

平成 26 年度

筑波大学情報学群情報科学類

卒業研究論文

題目

拡張現実感を用いた

プレゼンテーションシステムの開発

主専攻 ソフトウェアサイエンス主専攻

著者名 早川悠

指導教員 田中二郎 志築文太郎 高橋伸 三末和男

要　　旨

近年のプレゼンテーションを行う方法として、PowerPoint や Keynote を用い PC 上で発表資料を作成し、プロジェクタとプロジェクタスクリーンを用いてプレゼンテーションを行う。しかし、この手法は、プロジェクタおよびプロジェクタスクリーンが必要である環境、機器の特性である平面表示と、投影領域がスクリーン内に制限されるという特性がある。

これに対し本研究では、PC と携帯端末、AR マーカ、無線ルータを使用し、先の制限に囚われないことを目的とした新たなプレゼンテーションシステムを考案、実装をした。発表者は従来の手法と同じように PC 上でプレゼンテーションデータを操作し、視聴者は携帯端末を通してプレゼンテーションを視聴することが可能である。

プレゼンテーションを携帯端末内で表示するため、従来のプロジェクタやプロジェクタスクリーンのような機器が不必要であり、拡張現実感により立体オブジェクトの表示と立体オブジェクトに対して発表者のジェスチャによる説明が行える。また、AR マーカが携帯端末のカメラの認識範囲内であればプロジェクタスクリーン内でしか表示できないという従来の制限が無くなる。

目次

第 1 章 序論	1
1.1 プレゼンテーション手法の移り変わり	1
1.2 従来のプレゼンテーションの問題点.....	1
1.3 本論文の構成.....	1
第 2 章 目的とアプローチ	3
2.1 本研究の目的.....	3
2.2 本研究のアプローチ	3
第 3 章 システムの概要と利用シナリオ	4
3.1 システム概要.....	4
3.2 システムの特徴	6
3.3 システム利用の流れ	7
3.3.1 発表者側の利用の流れ	7
3.3.2 視聴者側の利用の流れ	9
3.4 利用シナリオ.....	11
第 4 章 システムの実装	12
4.1 開発環境.....	12
4.2 PC と携帯端末の通信	12
4.3 PC 上の実装.....	12
4.3.1 アプリケーションインターフェース	12
4.3.2 スペース作成補助 BOX.....	15
4.3.3 キーボード操作	16
4.4 携帯端末上の実装	17
4.4.1 アプリケーションインターフェース	17
4.4.2 スペース・3D データの切り替え操作.....	17
4.4.3 3D データの操作	18
第 5 章 関連研究	21
5.1 3D を使用したプレゼンテーション, 会議, 教育に関する研究.....	21
5.2 3D データのオーサリングツールに関する研究	21
5.3 本研究の位置付け	22
第 6 章 結論	23

謝辞 24

参考文献..... 25

図目次

図 3.1.1: 従来の手法のスライド作成画面	5
図 3.1.2: 本手法のスペース作成画面	5
図 3.3.1: スペースを作成する際のツリー構造	8
図 3.3.2: スペースを作成する際の 3D データ配置画面	8
図 3.3.3: AR マーカを認識していない状態	10
図 3.3.4: AR マーカを認識している状態	10
図 4.3.1 プrezentationデータ作成画面	13
図 4.3.2 "Scene"インターフェース	14
図 4.3.3 "Inspector"インターフェース	14
図 4.3.4 操作用 PC 側プレゼンテーション時の画面	15
図 4.3.5 作成補助 BOX と実際の投影状況	16
図 4.4.1 プrezentationデータの構造と表示順序	18
図 4.4.2 3D データの回転	19
図 4.4.3 各キーの入力とその変化量	19
図 4.4.4 各キーの入力とプレゼンテーションデータの変化	20

第1章 序論

1.1 プレゼンテーション手法の移り変わり

現在、学会や講義において、聴衆に対して情報を伝える手段としてプレゼンテーションが主な手段である。プレゼンテーション手法は、初めはフィルムとスライドプロジェクタを使用したものから、OHP シート、OHP を使用した手法に移り変わり、近年では PC 上のプレゼンテーションソフト、PowerPoint や Keynote 等を使用して作成したスライドデータを、プロジェクタを使用してプレゼンテーションを行う手法が大半を占めている。

プレゼンテーション手法が移り変わっていく度に、より簡単にプレゼンテーション資料を作成することが可能になり、フィルムや OHP シートを使用していた時に比べ、物理的に用意するものが少なくなった。

1.2 従来のプレゼンテーションの問題点

現在のプレゼンテーションの大半を占めている手法は、先に述べたように PC 上で作成したデータを、プロジェクタを使用して投影するものである。しかしながら、この手法には環境の制約や、プレゼンテーションの限界が存在する。

1 つ目として、プレゼンテーションを行うためにある程度の設備を要する点である。プレゼンテーションを行う際に、データを保持する PC 以外に、プロジェクタとプロジェクタスクリーンという比較的大きなデバイスを必要とする。これは設備を設置するだけのスペースを要し、設備の購入も必要である。

2 つ目としては、プロジェクタとプロジェクタスクリーンを使用してデータを投影する場合、平面表現でしか投影できない点である。平面図や平面グラフの表現は可能であるが、立体的なデータを表示することは出来ない。

3 つ目としては、データの表示領域はプロジェクタスクリーン領域内である点である。プレゼンテーションを行う場所がいかに広い空間であっても、プロジェクタスクリーンの大きさ以上に投影し、表現することは出来ない。

1.3 本論文の構成

次章以降の本論文の構成は以下のとおりである。第 2 章では、本研究を行うにあたっての

目的とアプローチ方法を述べる。第3章では、本研究において作成したプロトタイプシステムについて述べる。第4章では、プロトタイプシステムを作成する際に要した実装について述べる。第5章では、関連研究を紹介し、本研究の位置付けと、有用性を述べる。第6章では、本研究の結論を述べる。

第2章 目的とアプローチ

2.1 本研究の目的

本研究は、第1章で述べた従来のプレゼンテーション手法の問題点を解決するプレゼンテーションシステムを提案、実装し、既存のプレゼンテーション手法との比較を行うことである。

2.2 本研究のアプローチ

先に述べた目的を達成するために、スマートフォンを使用したプレゼンテーションシステムを開発する。近年大多数の人々が所持し、主流となっているスマートフォンを使用することで、従来のプロジェクタやプロジェクタスクリーン等の設備が不要である。また、拡張現実感によりプレゼンテーションを行う空間のどこにでもデータを投影できるため、従来のプロジェクタスクリーン内のみという投影領域の制限がなくなる。さらに、スマートフォン上で拡張現実感を使用した表現手法により、従来の手法の平面表現を超えた立体表現が可能になる。

第3章 システムの概要と利用シナリオ

3.1 システム概要

現在主流なスライドと呼ばれる平面データを投影するプレゼンテーションに対し、本研究では立体データを携帯端末上で表示する。現味主流な“スライドベース”的プレゼンテーションに対し、携帯端末上で拡張現実感により空間にプレゼンテーションデータを投影する本研究のプレゼンテーションを、本論文では“スペース（空間）ベース”的プレゼンテーションと呼称する。スライドベースと、スペースベースのプレゼンテーションの例を、図 3.1.1 と図 3.1.2 に示す。

本研究で実装したプロトタイプシステムは、発表者側の操作用 PC、視聴者側の視聴用携帯端末、携帯端末がキャリブレーションを行うための AR マーカ、PC と携帯端末を接続するための無線ルータの 4 つのデバイスで構成される。

プレゼンテーションの視聴者は、携帯端末のカメラの視野角内に AR マーカを保持することにより、携帯端末の画面上でスペースベースのプレゼンテーションデータ表示し見ることが出来る。スライドベースのプレゼンテーションにおける特定の文章や画像等のオブジェクトを操作や、前後のスライドに切り替える操作と同じように、操作用 PC ではスペースに表示されたオブジェクトの操作や、前後のスペースへの切り替え操作を行うことができる。発表者側の操作用 PC から、操作コマンドを視聴者側の携帯端末に送るために、無線ルータによりソケット通信を行う。

また、発表者がプレゼンテーションデータを作成する際に、プレゼンテーションデータの作成は従来のスライドベースのプレゼンテーションシステムに慣れ親しんだ人が簡単に作成できるよう、類似した作成方法を取った。従来の手法が新規スライドを作成しスライド内部に文字や画像を挿入するように、本手法でも手軽に行えるよう、新規スペースを作成しスペース内部に文字や画像を挿入するだけでプレゼンテーションデータが作成できるように実装した。

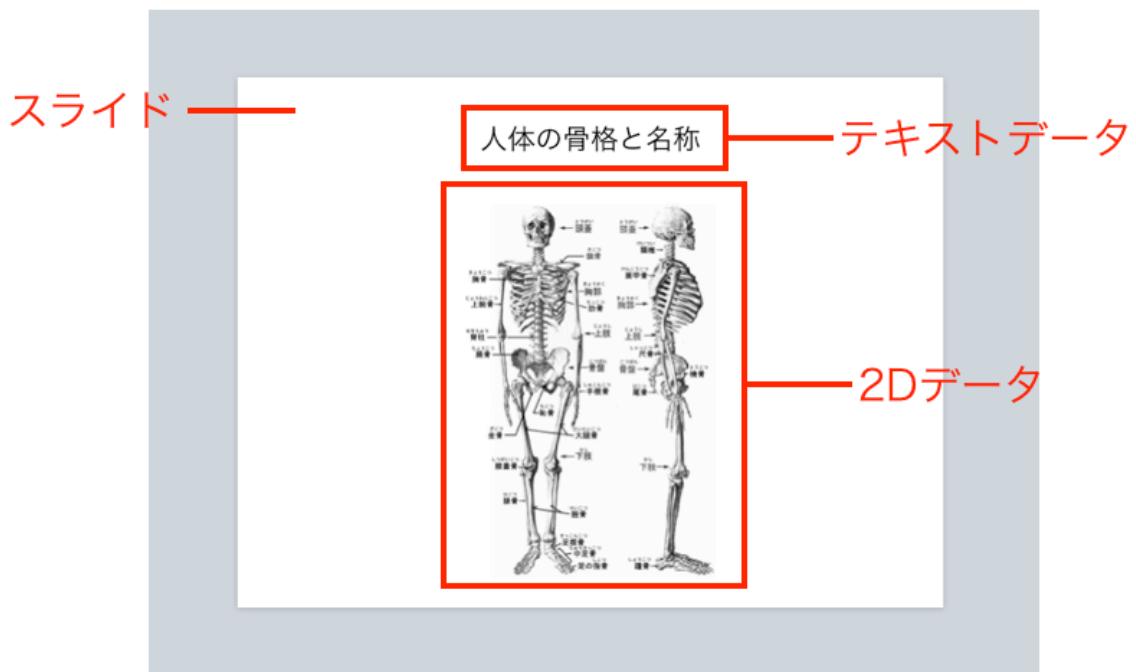


図 3.1.1: 従来の手法のスライド作成画面

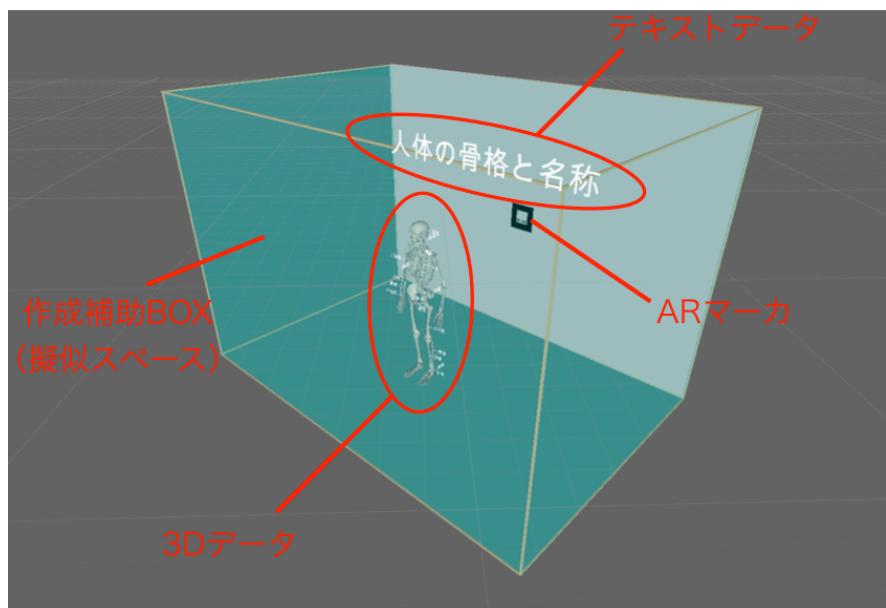


図 3.1.2: 本手法のスペース作成画面

3.2 システムの特徴

本手法は現在の主流なプレゼンテーションに比べて以下の様な特徴を持つ.

幅広い使用環境

従来のスライドベースのプレゼンテーション手法では、プロジェクタ、プロジェクタスクリーンの設備が必須であり、また、それらを設置するだけのある程度広い空間が必要である。しかしながら、本手法では、近年日本で急激に保有率を上げているスマートフォンを使用する。スマートフォンの2014年2月時点での普及率は約58%[1]と、過半数が所持しており、これからも普及率を上げる可能性が高い。個人が所持している携帯端末を使用するため、先に述べたような高価かつ場所を取る設備が不要であり、小さなスペースでも使用することが可能である。そのような場所の例として、多くの企業が集まる企業説明会のブース等、小さいスペースで設備が整っていない会場が挙げられる。

立体表現が可能

実空間にオブジェクトを投影する拡張現実感技術を使用することにより、立体的なデータを表現することが可能である。視聴者が実際視覚するものは、平面な携帯端末画面であるが、ARマーカをキャリブレーションとして使用した拡張現実感の技術により、ARマーカの認識内であれば視聴者が立ち位置移動することにより、さまざまな角度から立体的なオブジェクトを視覚することが出来る。また、発表者が立体データの特定の部分に指で指示するジェスチャ等、スライドベースのプレゼンテーションでは不可能であった3次元的なジェスチャを用いてわかりやすいプレゼンテーションを行うことが可能である。

表示領域の広さ

従来の手法は、表示領域がプロジェクタスクリーン領域内に限られるが、本手法では携帯端末のカメラの視野角内にARマーカが存在さえしていれば、表示するデータの表示領域に制限は無く、プレゼンテーションを行う場所全体を表示領域として使用することも可能である。

この特徴は、実物大の車のプレゼンテーションや、プロジェクタスクリーンの領域を超えた演出など、従来の手法では不可能であった表現が本手法では可能になる。

3.3 システム利用の流れ

本節では、プロトタイプシステムの利用の流れを発表者側と視聴者側の 2 者の視点から述べる。

3.3.1 発表者側の利用の流れ

本項では、発表者がプレゼンテーションデータを作成する際の流れと、発表を行う際の流れの 2 つに分けて述べる。

プレゼンテーションデータの作成の流れ

図 3.3.1 に示す Unity に標準装備されている”Hierarchy”インターフェース用いてスペースの作成を行う。図 3.3.1 は、本システムで使用される様々なオブジェクトデータをツリー形式で表示しているが、データ作成者は”MarkerObject”のみに注目すれば良い。

プレゼンテーションデータを作成する際、まず新規のスペースを作成する。新規スペースの作成は、空のオブジェクトを作成し、”MarkerObject”直下に配置する。スペースに 3D データを配置したい場合は、Finder からドラッグ&ドロップでスペースの直下に配置すれば良い。また、テキストデータを作成する際は、”Create”タブから”3D Text”を選択し、スペースの直下に配置すれば良い。

スペース内に、データを配置したあと、図 3.3.2 に示す”Scene”インターフェースを用いて 3D データの位置を調整する。位置調整の際に、図 3.1.2 に示す、青い透過された”作成補助 BOX”，”作成補助 BOX”内の AR マーカを参考にして調整することが可能である。この”作成補助 BOX”は、プレゼンテーション中に表示されるものではない。また、この BOX は AR マーカのサイズが 15cm × 15cm で、視聴者と AR マーカの距離が 2m 前後の場合に表示可能な領域であり、発表場所によっては BOX をはみ出して配置しても表示される。

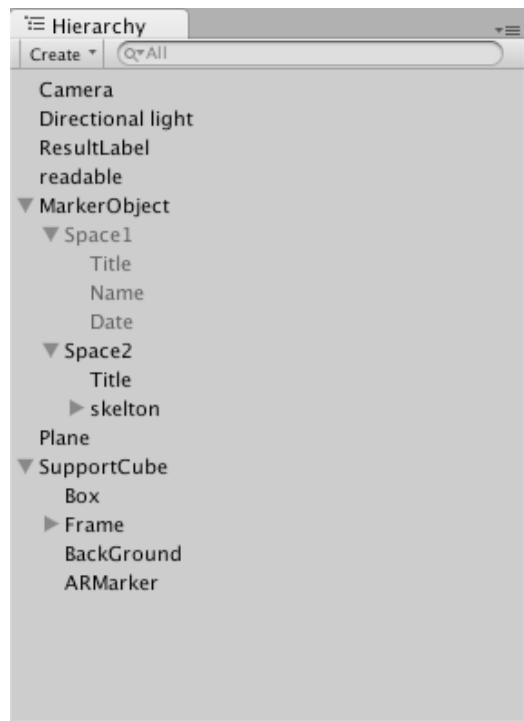


図 3.3.1: スペースを作成する際のツリー構造

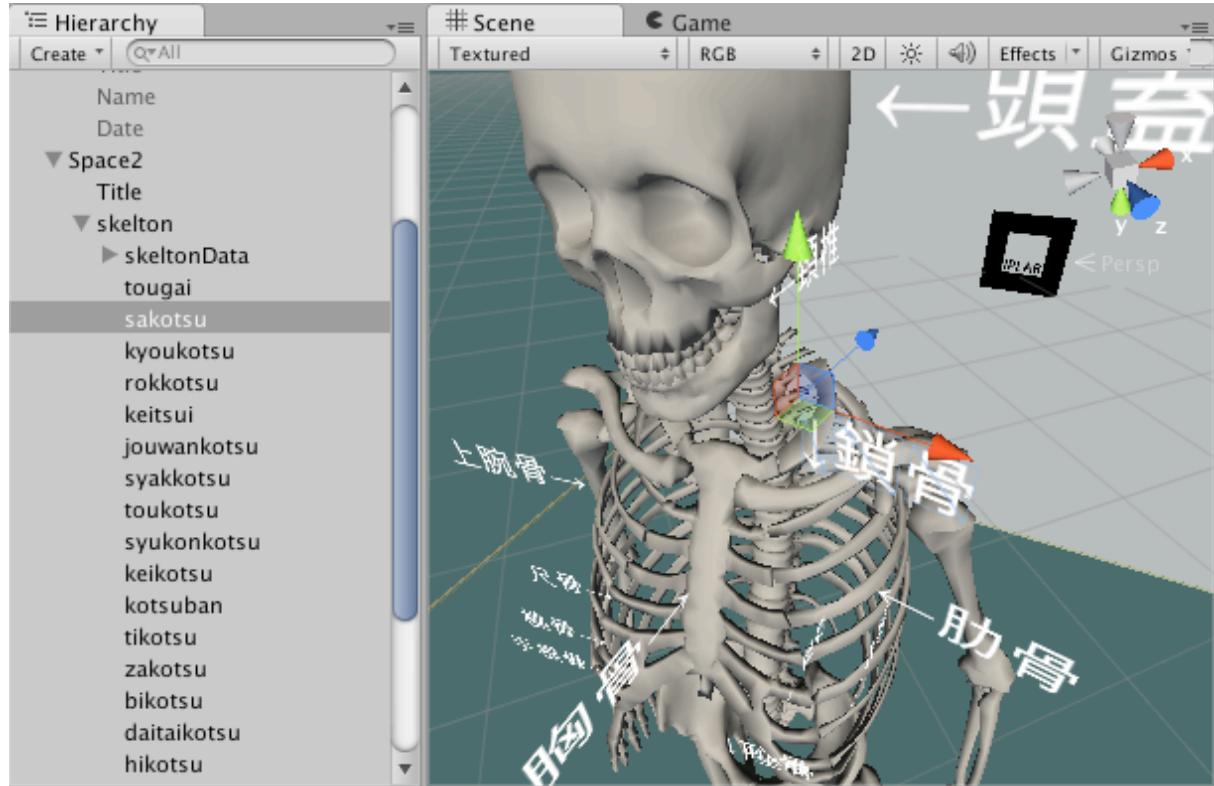


図 3.3.2: スペースを作成する際の 3D データ配置画面

プレゼンテーションの流れ

プレゼンテーションの流れとして、プロトタイプシステムでは、まず視聴者の携帯端末に作成したプレゼンテーションデータの転送を行う。その後、発表場所の適当な場所に AR マーカを貼り付け、PC の起動を行う。スペースデータがどのように投影されているかを発表者自信が確認するために、PC の Web カメラが AR マーカを認識するように PC と AR マーカを配置する。不可能な場合は PC に外付けの Web カメラを接続し、認識する位置に Web カメラを配置させても可能である。

プレゼンテーションのセッティングを終えた後、視聴者の携帯端末に AR マーカを認識してもらい、キーボードでスペースを操作してプレゼンテーションを行う。

3.3.2 視聴者側の利用の流れ

視聴者はまず、プレゼンテーション前にデータを携帯端末に転送を行う。プレゼンテーションが始まったら、アプリケーションを起動し、AR マーカを携帯端末で認識する。AR マーカを認識していないと、図 3.3.3 のように、右上に赤字で *off* という表示がされ、プレゼンテーションデータの表示はされない。逆に AR マーカを認識していると、図 3.3.4 のように、右上に緑字で *on* という表示がされ、プレゼンテーションデータが表示される。発表中に AR マーカの認識が一時的に外れてしまっても、スペースの操作は携帯端末に保存されているため、引き続き発表者のペースでプレゼンテーションを視聴することが出来る。

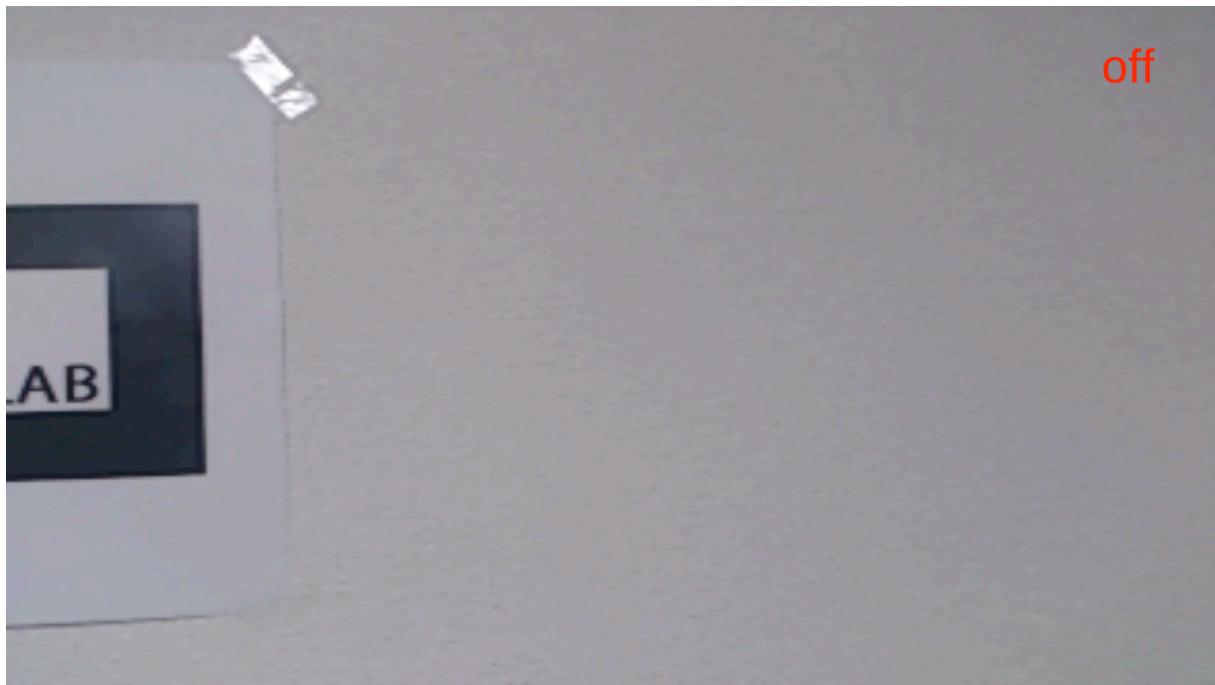


図 3.3.3: AR マーカを認識していない状態



図 3.3.4: AR マーカを認識している状態

3.4 利用シナリオ

Tさんは、授業の一環で複雑な構造を持つタンパク質の構造のプレゼンテーションを行う予定であった。本システムでタンパク質に関するプレゼンテーションデータを作成し、発表日に視聴者の携帯端末にデータを転送を行いプレゼンテーションを行った。平面表現では説明しづらい物体を、本システムを使うことによってわかりやすく説明が出来た。

Yさんは、合同企業説明会での説明役を任せられていた。その説明会では、各企業はパートイションで区切られたブースにて説明を行わなければならなかつたが、プロジェクタとプロジェクタスクリーンを使用する場合は各企業で持ち込みという条件であった。そこで、Yさんは本システムでプレゼンテーションデータを作成し、ブースに来てくれた就活生の携帯端末にデータを転送しプレゼンテーションを行つた。限られたブーススペースでプロジェクタを置くスペースを必要とせず、機材の持ち込みも不要であったので荷物も減り、機材を置くスペースの分、就活生を多く呼び込めて有意義な説明を行えた。

第4章 システムの実装

4.1 開発環境

プロトタイプシステムは、操作用 PC として、Mac Book Air、視聴用携帯端末として Android 端末である Xperia Acro HD を用いて、Android4.0 以上で動作するアプリケーションとして実装した。プログラミング言語は PC、携帯端末共に C#を用いた。その際に、統合開発環境として Unity 3D Free 版を使用した。PC と携帯端末をソケット通信する際に、外部アセットである Good ol' Sockets を用いた。また、拡張現実感によりデータを表示するため、携帯端末のカメラモジュールを用いて AR マーカを取得し、加藤らが作成した ARToolkit[2]を改良した、NyARToolkit Project が公開しているオープンソースである NyARToolkit for Unity3D にて実装を行った。

4.2 PC と携帯端末の通信

Unity 3D Free 版を使用して Android アプリケーションを作成する際、Free 版では Android 端末のソケット通信は対応しておらず、AndroidPro ライセンスを必要としたが、大変高価であったため、安価な外部アセットである Good ol' Sockets にて実装を行った。

両端末を無線ルータに接続し、ローカルネットワーク上でソケット通信を行った。ソケット通信の際、複数の携帯端末との通信や、リアルタイム性が求められるため通信方式として UDP プロトコルを採用した。操作用 PC 上での操作コマンドを string 型に変換後、送信を行い、携帯端末側でその値を受信するよう実装した。

4.3 PC 上の実装

4.3.1 アプリケーションインターフェース

操作用 PC のインターフェースとして、Unity の既存のインターフェースを使用した。本項では、プレゼンテーションデータを作成するインターフェースと、プレゼンテーション中のシステムのインターフェースについて述べる。

プレゼンテーションデータ作成インターフェース

作成画面を図 4.3.1 に示す。本システムでは、Unity の既存のインターフェースを使用しているが、本システムにおいてプレゼンテーションデータを作成する際は、図 3.3.1 に示す、スペースのツリー構造を表示する”Hierarchy”インターフェース、図 4.3.2 に示す、3D データの位置を調整する”Scene”インターフェース、図 4.3.3 に示す、3D データの詳細を設定する”Inspector”インターフェースの 3 つのインターフェースを使用する。

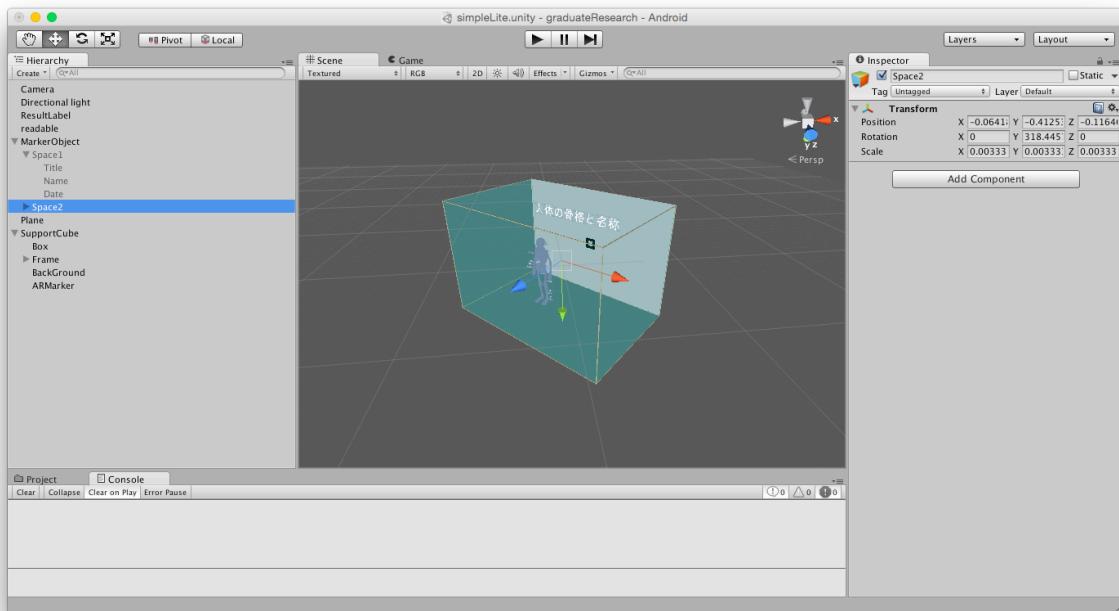


図 4.3.1 プrezentationデータ作成画面

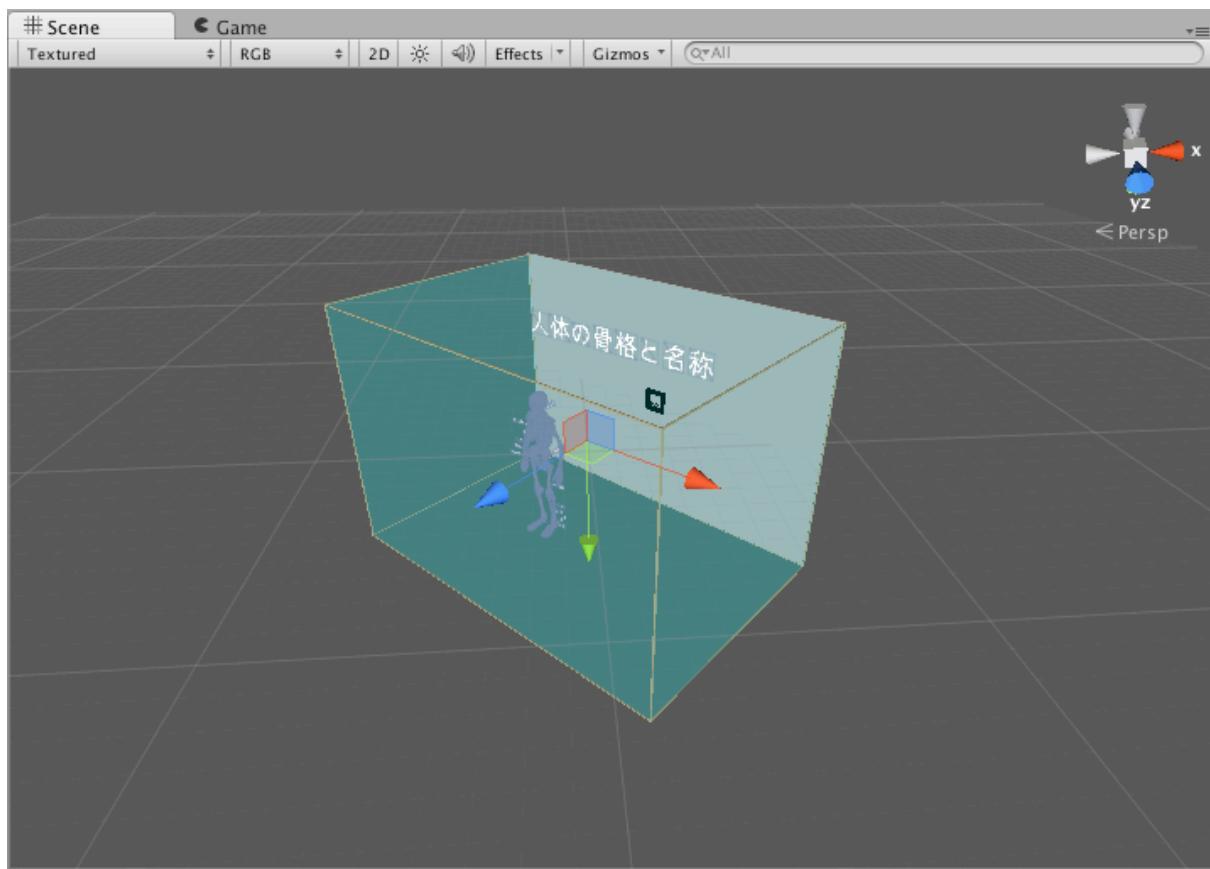


図 4.3.2 "Scene" インタフェース

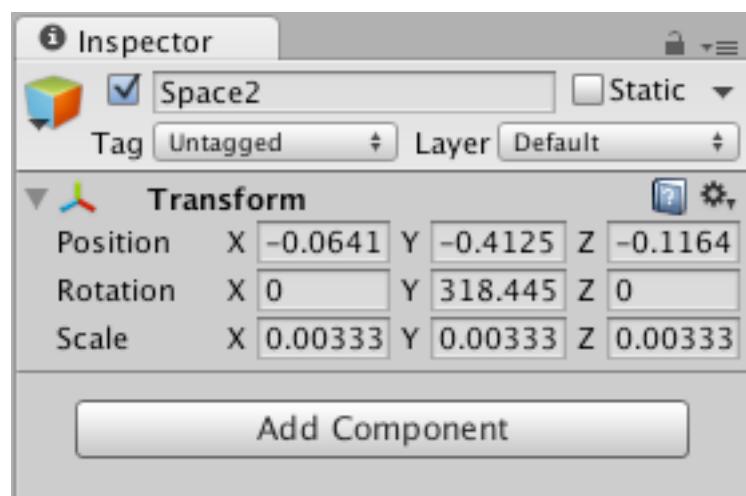


図 4.3.3 "Inspector" インタフェース

プレゼンテーション時のインターフェース

プレゼンテーション中のインターフェースを図 4.3.4 に示す。この画面では、スペース、3D データの動きは携帯端末側の動きと同期しており、プレゼンテーションがどのように映しだされているか確認することが可能である。上部の Handling の値には、現在行っている操作がリアルタイムで映しだされており、その下の SendAddress には送信先の携帯端末の IP アドレスが表示されている。



図 4.3.4 操作用 PC 側プレゼンテーション時の画面

4.3.2 スペース作成補助 BOX

図 4.3.2 に示す、青い半透明のスペース作成補助 BOX は、プレゼンテーションデータを作成する際に、携帯端末の画面においてどの位置に 3D データが投影されるかを確認するために実装した。この作成補助 BOX は、AR マーカの大きさが 15cm × 15cm で、携帯端末と AR マーカの距離が 2m 前後の場合に投影される空間を示している。

例えば、図 4.3.5-(a)のように、一部の文章が作成補助 BOX 外にはみ出てしまっているデータを、AR マーカの大きさ、携帯端末との距離を上記の状況で携帯端末で視覚した場合、(b) のように、文章がはみ出て投影されてしまう。逆に、(c) のように、作成補助 BOX 内に收めて配置を行うと、(d) のように投影される。

このように、実際の環境でどのように投影されるかを、作成段階で確認することが可能である。

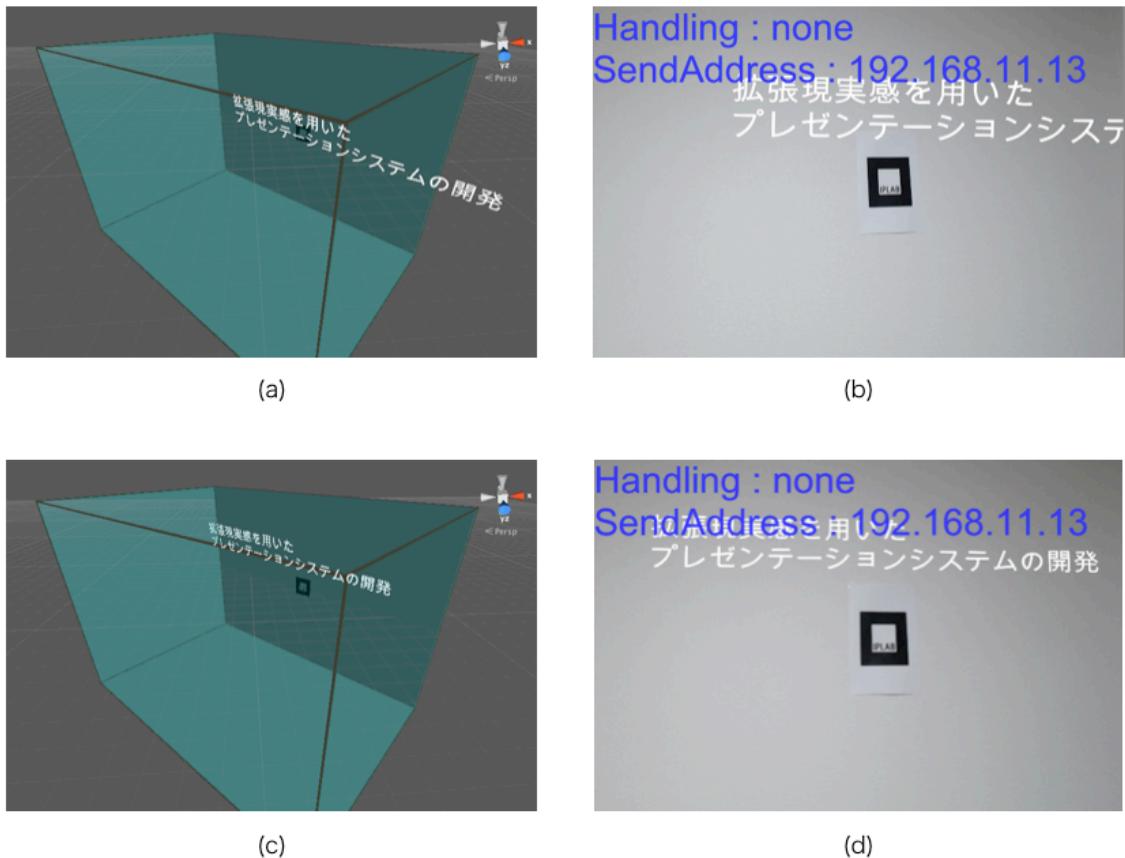


図 4.3.5 作成補助 BOX と実際の投影状況

4.3.3 キーボード操作

プレゼンテーション中のスペース、3D データの操作方法として、キーボード操作を採用した。採用利用としては、どの PC でも標準的に装備されているのと、操作方法が単純だからである。

キーボード入力は、3D オブジェクトを回転や拡縮などの操作する際、キーの長押しで連続的に入力が行えるように GetKey メソッドを採用した。GetKey メソッドは、キーが押されて

いる状態を検知するメソッドである。逆に、スペースの切り替えなど、連続で行わない操作に関しては、GetKeyDown メソッドを採用した。GetKeyDown メソッドは、キーが押されたことを検知するメソッドであり、押されている間は検知されない。

4.4 携帯端末上の実装

4.4.1 アプリケーションインターフェース

携帯端末のアプリケーションインターフェースを、図 3.3.3 と図 3.3.4 で示す。プレゼンテーション中において、図 3.3.3 のように AR マーカが認識されていない場合には、3D データは投影されず、右上に赤字で”off”と表示される。逆に、図 3.3.4 のように AR マーカが認識されている場合には、携帯端末上に 3D データが投影され、右上に緑地で”on”と表示される。

4.4.2 スペース・3D データの切り替え操作

従来のプレゼンテーション手法で、”return キー”により、次に表示すべきテキストや画像を表示したり、次のスライドに切り替え、”backspace キー”で前のものに切り替える動作を、本手法でも取り入れた。

本手法のプレゼンテーションデータの構造はスペースと、スペース内部に入っている 3D データの 2 層で構成されている。どのように構成されているかは、図 3.3.1 で示す”Hierarchy”インターフェースのツリー構造で確認し、ドラッグ&ドロップで編集することが可能である。

”Hierarchy”インターフェースでは、リアルタイムで表示されているものを黒字、表示されていないものを灰字で表現しており、例えば、プレゼンテーションを行う初期段階は、図 4.4.1-(a) のように、Space1 の Title のみが表示される。”return キー”を入力する毎に、(a)から(b)、(b)から(c)へと、次に表示すべき 3D データが表示される。また、(c)のようにスペース内の全ての 3D データが表示されている際に”return キー”を入力すると、(d) のように次のスペースに切り替わり、内包されている最初の 3D データが表示される。もう一度”return キー”を入力すると、(e) へと移り変わる。また、”backspace キー”に関しては”return キー”と全く逆の動きをするように実装した。

最後のスペースの全ての 3D データを表示している(e)の状態で”return”キーを入力しても画面表示は変化せず、反対に初期段階の、最初のスペースの 1 つ目の 3D データが表示されている(a)の状態で”backspace”キーを入力しても画面表示は変化しない。

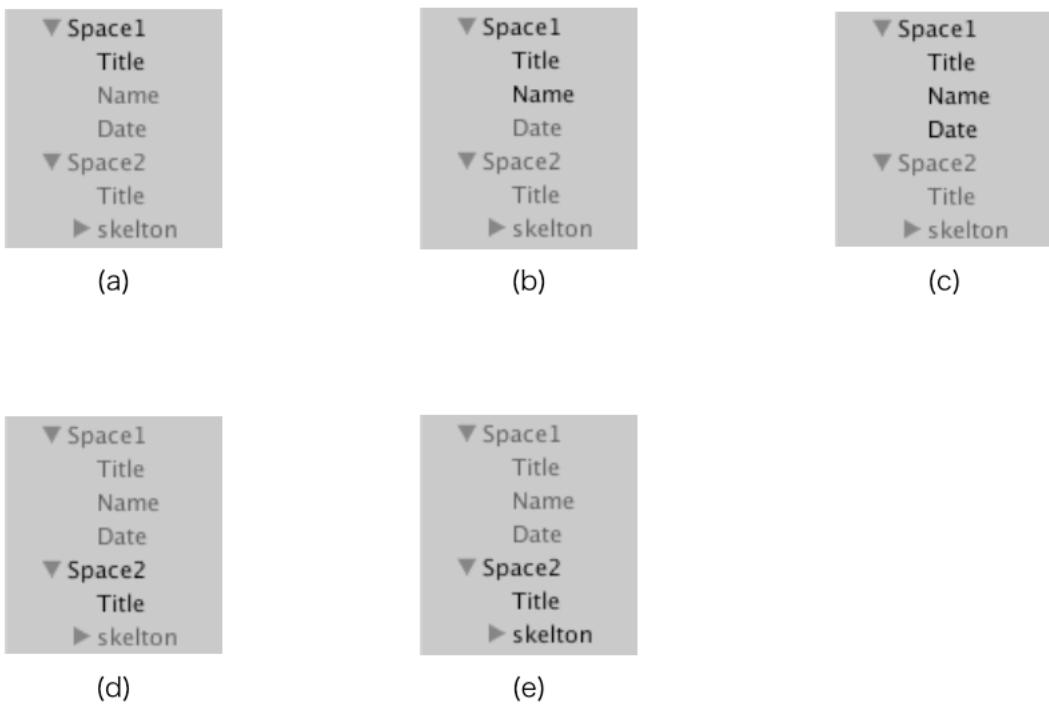


図 4.4.1 プレゼンテーションデータの構造と表示順序

(Hierarchy インタフェースの一部)

4.4.3 3D データの操作

操作用 PC から特定のキーを受信した場合、現在表示している最新の 3D データを変化するように実装を行った。プロトタイプシステムにて行える変化は、3D データの回転、拡縮、移動の 3 つである。以下にそれぞれの変化について述べる。

回転

3D データの回転は、3D データそれぞれが所持している x,y,z 軸を起点にして回転する。3D データの回転位置は、オイラー角によって計算を行う。取得したキー入力から 1 回につき 10 度ずつ回転角を増減させ、3D データに反映させる。本システムでは、3D データが固有に持つ "eulerAngles" プロパティに入力した値を反映させることで実装した。"eulerAngles" プロパティは、x,y,z 軸それぞれの回転角 α , β , γ の値を持っており、この角度を増減することにより 3D データの座標が変化する。

例えば、”右カーソルキー”を 9 回入力された場合、 β 値が +90 され、3D データは y 軸を軸として 90 度回転する。回転前は、図 4.4.2-(a)に示すようになっており、回転後は(b)のように変化する。

キー入力とその変化の値を、図 4.4.3 に示す。

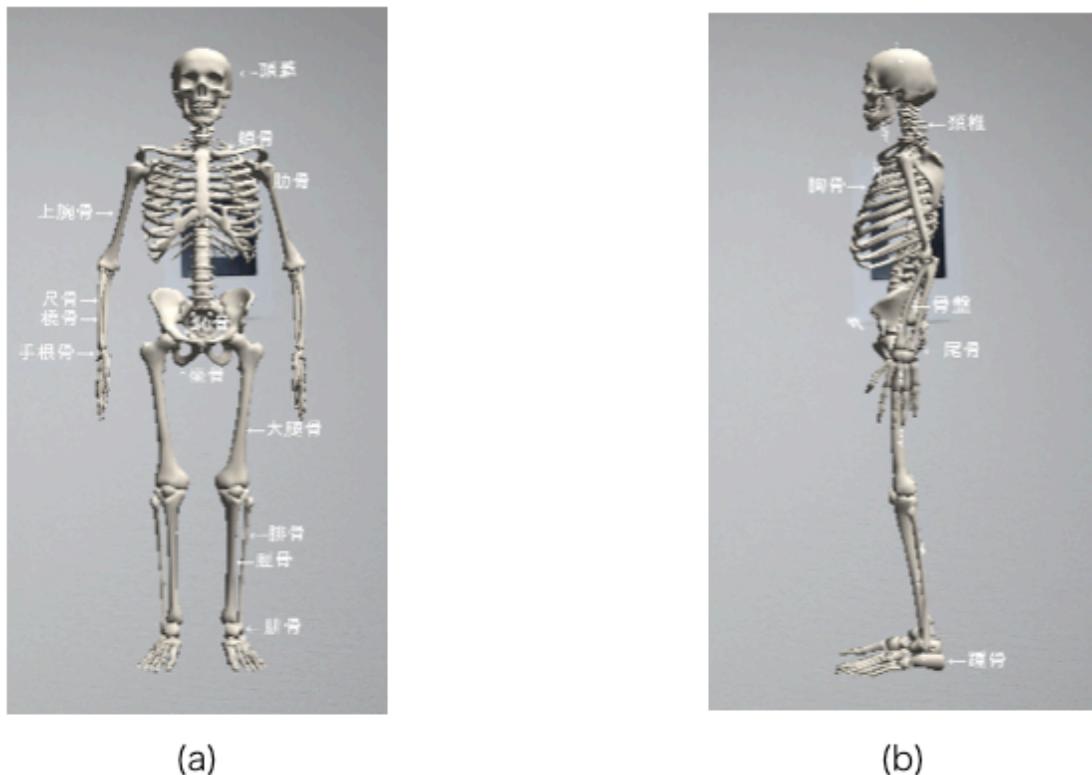


図 4.4.2 3D データの回転

		α 値	β 値	γ 値
x 軸回転	上カーソルキー	+10		
	下カーソルキー	-10		
y 軸回転	右カーソルキー		+10	
	左カーソルキー		-10	
z 軸回転	[キー			+10
]キー			-10

図 4.4.3 各キーの入力とその変化量

拡縮

3D データの拡縮は、3D データの”localScale”値を増減させ変化させる。”+キー”が入力された場合は、3D データの大きさを 1.1 倍、”-キー”が入力された場合は 0.9 倍に変化させ、拡縮を行う。

移動

3D データの移動は、3D データの”position”値を増減させ変化を行う。x 軸に沿って、”a キー”，y 軸に沿って”s キー”で、実界上で 50cm 移動し、反対に”d キー”，”w キー”で-50cm 移動するように実装を行った。

キー入力に対応する操作方法を図 4.4.4 にまとめた。

入力キー	プレゼンテーションデータに反映される変化
return	次の 3D データ（なければスペース）に切り替え
backspace	前の 3D データ（なければスペース）に切り替え
上カーソル	x 軸を軸にして +10 度回転
下カーソル	x 軸を軸にして -10 度回転
右カーソル	y 軸を軸にして +10 度回転
左カーソル	y 軸を軸にして -10 度回転
[z 軸を軸にして +10 度回転
]	z 軸を軸にして -10 度回転
+	3D データを 1.1 倍の大きさに拡大
-	3D データを 0.9 倍の大きさに縮小
a	3D データの位置を x 軸に沿って +50cm 移動
s	3D データの位置を x 軸に沿って -50cm 移動
d	3D データの位置を y 軸に沿って +50cm 移動
w	3D データの位置を y 軸に沿って -50cm 移動

図 4.4.4 各キーの入力とプレゼンテーションデータの変化

第5章 関連研究

5.1 3D を使用したプレゼンテーション、会議、教育に関する研究

黒田らの研究[3]では、従来のプレゼンテーションに比べ、3D インタフェースを使用することで、より見やすく、印象的で、説得力のあるプレゼンテーションを行えるということとした。

Nicolas らの研究[4]では、拡張現実感を使用してよりわかりやすく使い勝手の良い遠隔会議システムを作成した、このシステムは Kinect と PC モニタを用いて遠隔会議を行うが、その際に拡張現実感と、Kinect の深度センサーにより得られた人の動きを使用することで、拡張現実感により投影されたプレゼンテーションスライドや 3D データ、画像データなどを操作、編集を行えるシステムである。

加藤らの研究[5]では、HMD と AR マーカを使用したビデオ会議システムを作成した。このシステムは、キャリブレーションを AR マーカで行い、使用者のビデオチャット画面や、自由に書き込みが可能なホワイトボードを空間上に投影するシステムである。

Fotis らの研究[6]では、拡張現実感を使用した教育システムを作成した。このシステムは、AR マーカを使用し、拡張現実感の特性である 3D データの投影により、直感的でわかりやすい教育システムである。

5.2 3D データのオーサリングツールに関する研究

Matthias らの研究[7]では、PowerPoint を踏襲し、簡単に 3D データを作成することが出来る 3D オーサリングシステム PowerSpace を作成した。PowerSpace は、PowerPoint で作成したスライドを 3D に変換し、編集することにより簡単に 3D データを作成することが可能である。また、PowerSpace で作成したデータは PowerSpace viewer とよばれる AR 視聴システムで投影することが可能である。

Havemann らの研究[8]では、美術館や博物館にて拡張現実感により物体を展示する際に、簡単に展示データを作ることが出来るシステムを作成した。このシステムは展示される場所の環境に応じて、ドラッグ&ドロップや、簡単な操作で容易に展示データを作成することができ、任天堂 Wii コントローラを使用して 3D データの閲覧をすることができるシステムである。

5.3 本研究の位置付け

本研究では、Unity のインターフェースと組み合わせることで、スペース及び 3D データを容易に作成できるシステムを実装した。また、遠隔ではなく同一空間で行われるプレゼンテーションを想定しており、その際に従来の手法と類似した手順、操作でプレゼンテーションが行えるシステムを開発した。

第6章 結論

本研究は、従来のプレゼンテーションにおける制限や限界に着目し、より良いプレゼンテーションシステムの提案と実装を行った。本システムは、普及が進んでいるスマートフォンを視聴デバイスとして使用した。この結果、従来の手法で使われるプロジェクタやスクリーンという設備が不要になり、環境の制約が無くなった。また、拡張現実感によりプレゼンテーションデータを投影した。この結果、スクリーン内部にしかプレゼンテーションデータを投影できないという従来の制限がなくなり、なおかつ3Dデータの表示、および3Dデータに対し発表者が3次元空間でのジェスチャが行えることによって、より直感的でわかりやすいプレゼンテーションが行えるようになった。また、3Dデータの作成は難易度が高いが、発表者は本システムを使用することにより比較的容易に3Dデータを作成することが可能になった。

今後は、3Dデータの操作をキーボードだけでなく、より直感的な手法で操作することができるシステムを構築したい。また、プレゼンテーションデータは、プレゼンテーション前に携帯端末に有線で転送を行わなければならないので、ネット上からダウンロードするだけでプレゼンテーションが行えるようなシステムを実装したい。さらに、被験者実験を行い、得られたフィードバックを本システムに反映させていきたい。

謝辞

本論文を執筆するに当たり、指導教員である田中二郎教授はじめ、志築文太郎准教授、高橋伸准教授、三末和男准教授および嵯峨智准教授には、ゼミや面談を通して丁寧なご指導と貴重なご意見を頂きました。心より深く感謝申し上げます。また、インタラクティブ・プログラミング研究室の皆様には、数多くのご意見やご指摘を頂き大変お世話になりました。特に、根岸先輩には多くのご意見を頂き心より感謝致します。この場を借りてご協力頂いた関係者の皆様に感謝致します。最後に、大学生活を送る中、家族や友人には様々な面から支えて頂きました。心より感謝致します。

参考文献

- [1] 株式会社博報堂. ”「全国スマートフォンユーザー1000人定期調査」第9回分析結果報告”.
<http://www.hakuhodo.co.jp/archives/newsrelease/16784>
(accessed January 10, 2015)
- [2] 加藤博一. 拡張現実感システム構築ツール ARToolKit の開発, 電子情報通信学会技術研究報告. PRMU, パターン認識・メディア理解 101(652), pp.79-86, 2002.
- [3] 黒田 宙馬, 笠原 信一, 安藤大地. 3D インターフェースによるプレゼンテーションツールの可能性提案, インタラクション 2014 論文集, pp.468-471, 2014.
- [4] Nicolas H. Lehment, Katharina Erhardt, Gerhard Rigoll. Interface Design for an Inexpensive Hands-Free Collaborative Videoconferencing, In Proceedings of IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR), pp. 295-296, 2012.
- [5] Hirokazu Kato, Mark Billinghurst, Marker Tracking and HMD Calibration for a Video-based Augmented Reality Conferencing System, In Proceedings of 2nd IEEE and ACM International Workshop on Augmented Reality, 1999. (IWAR '99), pp.85-94, 1999.
- [6] Fotis Liarokapis, Eike Falk Anderson, Using Augmented Reality as a Medium to Assist Teaching in Higher Education, In Proceedings of Eurographics 2010 - Education Papers, pp.9-16, 2010.
- [7] Matthias Haringer, Holger T. Regenbrecht, A pragmatic approach to Augmented Reality Authoring, In Proceedings of IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR), pp. 237-245, 2002.
- [8] S. Havemann, V. Settgast, M. Lancelle, D.W. Fellner, 3D-Powerpoint - Towards a Design Tool for Digital Exhibitions of Cultural Artifacts, In Proceeding of International Symposium on Virtual Reality, Archaeology and Cultural Heritage 2007, pp.39-46, 2007.