

# 拡張現実におけるオブジェクト連携を用いた空間制御システムの検討 Room Control System based on Object Coordination for Augmented Reality

加藤 立真\*  
Ryuma Kato

間 博人\*  
Hiroto Aida

市川 耀†  
Hikaru Ichikawa

松井 健人†  
Kento Matsui

三木 光範\*  
Mitsunori Miki

## 1. はじめに

近年、ユビキタスコンピューティングやIoT (Internet of Things) の発展により、身の周りの様々な機器にコンピュータが組み込まれている。多数のセンサによる家具の相互作用や、スマートフォンとスマートウォッチの連動など、複数の機器の連携を用いたサービスが開発されている。

一方で、様々なHMD (Head Mounted Display) の開発や、拡張現実を用いたサービスの登場により、拡張現実に触れる機会が増加している。今後は拡張現実の利用機会拡大とともに、拡張現実により知覚される仮想オブジェクトが実空間の機器に近い役割を果たすようになっていくことが予想される。それに伴い、実空間の機器の連携に仮想オブジェクトを組み込んだサービスの登場が考えられる。そこで本研究では、拡張現実における実空間の機器と仮想オブジェクトの連携を用いたシステムのプロトタイプシステムを構築する。さらに、実空間の機器と仮想オブジェクトの連携および拡張現実を用いた操作がユーザにどのような影響を与えるのか検証を行う。

## 2. 関連研究

複数の機器の連携に関する研究は数多くなされている。連携構築を支援するシステムとして、共通言語による簡易化や、仮想オブジェクトによる物理デバイス連携のシミュレータが提案されている<sup>1) 2)</sup>。また、連携システムの操作性を向上するために、室内の物体一つ一つに物理デバイス进行操作する命令を当てはめる方法が提案されている<sup>3)</sup>。しかしながら、物理デバイスと仮想オブジェクトの連携への考慮が不十分である。本研究では、拡張現実を用いて仮想オブジェクトと物理デバイスとの連携システムを提案する。

## 3. 拡張現実におけるオブジェクト連携を用いた空間制御システム

### 3.1. 拡張現実におけるオブジェクト連携

拡張現実とは、現実空間に仮想の情報を付加し、実際には存在しないものをユーザに知覚させる技術である。拡張現実により知覚される仮想オブジェクトは、生産コストを気にせず生成や機能変更を行うことができる。従って、仮想オブジェクトを用い物理デバイスの連携を容易に再構成することが可能である。さらに、仮想オブジェクトと物理デバイスを連携させることにより、物理デバイスと自分との距離に依存しないサービスを実現できる。

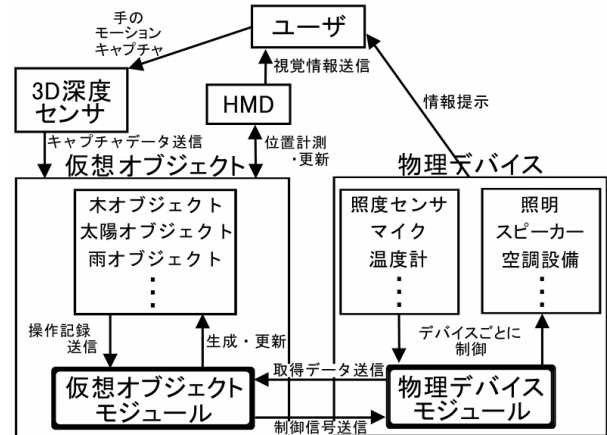


図1 システム構成図

### 3.2. 提案システムの概要

本システムは、図1に示すように、拡張現実を用いて投影した仮想オブジェクトと物理デバイスとの連携を実現する。ユーザが3D深度センサを通して仮想オブジェクトに触れると、仮想オブジェクトと物理デバイスが連携して「森のシーン」などのサービスを生成する。また、照度センサやマイクといった物理デバイスから室内状況のセンシングを行い、状況に応じた仮想オブジェクトの生成・更新を行う。物理デバイスはユーザに照明の光やスピーカーの音といった情報提示を行う。物理デバイスの情報提示と、HMDが表示する仮想オブジェクトの視覚情報を組み合わせることにより、「森」や「海」といったシーンを表現することができる。

本システムにおいて、仮想オブジェクトと物理デバイスの連携を実現しているのが、図1における「仮想オブジェクトモジュール」と「物理デバイスモジュール」である。仮想オブジェクトモジュールは物理デバイスの種類に応じた値を物理デバイスモジュールに送信する。また、物理デバイスモジュールは照度センサやマイクから得た外部情報を仮想オブジェクトモジュールに送信する。

例えば「森」シーンを表現する場合、仮想オブジェクトモジュールは木のオブジェクトを生成する。さらに、仮想デバイスモジュールは物理デバイスモジュールに照明を緑色に光らせる調光信号を、スピーカーに森の環境音の音声信号を送信する。物理デバイスモジュールは照度センサから取得した照度値を仮想オブジェクトモジュールに送信する。仮想オブジェクトモジュールは照度値に応じて木のオブジェクトの明度を変化させる。また、物理デバイスモジュールはマイクが一定以上の大きさの音を拾うと、仮想オブジェクトモジュールに音を検知したことを伝える。その結果、仮想オブジェクトモジュール

\* 同志社大学理工学部

† 同志社大学大学院理工学研究科



図2 動作風景

は木のオブジェクトから鳥が飛び出す様子を表現する。

#### 4. 検証実験

##### 4.1. 実験概要

本実験では、提案システムがユーザにどのような影響を与えるのかを検証する。

そのために、以下の2点を検証する。

- 連携により構築された環境が与える臨場感の評価
- 拡張現実利用におけるユーザの印象評価

被験者は大学生5名であり、被験者には提案システムのプロトタイプシステムを操作させる。プロトタイプシステムでは、拡張現実による仮想オブジェクトと物理デバイス連携の例として、森・浜辺・夕方・雨の4シーンを提示する。連携により構築された環境が与える臨場感の評価では、以下のそれぞれ4つの条件において、被験者が提示されたシーンに対してどの程度臨場感を持ったか調査を行う。

1. 照明のみによる表現
2. スピーカーのみによる表現
3. 照明およびスピーカーによる表現
4. 照明、スピーカーおよび仮想オブジェクトによる表現

拡張現実利用におけるユーザの印象評価では、HMDをただ着用し拡張現実環境のみを構築した場合と、さらに上記4シーンを提示した場合それぞれについて被験者の印象の調査を行う。印象の調査方法にはSD法を用いる。

##### 4.2. 実験環境

構築した実験環境の動作風景を図2に示す。HMDとしてOculus Rift DK2を用いる。HMDに接続したステレオカメラから実空間映像を取得し、HMDへ投影することで拡張現実を実現する。3D深度センサとしてLeap Motionを使用し手のジェスチャを取得する。照明には調光可能なフルカラーLED照明を用いる。スピーカーは市販のものを用い、構築環境に合わせた音を再生する。

##### 4.3. 実験結果

連携により構築された環境が与える臨場感の評価を行った結果を図3に、拡張現実利用におけるユーザの印象評価を調査した結果を図4に示す。図3より、提示条件に仮想オブジェクトを加えることで、提示したシーンに対して被験者がより臨場感を持つことが確認できた。図4より、シーン提示が拡張現実利用による被験者の不

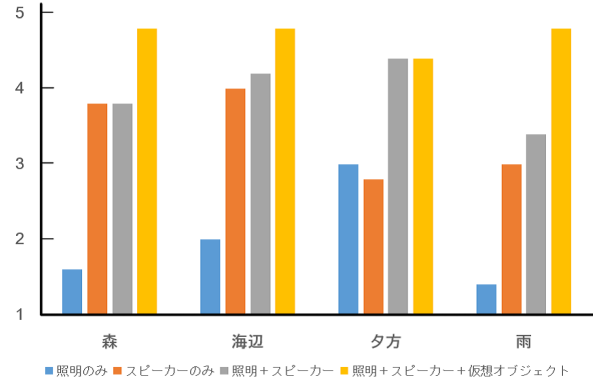


図3 臨場感の評価

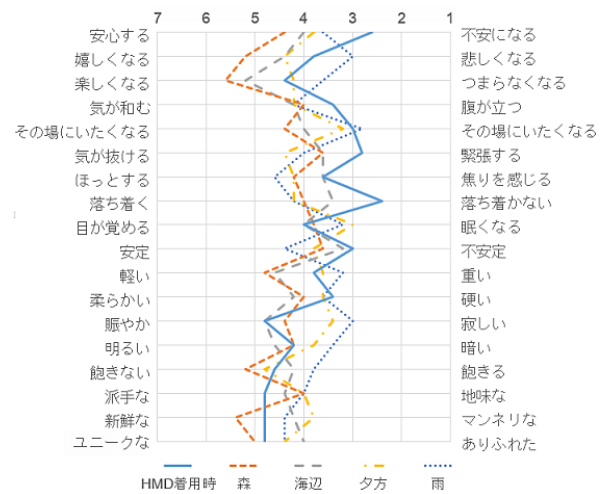


図4 ユーザの印象評価

安、緊張感や落ち着きの無さなどが軽減され、システムを利用する負担を和らげることが確認できた。

#### 5. 結論

本研究では、拡張現実におけるオブジェクト連携を用いた空間制御システムの検討を行った。このシステムは、拡張現実における仮想オブジェクトと物理デバイスの連携を実現する。提案システムのプロトタイプシステムの設計を行い、仮想オブジェクトと物理デバイスの連携がユーザへ与える影響を調査した。その結果から、仮想オブジェクトと物理デバイスの連携がユーザに臨場感を与えること、および拡張現実利用時のユーザへの負担を軽減することを確認した。

#### 参考文献

- 1) Peggy, C., Yang, L.: Weave:scripting cross device wearable interaction, Proc. ACM, Vol.33, pp. 3923-3932 (2015)
- 2) 西川博志, 山本真也, 玉井森彦ほか: 仮想空間を用いたスマートスペース向けシミュレータ, 情報処理学会論文誌, Vol.49, No.2, pp.774-785 (2005).
- 3) Simon, T.P., Eric, L., Yoann, P.B., et al.: Physical Loci: Leveraging Spatial, Object and Semantic Memory for Command Selection, Proc. ACM, Vol.33, pp. 299-308 (2015)