

# ARパペットに基づく仮想プレゼンターを用いた 反転講義用動画作成環境について

片岡 瞳<sup>1,a)</sup> 落合 裕也<sup>1,b)</sup> 大園 忠親<sup>1,c)</sup> 新谷 虎松<sup>1,d)</sup>

**概要:** 本研究では、授業と宿題の役割を反転させた授業形態である反転講義のための動画作成支援システムを開発している。ここでは、反転講義用動画へARパペットに基づく仮想プレゼンターの導入を試みる。ARパペットは、聴講者である生徒の理解促進や興味維持を目的とした、拡張現実空間内のエージェントである。撮影前の事前準備や撮影後の編集作業の負担を軽減するため、撮影中の講師自身によるARパペットの操作が可能なシステムを検討する。また、講師の動きの制限や、講義の進行への影響が少ない操作方法について検討する。本稿では、ARパペットに基づく仮想プレゼンターを用いた反転講義用動画作成のためのシステムについて述べる。

**キーワード:** 反転講義, 拡張現実, 動画作成環境, ARパペット, 仮想プレゼンター

## Developing a Video Editing System for Flipped Classrooms with Virtual Presenters Based on AR Puppets

**Abstract:** In this study, we develop a new video editing system for flipped classrooms that uses a virtual presenter with AR (Augmented Reality) technologies. We realize an AR Puppet that is an agent in AR space to help students learn by lecture videos for flipped classrooms. The system enables teachers to interact with the puppet in the lecture videos without effort because they can efficiently operate the puppet on general-purpose devices while delivering their lectures. We explore proper operations of low cognitive load operations on interactions with AR puppets while conducting lectures. This paper describes how to implement the video editing system for flipped classrooms with virtual presenters based on AR puppets.

**Keywords:** Flipped Classroom, Augmented Reality, Video Editing System, AR Puppet, Virtual Presenter

### 1. はじめに

授業と宿題の役割が反転した新たな授業形態である反転講義において、予習(宿題)用の教材である講義映像の編集における負担を軽減するための支援が必要である。講義の撮影とその記録映像の編集作業は煩雑であり多くの手間が必要である。例えば、撮影した映像に対して、聴講者である生徒が講義内容を理解しやすくするための編集(例えば映像の不要な部分の削除)は重要であるが、負担が大きい。

本研究の先行研究として、可聴性を阻害する話者の癖を

調整し、音声明瞭性の高い理想的な状態に講義映像を変換するための技術を開発してきた[1]。音声のみならず、講義映像を観やすくするなどの視覚的な支援も重要である。例えば、資料の拡大表示などの強調効果の付与、講師の表示方法の変更、テロップの挿入などが挙げられる。スライド映像のみでは映像が単調になりがちであり、生徒の興味の維持が困難であるため、視覚的な演出が必要であると考えた。

そこで本研究では、仮想プレゼンターを用いた反転講義用動画の作成を支援する。生徒の理解を助けるための機能として、ARパペットを開発した。ARパペットは、講師によって操作され、拡張現実空間内のオブジェクトとして存在するエージェントである。AR(Augmented Reality; 拡張現実感)技術を利用することで、映像中の立体的な座標を

<sup>1</sup> 名古屋工業大学  
Nagoya Institute of Technology  
a) eye@toralab.org  
b) ochiyu@toralab.org  
c) ozono@toralab.org  
d) tora@toralab.org

取得可能になる点に着目した。近年のAR技術は、Apple社のiOS端末など、汎用的なモバイル端末で利用可能であり、特別な機器を必要としない点が優れている。反転講義用動画において、仮想プレゼンターは、仮想の講師として講義を行う、人間の講師による講義を補助する、または仮想の生徒として人間の講師に質問をするなど、様々な役割が想定される。これらの役割を検討した上で、人間の講師とARパペットとの対話形式の講義を演出することを可能にするべきであると考えた。特に、ARパペットを仮想の生徒として対話形式の講義を行うことで、生徒の思考を促すことが期待できる。また、生徒にとって実際の講義時間における議論のための予行演習にもなる。

また本研究では、事前に綿密なシナリオを準備する負担や、撮影後の講義映像の編集作業を可能な限り省略するために、講師が講義を継続しながらARパペットを制御可能であるシステムの開発を目指す。このようなARパペットの実現により、講師が講義の進行に応じて柔軟にARパペットとの対話を取り入れることも可能である。講師がARパペットを操作する際に、講師の動きが制限されると講義の進行に影響を与えてしまう可能性がある。講師の認知的負荷が軽く、講義の進行を可能な限り妨げない操作方法について議論する。

また、本稿において講義映像とは、講義を録画した動画とする。ここでの講義映像には、講師によるスライド形式の講義資料を用いた説明が録画されている。講義映像には映像および音声が含まれている。講義映像中の講義資料の映像をスライド映像と呼び、同様に、講義映像中の講師の映像を講師映像、講義映像にARパペットを追加した映像をAR映像と呼ぶ。また、講義映像中の講師の音声を解説音声と呼ぶ。

以降の構成を以下に示す。2章では、関連研究について述べる。3章では、ARパペットの設計について、見た目および操作方法の観点から議論する。4章では、ARパペットを用いた反転講義用動画作成環境の実装について、システム構成と機能を図や実行例を用いて説明する。5章では、開発したARパペットの利用方法や設計について考察を述べる。最後に、6章で本稿についてまとめる。

## 2. 関連研究

### 2.1 反転講義のための動画作成支援

反転講義を取り入れる教育機関やオンラインによる講義を提供するサービスの増加により講義映像の需要が高まっている。反転講義は、生徒の学習意欲の向上や知識の定着を促すことを目的とし2000年頃から提案されている。反転講義では、生徒が宿題として講義前に自習を行い、教室ではグループ学習やディスカッションなど、発展した授業を行う。生徒にとって、講義内容を理解しやすく品質の高い講義映像が求められる。しかし、講師は、講義の様子を

撮影し、撮影した映像の不要な部分を削除したり、生徒が講義内容を理解しやすくするために編集を行う必要があり、講義映像の作成コストは高い。そこで、講師の講義映像の品質向上、作成および編集の支援を行う必要がある。本研究の先行研究として開発した講義映像作成支援システムは、スライド形式の講義資料に対して解説音声を付与した講義映像の作成を支援することを目的とした。ここで、講義映像中には講師映像が含まれない。本研究は、実際に講師が映り、ARパペットを用いてスライド形式の擬似講義を行う動画作成を支援する。

### 2.2 仮想プレゼンターを用いたプレゼンテーションシステム

プレゼンテーションコンテンツの一部として、仮想プレゼンターを導入する研究が行われている。Matulicら[2]は、ライブプレゼンテーションにおいて、発表者のジェスチャーによって動作するアバターをスライドに表示するシステムを開発した。発表者がプレゼンテーションコンテンツの一部となり、データや図などの要素とインタラクションを行う試みである。ここでは、特に発表者とスライド上のコンテンツ両方に集中する必要がないという点に着目している。また、Trinhら[3]は、仮想エージェントとの共同プレゼンテーションを実現するためのシステムを開発した。仮想的な共同発表者の存在が、発表者の不安を軽減し、自信を向上させたことを実証している。仮想エージェントが聴講者の注意を引くことで、発表者の緊張を軽減し、さらに発表の単調さを解消したといった結果が得られている。

また、プレゼンテーション中に仮想プレゼンターを制御することに関連して、ライブパフォーマンス中に2Dキャラクターをリアルタイムに制御する研究が行われている。ライブアニメーションシステムは、人間の頭の動きのトラッキング、音声に応じたリップシンク、または音声コマンドやキーボードによる制御などがよく用いられている。しかし、ライブパフォーマンス中にこれらを制御することが難しいといった問題が存在する。例えば、音声コマンドは直感的な操作だが、パフォーマンスの一部としてスピーチが含まれる場合は制御が難しい。Willetら[4]は、マルチタッチインターフェースによって、リアルタイムに2Dアニメーションを制御するためのシステムを開発している。

本研究ではアドホックな講義映像作成の支援を目的とし、撮影中における講師の操作によって、リアルタイムに講義映像にARパペットを用いた演出効果を追加するシステムである。これにより、撮影前の綿密なシナリオの作成や撮影後の映像編集作業に要する負担の軽減を目的とする。

## 3. ARパペットの設計

本章では、ARパペットの設計について検討する。まずは、制約条件について検討し、各制約条件を満たすための

機能について議論する。次に、特に AR パペットの操作方法について検討する。

### 3.1 制約条件

AR パペットが満たすべき制約条件は、(1) 必要な演出効果を実現可能であること、(2) 撮影中に講義を継続しながら講師自身で操作可能であること、(3) 簡便に利用可能であることの3点である。制約条件(1)の必要な演出効果を実現可能であることとは、ここでは講師と仮想プレゼンターによる対話形式の講義に必要な演出が可能であることを意味する。多様な演出効果が可能であれば多様な講義映像を作成可能になるが、AR パペットの操作が煩雑になることが予想される。制約条件(2)の撮影中に講義を継続しながら講師自身で操作可能であることとは、講義中の講師にとって認知的負荷が軽いということの意味する。対話形式の講義映像を作成する上で、撮影後の編集作業を可能な限り省略するために、講義中に AR パペットを講師自身で操作可能であることが有効であると考えられる。制約条件(1)と(2)は、トレードオフの関係にある。演出効果の種類を増やしても、実際の講義映像撮影中には運用できないと予想される。制約条件(3)の簡便に利用可能であることとは、汎用機器のみで実現可能であること、および AR パペットの操作者を別途必要としないことを意味する。制約条件(2)を緩和するためには、講師以外が AR パペットを操作すれば良いが、講師と AR パペット操作者との事前の準備が負担になると考えられる。

制約条件(1)を満たすために、ここでは AR パペットの演出効果として、(A) 挨拶、(B) 質問、そして (C) 了解の3種類を実現する。これは、講師と AR パペット間の挨拶に始まり、講師と AR パペット間の質疑応答により講義を進めることとしたからである。演出効果(A)~(C)を実現するために、AR パペットは、おおよそ人間のような肢体を持ち、頭の位置と、腕の向きを制御可能にする。さらに、講義内容に AR パペットの見た目を合わせるため、ユーザが AR パペットを作成可能にすることも必要である。

制約条件(2)を満たすために、半自律制御が可能な AR パペットを実現することとした。AR パペットの操作として、自律制御、半自律制御、および手動制御が考えられる。自律制御は、講師の認知的負荷の軽減に有効であると考えられるが、技術的に困難である。手動制御は、操り人形のように講師が全てを操作することを意味するが、認知的負荷が高い。ここでの半自律制御では、講師の簡単な操作により、演出を再生することを意味する。具体的には、(B) 質問は、ポインティング機能として実現する。すなわち、AR パペットがスライド上の点をポインティングしつつ発話する。(A) 挨拶および (C) 了解は、AR パペットが動作付きで発話する演出再生機能として実現する。先にも述べたように、AR パペットは、AR 映像における演出効果と

操作の容易さを両立する必要がある。AR パペットを詳細に操作することができれば多様な演出が可能になるが、操作が複雑になる。演出効果を3種類に限定した上で、半自律制御を可能とすることで、制約条件(1)と(2)を両立すると期待される。

制約条件(3)を満たすために、制約条件(2)で示した半自律制御を実現する。また、汎用機器として Apple 社の iPhone もしくは iPad 上で実現することとした。iPhone もしくは iPad は、AR の機能を標準的に利用可能であり、また講義映像作成のための撮影機器としても優れている。

制約条件(1)~(3)を満たすために、人のような四肢による3つの演出効果を、講義中に容易に操作可能な、拡張現実空間内の仮想プレゼンターを実現する。また、本機能を iPhone もしくは iPad 上で実現することで、汎用機器による導入を可能にする。

### 3.2 操作方法の検討

講義映像を撮影し、AR 映像を作成するためのデバイスの他に、講師が手元で AR パペットを操作するためのデバイスを用いる。これまで我々は、講師が手元の操作用デバイス画面に表示された AR 映像を見ながら、画面のタッチ操作によって AR パペットを操作するシステムを開発した [5]。ここで、ポインティング機能、演出再生機能は、いずれも操作用デバイスの画面をタッチすることで動作する。ポインティング機能について、画面に表示されている講義スライドをタッチする操作はマッピングの観点において直感的であると考えられる。また、演出再生機能については、画面上のボタンをタッチする操作をトリガーとしており、これは非常に簡便な方法であると考えた。この操作方法は、操作のために画面を目視する必要があり、講師の動きを制限してしまう問題がある。そこで、操作用デバイスの画面を目視することなく AR パペットを制御可能な操作方法について検討する。

ポインティング機能については、講義映像内の講義スライド領域と操作用デバイスの画面を対応づけることで、講師は画面を目視することなく講義スライドを指し示すことが可能であると考えた。また、演出再生機能については、画面上のタッチ操作ではなく、物理的なボタンを押す操作によって解決できる。画面を目視する必要がない操作方法として、ジェスチャや音声による入力を利用する方法も検討した。しかし、これらは状況によっては講義に影響を及ぼす可能性があると考えられる。

## 4. AR パペットに基づく仮想プレゼンターを用いた反転講義用動画作成環境の実装

本章では、開発した反転講義用動画作成システムの実装について述べる。まず、本システムに用いるハードウェアの環境やシステム構成について図を用いて説明する。次に、

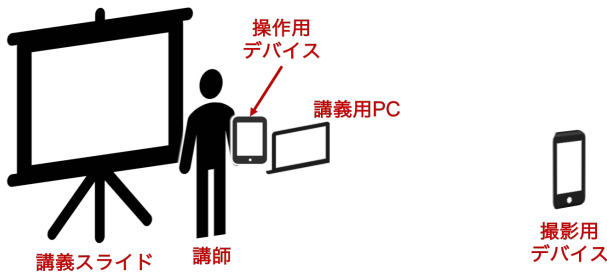


図 1 動画撮影環境におけるハードウェア設置の様子

実装したポインティング機能と演出再生機能について、実行例を用いて説明する。

#### 4.1 システム構成

図 1 は、本システムを利用した動画撮影環境におけるハードウェア設置の様子である。動画撮影環境には、講義用 PC、講義スライド、操作デバイス、および撮影用デバイスが含まれる。講師は講義用 PC によって講義スライドを操作する。講義映像は撮影用デバイスのカメラを用いて撮影する。本システムにおける AR 機能は Apple 社の ARKit を用いて実装したため、撮影用デバイスはこれを利用可能な iOS 端末である。また、講師は操作デバイスのタッチスクリーンおよび音量ボタンによって AR パペットを操作する。本稿における実行環境は操作デバイス、撮影用デバイスともに iPad を用いた。

図 2 に本システムの構成図を示す。本システムは、主に操作デバイスと撮影用デバイスによって構成される。撮影用デバイス内のポインティング機構は、平面検出部と座標算出部を持つ。平面検出部は、カメラを利用しスライド映像を受け取り、平面を検出する。座標算出部は、スライド位置情報と操作デバイス画面のタッチ座標から、ポインティング座標を算出する。また、撮影用デバイス内の AR パペット制御部は、座標算出部から受け取ったポインティング座標を元に AR パペットのポーズを変更する。または、操作デバイスの音量ボタン入力により演出再生イベントを受け取った際は、対応する演出を AR パペットに適用する。AR 表示部は、講義映像に AR パペットを追加した AR 映像を作成し、画面へ出力する。動画記録部は AR 映像を保存する。

#### 4.2 機能

スライド検出機能と AR パペットの自動設定機能について説明する。撮影用デバイスで本システムを起動すると、カメラ映像から平面検出を開始する。講師はあらかじめスライドを平面として検出を行ってから講義を開始する。この操作により、本システムはスライドの位置・大きさ・向き等を認識する。次に、検出したスライド情報に基づき、

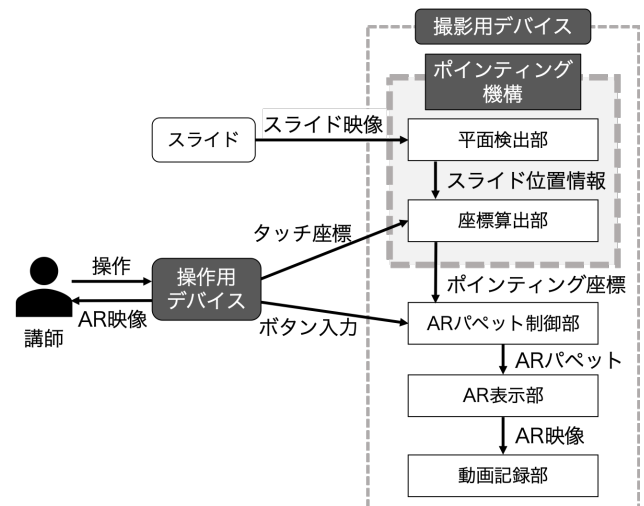


図 2 システム構成図

AR パペットの自動設定を行う。AR パペットの位置・大きさ・向きは、スライド情報に応じて相対的に自動決定する。講師は撮影用デバイスのカメラでスライドを映す動作のみで AR パペットの配置を行うことが可能である。

ポインティング機能について説明する。聴講者である生徒が講義内容を理解することを助けるために、AR パペットがスライド中の任意の点を指し示す機能が必要であると考えた。図 3 はポインティング機能の実行例である。図 3 右の講師は、手元の操作デバイスのタッチスクリーンを操作してポインティング箇所を入力している。操作デバイスの画面上の座標は、AR 映像における講義スライドの領域と対応しており、講師の入力に応じて講義スライド上にポインタが表示される。講師がポインティングを開始すると、AR パペットはポインティング座標まで移動し、元の位置に戻る。生徒にポインティング箇所を注目させるための機能である。講師がポインティングを行なっている間、AR パペットはその点に向けて腕を回転する。図 3 の講義スライド上の点はポインティング箇所を示しており、AR パペットは点の方向を左腕で指し示している。また、ポインティング実行中に AR パペットの頭上には「ここ教えて」という発言が表示される。

次に、演出再生機能について説明する。演出再生機能は、あらかじめシステムに登録済みの AR パペットの演出を、任意のタイミングで再生するための機能である。図 4 は演出再生機能の実行例である。講師が操作デバイスの音量ボタンによる入力を行うと、対応する演出が AR パペットに適用され、再生を開始する。図 4 では、AR パペットを仮想の生徒として対話形式の講義を行うことを想定し、AR パペットが講師の解説を理解したという場面で再生するための「わかった」の演出を再生している。AR パペットの頭上には「わかった！」という発言が表示され、両手を挙げるモーションを実行している。図 5 も同様に、演出再生機能の実行例である。講義の開始時に、AR パペットが講

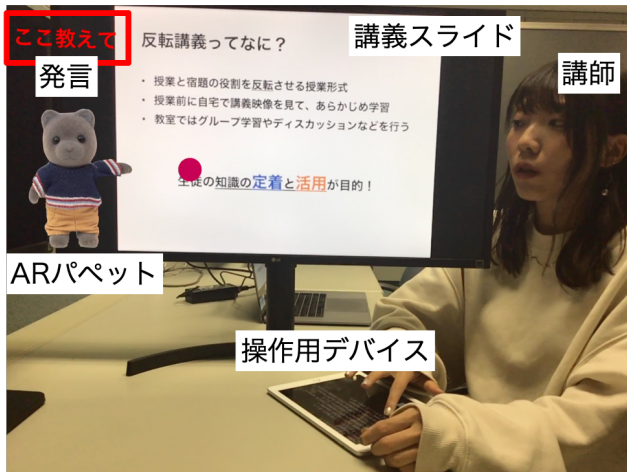


図 3 撮影用デバイスの画面. ポインティング機能を実行している.

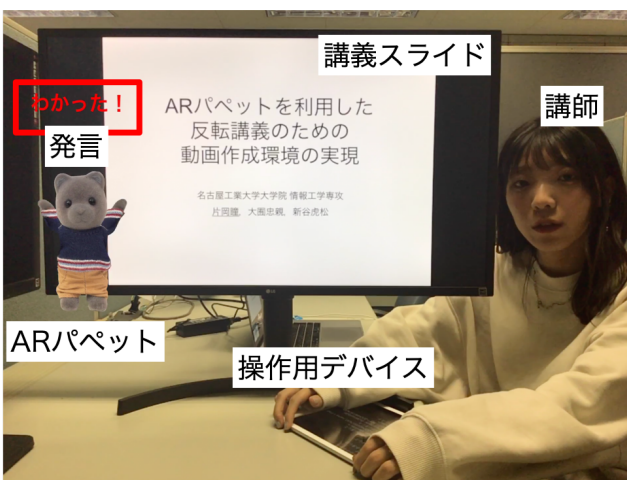


図 4 撮影用デバイスの画面. 講師は操作デバイスの音量ボタンにより AR パペットに「わかった」の演出再生を適用している.

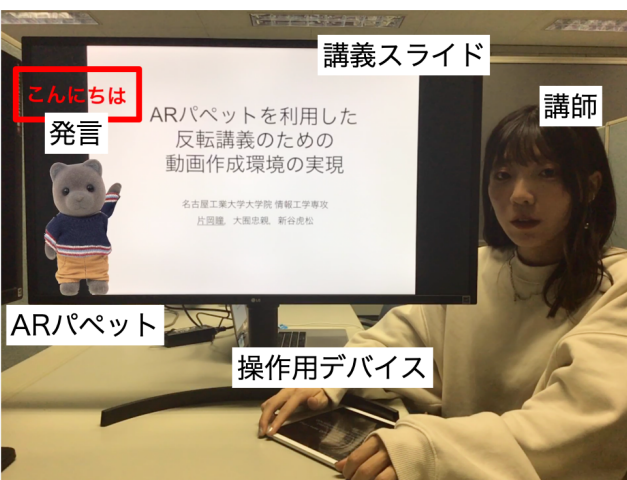


図 5 撮影用デバイスの画面. 講師は操作デバイスの音量ボタンにより AR パペットに「あいさつ」の演出再生を適用している.

師に挨拶をするための「あいさつ」の演出を再生している. AR パペットの頭上には「こんにちは」という発言が表示され, 右手を挙げて挨拶するモーションを実行している.

## 5. 考察

本章では, 開発した AR パペットの仮想プレゼンターとしての利用方法や, 見た目と操作方法の設計について議論する.

### 5.1 AR パペットの利用方法

パペットの表示方法について, 本研究では, パペットを画面上に平面的に表示する方法と, AR 空間内に立体的に表示する方法を検討している [6]. パペットを AR 空間内の 3D オブジェクトとして表示することで, カメラの方向によって様々な方向から AR パペットを撮影することや, 現実の環境に応じた表現を実現することが可能になると考えた. 現実の環境に応じた表現とは, 例えば現実の床の上に AR パペットを立たせる, スライドの位置を考慮した移動, 講師とのインタラクティブな振る舞いなどである.

本システムでは, あらかじめアニメーションエディタ上でパーツの位置やボーンの角度のパラメータを設定しシステムに登録することで, モーションとして利用している. AR パペットのモーションの作成において, パラメータを手入力で設定および調整することは手間がかかる. そこで, 教示を用いてモーションを作成する手法を利用することで, この手間を軽減できると考えた [8]. 実物の人形を用いてモーションの実演を行い, それを撮影することによってモーションを作成する. ここでは, 作成済みのモーションを再生する機能として利用する場合と, リアルタイムに教示を行う場合が考えられる.

本システムにより仮想プレゼンターを用いた反転講義用動画作成を行う場合において, 3つの利用方法を検討した. (a)AR パペットを仮想の生徒とし, 講師との対話形式の講義を演出する方法, (b)AR パペットを仮想の講師とし, AR パペットによる講義を演出する方法, および (c)複数の AR パペットによる講義を演出する方法である. (a)では, 動画には講義スライド, 講師, および AR パペットが含まれる. AR パペットが生徒の意見を代弁する演出によって, 生徒の理解を促進することをねらいとする. AR パペットの操作は操作デバイスを用いて行うため, 講師が講義中に操作することも可能であり, または, 講師とは別の操作者が操作することも可能である. (b)では, 動画には講義スライドおよび AR パペットのみが含まれる. 図 6 は, AR パペットを仮想の講師とした動画作成の例である. 講師は動画に含まれないため, 解説音声による講義と AR パペットの操作のみを行う. (c)では, 例えば講師役と生徒役の AR パペットによる対話形式の講義などが想定される.

### 5.2 AR パペットの見た目

本システムで用いた AR パペットの作成方法について説

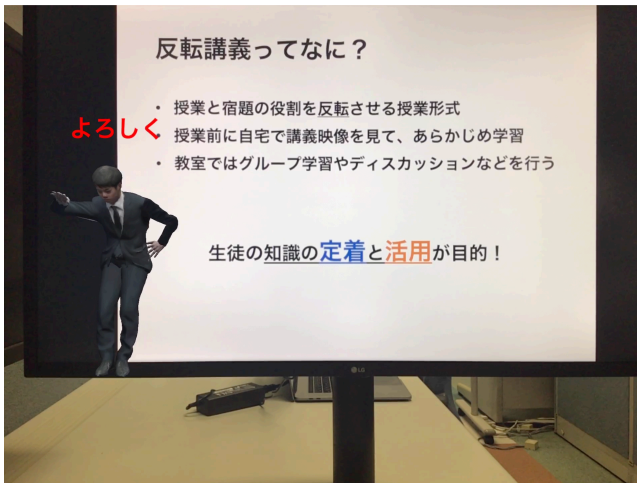


図 6 AR パペットを仮定の講師として動画作成を行なっている例。ここでは AR パペットとして、人間の 3D モデルを利用している。



図 7 AR パペットの元画像

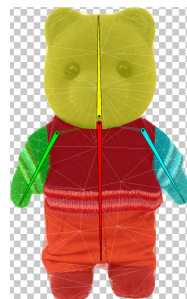


図 8 AR パペットの  
パーツ分け・ボーン

明する。AR パペットは、2D 画像を利用したものと、3D モデルを利用したものの二通りを検討した。2D の AR パペットは、図 7 で示されるように、人形の写真から背景を切り抜いた画像を元に作成した。図 8 のように、頭、胴体、右腕、および左腕の 4 つのパーツに切り分け、それぞれのパーツにボーンを設定する処理を行う。図 8 は、AR パペットが 4 つのパーツに分けられ、それぞれ 1 つのボーンを持っていることを示している。3D の AR パペットは、図 6 でも示したように、人間の 3D モデルを利用して試作した。

本システムにおいて、動画を視聴する生徒の好みに合わせて生徒が AR パペットの見た目を変更したい場合や、講義内容に合わせて講師が動画作成時に AR パペットの見た目を変更したい場合が想定される。複数の 3D モデルから選択できるようにする機能、人形の画像などを取り込み 2D の AR パペットを生成する機能などによって、見た目の変更が実現できると考えられる。

### 5.3 AR パペットの操作方法

対話形式の講義に必要な演出効果の実現と、その操作方

法について考察を述べる。本システムでは、講師と AR パペット間の挨拶と質疑応答という演出を実現するため、ポインティング機能、演出再生機能を実装した。ポインティング機能は、操作デバイスのタッチスクリーンのタッチ入力によって動作する。これまで我々は画面に表示されている AR 映像中の講義スライドをタッチする操作方法を用いた。この方法はマッピングの観点において直感的であり、正確な方法であると考えた。しかし、講師は手元の画面を見ながら操作する必要があったそこで、操作デバイスの画面と講義スライドの領域を対応づけたポインティング機能によって、講師が視線を手元の画面に向ける負担を軽減できると考えた。一方で、この方法で講師は操作デバイスからの視覚的フィードバックを受けないため、ポインティングが正確に行えない可能性がある。そこで、撮影用デバイス画面の AR 映像を別途ディスプレイに表示することにより、手元に視線を向けることなく視覚的フィードバックを受けられると考えられる。あるいは、操作デバイス画面に現在の講義スライドを表示しておく方法が考えられる。操作デバイス画面と講義スライドの領域は対応しているため、AR 映像中の講義スライドをタッチするこれまでの方法よりも視線の制限を軽減できる可能性がある。演出再生機能については音量ボタンによる入力をトリガーとする方法を検討した。これは非常に簡便な方法であり、また画面を確認する必要がないと考えた。ただし、登録できる演出効果の数に制限がある。

講師の動きが制限される問題に対する解決策として、前で述べた通り、講師のジェスチャをトリガーとして演出を再生する方法が考えられる。この方法では、画面を目視する必要がなく、ビデオベースの姿勢推定技術により撮影機材を増やすことなく実現が可能である。しかし、正確さの問題や、状況によってはジェスチャを実行することで講義に影響を及ぼす可能性がある。また、講師はジェスチャを記憶することが望ましいため、ジェスチャと対応する演出のマッピングは直感的でなければならない。

## 6. おわりに

仮想プレゼンターを用いた反転講義用動画作成環境において、撮影中の講師の操作によって動作する AR パペットの開発について述べた。撮影用デバイスの他に、講師が手元で AR パペットを操作するための操作デバイスを用いて、ポインティング機能と演出再生機能を実現した。ここでは、撮影中において講師が手元のデバイス画面を目視する必要がない操作方法が必要であると言える。本システムは特別な機器を必要とせず、汎用的なモバイル端末のみで実行可能である。撮影前の事前準備や撮影後の動画編集の手間を軽減することによって、反転講義のための動画作成を支援した。

謝辞 本研究の一部は JSPS 科研費 JP16K00420,

19K12097, 19K12266 の助成を受けたものです.

#### 参考文献

- [1] 松浦辰雄, 大園忠親, 新谷虎松: 反転授業における音声明瞭性を考慮した講義映像作成支援システムの開発, 第16回情報科学技術フォーラム, Vol.16, No.4, pp.81-84(2017)(FIT論文賞受賞).
- [2] F. Matulic, L. Engeln, C. Träger, and R. Dachsett: “Embodied interactions for novel immersive presentational experiences” Proc. CHI EA '16, ACM, pp.1713-1720(2016).
- [3] H. Trinh, L. Ring, and T. Bickmore: “DynamicDuo: Copresenting with Virtual Agents” Proc. CHI '15, ACM, pp.1739-1748(2015).
- [4] N. S. Willet, W. Li, J. Popovic, and A. Finkelstein: “Triggering Artwork Swaps for Live Animation” Proceedings of the 30th annual ACM symposium on User interface software and technology, pp. 85-95(2017).
- [5] 片岡瞳, 大園忠親, 新谷虎松: AR パペットを利用した反転講義のための動画作成環境の実現, 人工知能と知識処理研究会 (AI), 信学技報, Vol. 119, No. 317, AI2019-32, pp. 13-18, (2019).
- [6] 大園忠親, 落合裕也, 片岡瞳, 新谷虎松: AR 技術に基づく反転講義のための講義映像作成支援システムの試作, 日本ソフトウェア科学会 第36回大会, MACC, 51-L, 6p(2019).
- [7] G. Papandreou, T. Zhu, L. C. Chen, S. Gidaris, J. Tompson, and K. Murphy, Personlab: “Person pose estimation and instance segmentation with a bottom-up, part-based, geometric embedding model” Proc. ECCV, 17p(2018).
- [8] H. Kataoka, T. Ozono, and T. Shintani: “Realizing an Effect Editor for AR Pop-up Picture Books by Teaching Motions” IDDC2019, IEEE, pp. 989-994(2019).