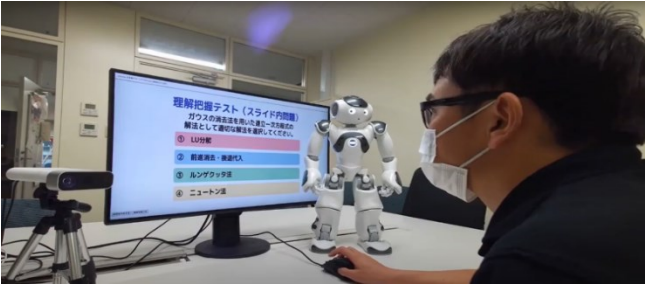


図 7 チャットボットによる理解リカバリの様子

表 1 グループとロボット講義の受講順序

グループ	ロボット講義の受講順序	
	知的財産権	ネットワークのしくみ
A(8 名)	IL 条件 (注意・理解リカバリ有)	NL 条件 (注意・理解リカバリ無)
B(8 名)	NL 条件 (注意・理解リカバリ無)	IL 条件 (注意・理解リカバリ有)

今回のケーススタディでは、予め高校教員の講義を収録し、図 5 のフローチャートに基づき、学習者の受講状態を状態 2、講師の講義意図を意図 2 に固定してロボット講義を用意する。またチャットボットを発動させるトリガーとして、講義スライド内のセグメントで注意リカバリの回数を $n=2$ とする。本ケーススタディでは、ロボット講義の意図を意図 2 に固定しているため、チャットボットによるテスト問題ではスライド内問題に全問正解すると状態 3 と推定し、それ以外は 状態 2 と推定する実験計画で行う予定だが、テスト問題にはスライド間問題も含めている。その理由として、意図 2 で講義を行った場合に、状態 4 に遷移する学習者が存在するかどうかを把握するためである。

5. おわりに

本研究では、講義における学習者の状態を推定し、注意・理解リカバリ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。現在、ケーススタディは実施中であり、結果と考察については今後、発表を予定している。ケーススタディ実施後は、評価指標を分析し、仮説を検証することでインタラクティブロボット講義の客観的評価を行い、注意・理解リカバリ支援に効果的であるかどうかを検証する。