

2022年度 I類 コンピュータサイエンスプログラム 卒業研究最終発表会

複数種類のモーションキャプチャデバイスを併用した 仮想教室システムの実現

I 類(情報系) 成見研究室 学籍番号：1910266 近藤建樹

1 研究の背景

近年、遠隔講義の需要は高まっている。遠隔講義には場所の制約を受けることなく全ての受講者に均一な教育を提供出来るため、COVID-19の流行後にもその需要は存続し続けると言える。一方で平林[1]によると一部の受講者は遠隔授業において孤独感を感じていることが分かっている。

そこで本研究では遠隔講義によって体感する孤独感を解消する事を目的とする。またその際に、対面でのモーショントラッキングが必要となるが教育機関で導入し易い経済性を実現する。

2 研究の目的

本研究では、対面・オンラインを併用した形態での講義において、教室に設置した複数のモーションキャプチャデバイスを用いて取得した講師、受講者のモーションを仮想空間上の教室内にリアルタイムで再現する。また、オンライン受講者に対してまるで実際に教室にいるかのような視覚体験を提供する。また、本システムを用いた際にオンライン受講者の心理状態がどのように変化したかを調べる。

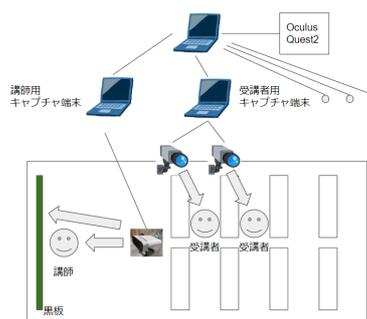
3 先行事例

角川ドワンゴ学園NS高等学校で実施されている非同期型のVR授業や、鹿児島県徳之島町で実施された遠隔地を繋ぐ同期型の非VR授業などが例として挙げられる。

4 開発したシステム

4.1 システムの概要

システムの概要を図1と図2に示す。本システムは図1のように、講師の動きと黒板の様子を捉えて送信する講師用キャプチャ端末、受講者の動きをとらえる受講者用キャプチャ端末、またこれらの情報を受信し統合、VRデバイスにて描画を行う統合・VR端末から構成される。



(図1) システムの概要図

4.2 講師用キャプチャ端末

この端末では、講師と黒板が映るように設置したAzure Kinectを接続し、講師のモーションキャプチャを行う。キャプチャしたデータはOSC通信により統合・VR端末に送信する。また、黒板の映像はKinectにより取得した人物位置を示す2値ビットマップとRGBビットマップを元にUnityのCompute Shaderを利用して人物除去処理を行う。

4.3 受講者用キャプチャ端末

この端末では、受講者の全身が映るように設置したRGBカメラを接続し、モーションキャプチャを行う。キャプチャソフトにはThreeDPoseTrackerを用いる。キャプチャ対象となる受講者1人に対してThreeDPoseTracker - RGBカメラを1対1で対応付けることが必要となるが、複数セットを同一端末で処理すれば複数人分の処理を行うことも可能である。これによりキャプチャした情報はVMCPを用いて統合・VR端末に送信する。

4.4 統合・VR端末

講師用キャプチャ端末、受講者用キャプチャ端末から送信されるキャプチャ情報、黒板の動画像を受信し、仮想空間を表示する。仮想教室の表示例を図3に示す。



(図2) 人物除去シェーダー



(図3) 仮想教室の表示例

(表3) 質問3の回答

被験者	A	B	C	D	Z
a	5	4	3	1	2
b	5	2	3	1	4
c	5	4	3	2	1
d	4	1	3	2	5
e	5	1	4	2	3

5 実験による評価

5.1 実験の内容

Zoomでの遠隔授業を受講した経験のある大学生・大学院生5名に、受講者、講師のいない仮想教室（状況A）、講師のみがいる仮想教室（状況B）、受講者のみがいる仮想教室（状況C）、双方がいる仮想教室（状況D）の4つの状況を体験させた。その後、Zoomを用いた遠隔授業（状況Z）も含めた5つに対して、孤独感を感じた順（質問1）、授業への意欲が高まった順（質問2）、授業への理解が進みやすい順（質問3）に並び替えさせた。

5.2 実験の結果

a~eの被験者毎の~D, Zに対する順位は表1, 2, 3のようになった。

6 性能による評価

6.1 高速化

人物除去処理について、ComputeShader を用いて行った高速化を CPU を用いて処理を行った際との10秒間の平均動作速度により評価した。その結果、CPUを用いた際が21.1fps、ComputeShaderを用いた際が660fpsとなった。GPUでの並列処理により31.3倍の動作速度が実現できた。

6.2 アプリケーションの動作状況

講師用キャプチャソフトと受講者用キャプチャソフト2つを同一の端末で動作させた際と本システムの通り分散させて動作させた際の10秒間の平均動作速度 (fps) の比較を行った。その結果、同一端末時は講師用キャプチャソフトが19.0fps、受講者用キャプチャソフトが12.1fpsであった。分散時には講師用キャプチャソフトが122fps、受講者用キャプチャソフトが17.9fpsとなった。

(表1) 質問1の回答

被験者	A	B	C	D	Z
a	1	2	3	5	4
b	1	3	4	5	2
c	1	2	4	5	3
d	2	3	4	5	1
e	1	3	4	5	2

(表2) 質問2の回答

被験者	A	B	C	D	Z
a	5	4	3	1	2
b	5	1	3	4	2
c	5	4	3	1	2
d	4	2	3	1	5
e	4	2	3	1	5

7 考察

7.1 仮想教室システムによる孤独感の軽減について

表1より全ての被験者が状況Zより状況Dが孤独感を感じなかったと回答していることから、本システムは既存の遠隔授業と比較して受講者の孤独感を軽減できる事が分かった。また、表2, 3より、80%の被験者が状況Zより状況Dの方が学習意欲が高まり授業への理解が進みやすいと回答している。これは、孤独感が軽減したことによって遠隔授業の利点が相対的に高まったためであると考えられる。

7.2 GPUを用いた高速化について

GPUを用いた並列計算を行うことによって人物除去処理の動作速度を大きく向上出来る事が分かった。Azure Kinectのカメラは30fpsで動作することからその性能を生かす事が出来るようになったと言える。

7.3 アプリケーションの動作速度について

本システムのようにモーションキャプチャを行う端末を複数に分散することによって、教育現場でも導入され得る性能のコンピュータであっても、VR体験を阻害しない程度の速度で多人数のモーションキャプチャが実現できることが分かった。

8 まとめと今後の課題

8.1 まとめ

本システムを用いる事で従来のオンライン講義形式と比較して受講者の孤独感を軽減出来る事が分かった。またそれを教育現場で導入可能なデバイスで実現できた。

8.2 今後の課題

RGBカメラを用いたモーションキャプチャにおいて発生する精度の低下への対応を行う。また、教室全体に対応するモーションキャプチャの実現、統合端末とVR端末の分離を行う。

参考文献

- [1] 平林信隆: コロナ禍における大学のオンライン授業に対する新入生の認識についての探索的研究; 共栄大学研究論集, 19号, 55-66(2021, 3)