

平成 30 年 6 月 19 日現在

機関番号：34406

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K00499

研究課題名(和文) 講師アバターによる効果的な遠隔講義のための双方向コミュニケーションモデルの構築

研究課題名(英文) Construction of dual-directional communication model for effective distance lecture by lecturer avatar

研究代表者

西口 敏司 (Nishiguchi, Satoshi)

大阪工業大学・情報科学部・准教授

研究者番号：80362565

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：一般的な遠隔講義システムでは、講義を行う講師をカメラで撮影し、その映像を受講者が存在する講義室のスクリーンに投影する。このとき、講師は受講者を俯瞰的に撮影した映像を見ながら講義を行うことになるが、受講者にとっては講師の存在感が低く、講師にとっては遠隔地の講義室に対する臨場感が低いため、受講者の状況に応じた効果的な遠隔講義が困難であるという問題がある。そこで本研究課題では、これらの存在感や臨場感を高めるために、講師アバター(分身)を講義室に配置する状況を考え、受講者の状況に応じた効果的な遠隔講義を実現する際に必要となる、遠隔地間の講師と受講者の間の双方向コミュニケーションモデルを構築した。

研究成果の概要(英文)：In a general distance lecture system, a lecturer who exists at a distance location and gives a lecture is shot by a camera, and the video is projected onto the screen of the lecture room where the students exist. At this time, the lecturer will give a lecture while watching the video taken of the students in a bird's-eye view. In this situation, the presence of a lecturer sensed by students is low. Also, a lecturer cannot not feel that he/she exists in lecture rooms at remote places. Therefore, there is a problem that effective distance lecture according to the situation of the student is difficult. In this research, in order to enhance these presence and realism, we consider the situations where the lecturer avatar robot is placed in the lecture room. In order to realize an effective distance lecture using lecturer avatar robot, we have constructed a dual-directional communication model between lecturers and students on a distance lecture system.

研究分野：センサ情報処理

キーワード：遠隔講義 講師アバターロボット 双方向コミュニケーション

1. 研究開始当初の背景

本研究課題は、遠隔地にいるかのように感じさせる技術であるテレプレゼンテーション技術の分野に関連する。国内では、1990年代からテレプレゼンテーションに関する研究が開始され、また海外でも2000年頃から活発に研究が行われている。初期の段階では遠隔地の情報をローカルのユーザーに提示することで、遠隔地に居るかのような感覚を得ることを目的としていたが、近年は、ローカルのユーザーの情報を遠隔地に送ることで遠隔地の人物とコミュニケーションを可能とする、双方向テレプレゼンテーションの研究が行われるようになってきている。一方、広帯域ネットワーク環境の普及を背景として、遠隔地間での講義の実施を目的とした遠隔講義システムに関する研究開発も盛んであり、主に講師の映像を遠隔地の受講者に視聴させることで実現する手法が一般的である。

直接対面型の講義では、講師は身振り手振りを交えつつ、ときには受講者に歩み寄って受講者の状況を把握しながら授業を進めることができるため、受講者が感じる講師の存在感や、講師が感じる講義室への臨場感は、言うまでもなく非常に高いものとなる。一方、従来の映像ベースの遠隔講義システムでは、講義の受講者は講師の存在感が得られず、また講義を行う講師も遠隔地の講義室に対する臨場感が低く、受講者の様子が把握しづらいため、受講者の状況に応じた講義ができないという問題がある。

2. 研究の目的

本研究課題は、受講者が感じる講師の存在感および講師が感じる遠隔地の講義室に対する臨場感を高めるために、講師の分身となるアバターロボットを遠隔地の講義室に配置することを考える。このような環境の下で、従来の映像ベースの遠隔講義システムよりも効果的な遠隔講義を行うために必要な講師と受講者の間の双方向コミュニケーションモデルの構築を目指す。その際、直接対面型の講義における、講師と受講者の間の双方向コミュニケーションをどのようにモデル化すれば効果的な遠隔講義が実現できるかという問題について、以下の2つの観点から明らかにする。

(a) 講義を行う講師が発する情報をどのように観測して遠隔地の講義室内のアバターロボットに反映すれば、講義室内で受講者が感じる講師の存在感が向上するか。

(b) 講義を受講する受講者が発する情報をどのように観測して、遠隔地で講義を行う講師に提示すれば、一人で講義を行っている講師が感じる遠隔地の講義室への臨場感が向上するか。

3. 研究の方法

(1) 指示動作に基づく講師の存在感の向上

先行研究でロボットによる移動や回転によって、ロボットの存在感が高まること分かっている。そこで、遠隔地の講義室で受講者が感じる講師の存在感を高めるために、講師の動作や身振りに応じて、アバターロボットを移動させたり、回転させたり、アームを制御し、自身の身振り手振りを受講者に伝えることで、講師の存在感をより高めることを考える。遠隔地の講義室に配置するアバターロボットの概要を図1に示す。

講義を実施するにあたって、スクリーンや受講者に対する指示に関する情報は重要である。さらに講師のプレゼンテーション内容や受講者の質問に対する受け答えのための音声が必要である。遠隔地のアバターロボットは講師の指示動作を再現するためにアームを搭載する。講師がコントローラを持ちながら指示動作などの手振りを行うと、その手振りの情報を遠隔地のアバターロボットに送信し、アームの動きを講師の指示動作に同期して制御することで、講師の手振り動作を再現する。また、講師のコントローラのボタン操作により移動や回転も可能である。

さらに、講師が発した音声をマイクで取得してネットワーク配信し、遠隔地に配置したアバターロボットに搭載したスピーカで拡声することで、講師の音声を伝達する。これにより発表内容を遠隔地の受講者に伝えることが可能となる。ロボットから音声を流すことで遠隔地にいる講師の存在感をより向上させる狙いもある。

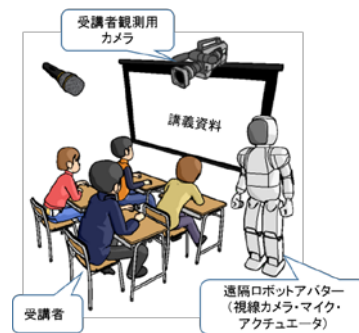


図1 受講者側の空間の概要

(2) 没入型の映像に基づく臨場感の向上

講師の遠隔地の講義室に対する臨場感を高めるために、遠隔地の受講者の様子やスライドの内容が把握でき、かつ受講者側の空間にいるような没入型の映像を視聴可能な環境を構築する。講師があたかも受講者の空間に居るかのような感覚を得るためには、遠隔地で自由に移動することが可能な仕組みも必要である。また遠隔地においても受講者側のスライドショーを進めたり戻したりする必要がある。さらに受講者の質問や雰囲気

握するために受講者の音声が必要である。

これを実現するために、受講者側の講義室に配置したアバターロボットに全天球カメラを設置し、ロボット周辺の受講者の様子を撮影し、得られた画像を講師側へ送信し、講師が装着した没入型ヘッドマウントディスプレイ(HMD)に提示する。没入型 HMD の視聴を通して、講師が遠隔地の様子を把握することで、遠隔地の講義室に対する臨場感の向上が期待できる。

同時に、講師にあたかも自分自身が遠隔地の講義室を移動しているように感じさせるために、講師が持つコントローラのボタン操作によって、遠隔地のアバターロボットの移動や回転操作を可能とする。これにより、より臨場感が高まり、受講者の様子が把握しやすくなることが期待できる。

さらに、コントローラのボタン操作によって、遠隔地のパワーポイントスライドの送りや戻しの操作も可能とする。

そして、遠隔地の受講者による質問や雰囲気把握するために、ロボットに搭載したマイクロフォンによって遠隔地の受講者側の音声を獲得し、講師側のスピーカで拡声する。講師側の空間の概要を図 2 に示す。



図 2 講師側の空間の概要

4. 研究成果

(1) 受講者側のアバターロボット

受講者側に配置するアバターロボットの外観を図 3 に示す。移動ロボットとして、Yujin Robot 社の KOBUKI を使用した。また、制御用 PC として、Intel 社の NUC5i7RYH を搭載し、OS として Ubuntu を利用した。ロボット駆動用のミドルウェアとしては ROS (Robot Operating System) を利用し、ロボットの走

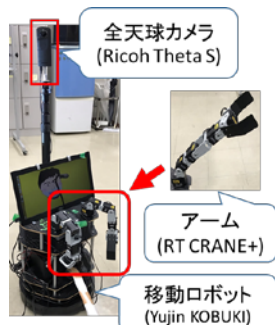


図 3 受講者側のアバターロボット

行、アームの動作、映像の配信を制御した。

講師に遠隔地の受講者側の映像を提示するためには、ロボット周辺の映像を撮影する必要がある。そこで、ロボットには、一度にあらゆる方向の映像を撮影することが可能な全天球カメラとして、Ricoh 社の Theta S (以下、全天球カメラ) を搭載した。なお、全天球カメラは、遠隔地の周囲の様子を見渡せるように床から約 123cm の高さに取り付けた。全天球カメラで撮影された画像のサイズは 1280×720(pixel)であり、1 秒間に約 30 枚の映像を撮影し、講師側に送信する。

講師の身振り手振りを再現するためにロボットの正面にアームを左手用と右手用で 2 本取り付けした。なお、講師は HMD を装着するため、講師の様子をディスプレイに提示しても、受講者は講師の視線を感じるができない。そこで、ロボットには 15.6(inch)の液晶ディスプレイを搭載し、講師の顔画像を提示することとした。さらに、受講者側の音声を獲得するために指向特性のマイクロフォンと遠隔地の講師の音声を流すためのスピーカもロボットに搭載した。

また、受講者側の環境には、ロボットとは別にパワーポイントのスライドショーを進めたり戻したりするためのノートパソコンを用意した。このノートパソコンでは、遠隔地から送られてきたスライドの操作命令を受信し、その命令通りにスライドを進めたり戻したりすることができるプログラムを実行しておく。

(2) 講師側のシステム

講師側の空間の様子を図 4 に示す。講師が装着した没入型 HMD (ヘッドマウントディスプレイ) には、受講者側に配置したアバターロボットに設置された全天球カメラで撮影した映像を受信し、提示する。講師は、ロボットの姿勢に関わらず、受講者側のシーンに没入可能となり、さらに、自由に移動したり、様々な方向を向いたりすることができる。

ロボットのアームの制御、および、移動制御には、スティック内蔵型コントローラを使用する。これを両手に持ち、指示動作をとることで、受講者側のアバターロボットのアームが同じように動作する。さらに、コントローラ上のボタン操作により、ロボットの移動、回転を可能とした。

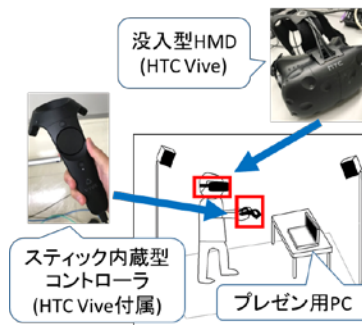


図 4 講師側のシステム

(3) 双方向コミュニケーションモデル

本研究課題で提案した身体性を持つアバターロボットによって、講師が感じる遠隔地の講義室に対する臨場感と受講者が感じる講師の存在感がどの程度得られるかに関する実験を行った。実験は、講師が遠隔地で長時間の遠隔プレゼンテーションを行うスタイルで行った。

講師として1名の学生が10分程度のプレゼンテーションを実施し、受講者として8名の学生にそのプレゼンテーションを聞いてもらった。ビデオ通話を用いた「ビデオ通話方式」と本研究で提案した「アバターロボット方式」でプレゼンテーションを実施してもらい、講師および受講者に対して臨場感および存在感に関するアンケートを実施した。

講師に対して実施したアンケートの結果を図5に示す。棒グラフは各評価の平均値を表し、エラーバーは誤差範囲を表す。

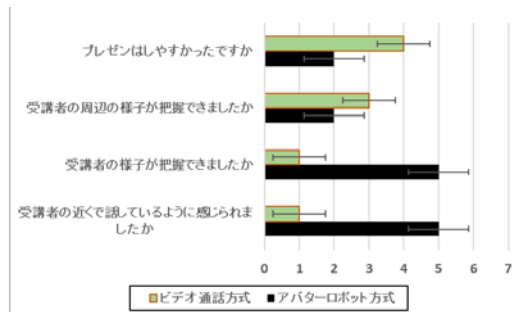


図5 講師に対するアンケート結果

「プレゼンはしやすかったですか」、「受講者の周辺の様子が把握できましたか」の質問で、アバターロボット方式はビデオ通話方式と比べて低い評価であった。低く評価した理由を、プレゼンテーションを実施した学生に尋ねると、「HMDに提示される映像の画質が悪いのでスライドの文字が読みにくい」という意見が得られた。このことから、音声遅延よりもHMDに提示される映像の画質の問題のほうが、講師が感じる臨場感に大きな影響を与えると考えられる。ただし音声については、例えば講師にイヤホンで遠隔地の受講者の声を聞かせると、臨場感が向上する可能性がある。これに関しては、今後検討していく。

一方、「受講者の様子が把握できましたか」、および「受講者の近くで話しているように感

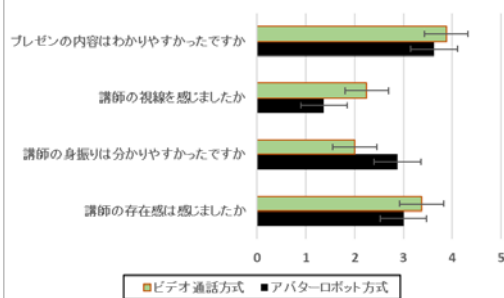


図6 受講者に対するアンケート結果

じられましたか」という質問ではアバターロボット方式はビデオ通話方式と比べて高い評価が得られた。その理由として、ビデオ通話方式は受講者の映像が映し出されないことが挙げられる、さらにHMDによって遠隔地の周辺の様子が把握できたのも理由の一つであると考えられる。

次に、受講者に対して実施したアンケートの結果を図6に示す。図6に示すように、「講師の身振り手振りは分かりやすかったですか」という質問では、アバターロボット方式がビデオ通話方式より高い結果となった。アバターロボット方式にビデオ通話方式より高い評価をした理由を当該学生に尋ねると、「ロボットアームが動いており、ある程度どんな身振りかわかった」という意見が得られた。講師が行った手振りに関する情報が、遠隔地にいる受講者にうまく伝達できたことが理由の一つであると考えられる。

なお、座りながらプレゼンテーションを行うよりも、立ちながらプレゼンテーションを行うほうが自然に身振り手振りを行う回数が増えるということが、本実験を通して観測された。

それ以外の質問項目においては、ビデオ通話方式と比べて低い評価となった。「講師の視線を感じましたか」の質問項目について評価理由を受講者に尋ねると、「手書きの顔画像では視線を感じなかった」という意見が得られた。つまり、ロボットに映し出された手書きの顔画像は講師の視線を感じさせる効果が低いことがわかった。

「発表の内容はわかりやすかったですか」という質問については、「講師の視線を感じなかったので、発表の内容が伝わりにくかった」という意見が得られた。これは講師の視線を感じられないことで、受講者が感じる講師の存在感が損なわれ、結果として発表内容が把握しにくい結果となったのではないかと考えられる。すなわち、講師の視線の感じ具合を向上させると、講師の存在感が高まり、発表内容の把握へとつながると思われる。

「講師の存在感は感じましたか」の質問でビデオ通話方式より低い評価をした学生に尋ねると、「ロボットの動きがぎこちなかったから」、「ロボットに人間味がなかったから」という意見が得られた。アバターロボットでは、アームの構造上の都合から可動範囲が限定されたため、結果としてぎこちない動きになったのだと考えられる。そのため、ビデオ通話方式による映像を介した講師の動きより人間味という観点から劣ってしまったと考えられる。つまり、アームの可動範囲を大きくして自由度を上げると、講師の存在感が高まる可能性がある。ただし、「ロボットによる存在やロボットによる移動およびアーム制御によって、ビデオ通話方式よりは存在感を感じた」という意見もあった。ロボットを見る角度によって、アームの動作に伴って生じる講師の存在感の感じられ方が異

なる可能性がある。

なお、通常の直接対話型の講義と同様に、長時間の遠隔プレゼンテーションでは、受講者の集中力が低下し、ロボットに対する存在感が低下する可能性も考えられる。

本研究課題では、映像ベースの遠隔講義システムよりも効果的な遠隔講義を行うために必要な講師と受講者の間の双方向コミュニケーションモデルの構築を目指し、講師が感じる臨場感と受講者の感じる講師の存在感を高めるアバターロボットを提案した。ビデオ通話方式による遠隔プレゼンテーションと、双方向コミュニケーションモデルを実装したアバターロボット方式による遠隔プレゼンテーションについて、比較実験を行った。本実験で得られた結果は以下のとおりである。

- ・講師が遠隔地の講義室に仮想的に存在して講義をしていると感じる臨場感については、効果がみられた。

- ・提案したアバターロボットでは、直接対面しながら行うプレゼンテーションで得られる講師に対する臨場感および受講者に対する講師の存在感と同等の効果を得ることができなかった。

- ・アバターロボット方式はHMDによる没入感の効果によって、ビデオ通話方式によるプレゼンテーションより臨場感を得ることができ、遠隔地の状況を把握できるが、HMDの画質の悪さや音声遅延により臨場感が損なわれることもある。

- ・講師は座りながらプレゼンテーションを行うよりも、立ちながらプレゼンテーションを行うほうが自然に身振り手振りを行う回数が増え、受講者に講師による身振り手振りが伝わりやすくなる。

今後の課題としては、講師が装着するHMDに提示される映像の画質が向上すると講師に対する臨場感が向上する可能性があることから、より解像度の高い没入型講義映像の撮影と提示などが挙げられる。また、講師がイヤホンを装着し、音声を聞くことで臨場感が高まる可能性も考えられる。さらに、講師の姿をアバターロボット上のモニタに表示させながら自由に移動したり、アームの可動範囲を広げたりすることで、受講者に対しての講師の存在感が向上する可能性がある。これらの課題を解決することで、アバターロボットを介した遠隔講義が直接対面しながら行う講義と同等以上の臨場感や存在感が得られるように改良していくことが今後の課題である。

5. 主な発表論文等

〔学会発表〕(計 7 件)

① 進藤 友馬, 水谷 泰治, 西口 敏司, 橋本 渉, “多人数対話環境における状況に応じた

盛り上げ支援,” 電子情報通信学会 2018 年総合大会講演論文集, H-1-1, 2018-03.

② 西口 敏司, 豊浦 正広, 村上 正行, 橋本 渉, 水谷 泰治, “複数の全天球画像を用いた任意視点画像の生成,” 第 20 回画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2017) 論文集, 2017 年, PS2-17, 2017-08.

③ 西口 敏司, 豊浦 正広, 村上 正行, “没入型授業映像視聴環境のためのハンドジェスチャインタフェース,” 第 42 回 教育システム情報学会 全国大会, 2017 年, I2-15, 2017-08.

④ 阪口 真也人, 豊浦 正広, 赤穂 大樹, 茅暁 陽, 西口 敏司, 埴 雅典, 村上 正行, “アクティブラーニング型授業の分析のための深層学習,” 第 42 回 教育システム情報学会 全国大会, 2017 年, C4-1, 2017-08.

⑤ 安達 遼平, 西口 敏司, 橋本 渉, 水谷 泰治, “遠隔プレゼンテーション支援のためのアバターロボット,” 電子情報通信学会 2017 年総合大会講演論文集 A, H-2-11, 2017-03.

⑥ 西口 敏司, 豊浦 正広, 村上 正行, “没入型 HMD を用いた臨場感の高い授業体験,” 第 41 回教育システム情報学会 全国大会, 2016 年, I1-13, 2016-8.

⑦ 西口 敏司, “複数視点の全天球画像からの任意視点全天球画像の生成,” 電子情報通信学会 2016 年総合大会講演論文集 A, H-3-10, 2016-03.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

西口 敏司 (NISHIGUCHI, Satoshi)
大阪工業大学・情報科学部・准教授
研究者番号: 80362565

(3) 連携研究者

橋本 渉 (HASHIMOTO, Wataru)
大阪工業大学・情報科学部・准教授
研究者番号: 80323278

水谷 泰治 (MIZUTANI, Yasuharu)
大阪工業大学・情報科学部・准教授
研究者番号: 10411414

村上 正行 (MURAKAMI, Masayuki)
京都外国語大学・外国語学部・教授
研究者番号: 30351258