

# 実空間オブジェクトと仮想オブジェクトの連携を用いた 室内環境制御システムの検討

加藤 立真

Ryuma KATO

## 1 はじめに

近年、ユビキタスコンピューティングの発展により、身の回りの様々な機器にコンピュータが組み込まれている。ネットワーク接続可能な家電機器によるホームネットワークや、スマートフォンとスマートウォッチの連動を利用したアプリケーションなど、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、商用のヘッドマウントディスプレイ (Head Mounted Display: 以下, HMD) の登場や、スマートフォンアプリケーションでの利用などにより、拡張現実感 (Augmented Reality: 以下, AR) に触れる機会が増加している。AR を利用したサービスを実現するためには物理的な機器である実空間オブジェクトと、HMD やスマートフォンなどによって表示する仮想オブジェクトとが適切に連携を取る必要がある。今後は HMD やスマートフォンといった、AR を利用可能なデバイスの普及に伴い、実空間オブジェクトと仮想オブジェクトの連携を用いたサービスの実生活環境における利用も増加すると考える。従って、実空間オブジェクトを連携させるだけでなく、仮想オブジェクトも連携に組み込んだシステムを想定していく必要がある。

本研究では実空間オブジェクトと仮想オブジェクトの連携を行うシステムを構築し、本システムを用いて室内に様々な環境を表示するアプリケーションを作成する。作成したアプリケーションについて被験者実験を行い、実空間オブジェクトのみを用いた連携によって構築した環境と、実空間オブジェクトと仮想オブジェクトの連携によって構築した環境でユーザにどのような印象の変化を与えるのか検証を行う。

## 2 関連研究

様々な機器がネットワーク接続可能になり、ネットワーク接続可能な機器を単体で動作するだけでなく、複数の機器が連携するシステムについて多数の研究が行われている。Chameleon では、ネットワークで接続された身のまわりのどの機器が連携を行うのか、スマートフォンを用いた「触れる」「写真を撮る」「振る」「写真を選ぶ」「周辺を探す」の5つのインタラクション手法によって、機器指定を行うシステムを構築している。<sup>1)</sup> ユーザの

機器指定の操作を簡便にし、連携構築の煩雑さを軽減することが期待されている。

また Weave では、共通言語によるスマートデバイスの連携を利用したアプリケーションの作成を支援するシステムを実現している。<sup>2)</sup> Weave によって、複数のデバイスが連携を行うアプリケーションの作成を1つのユーザインタフェース上で行うことが可能となり、より容易に連携アプリケーションを作成することができる。

しかしながら、実空間オブジェクトである物理デバイスどうしの連携システム構築が目的であり、仮想オブジェクトも含めた連携への考慮が不十分である。本研究では、実空間オブジェクトと仮想オブジェクトの連携システムを提案する。

## 3 実空間オブジェクトと仮想オブジェクトの 連携を用いた室内環境制御システム

### 3.1 システムの概要

実空間オブジェクトと仮想オブジェクトの連携を用いた空間制御システムは、身の周りの複数のオブジェクトを連携することで、室内に「森」や「海」といった様々な環境を構築するシステムである。実空間オブジェクトとして照明やスピーカー、空調設備などを使用し、ユーザに光や音といったサービスを提供する。仮想オブジェクトとして太陽や海、木などのCGを使用し、ユーザにHMDを通して視覚情報を提示する。例えば、森の自然環境を構築する場合、実空間オブジェクトとして照明の色を緑色に変更し、スピーカーから森の環境音を流す。さらに仮想オブジェクトとして木のオブジェクトを表示する。また、センサから得た実空間の情報によって仮想オブジェクトの外観や位置、動作を変更する。表示する仮想オブジェクトの位置や外観に応じて、実空間の照明やスピーカーなどの機器の動作を変更する。実空間の情報と仮想オブジェクトの情報を互いに送受信し、その結果を実空間オブジェクトと仮想オブジェクトの制御に反映することによって実空間オブジェクトと仮想オブジェクトの連携を実現する。

### 3.2 空間制御システムの構成

本システムの構成を Fig. 1 に示す。本システムにおいて実空間オブジェクトは「出力オブジェクト」と「セン

サオブジェクト」に分類する。出力オブジェクトは照明やスピーカー、空調設備といったユーザに何らかのサービスを行う実空間オブジェクトである。センサオブジェクトは照度センサや音センサ、熱センサといった実空間の情報を収集する実空間オブジェクトである。センサオブジェクトで得た情報は仮想オブジェクトの外観や位置、動作に反映する。

仮想オブジェクトは「環境オブジェクト」と「入力オブジェクト」に分類する。環境オブジェクトは室内に表示し環境表現を行うための仮想オブジェクトである。入力オブジェクトは室内に表現する環境を決定するための仮想オブジェクトである。3D 深度センサを用いてユーザの手の動きを認識し、入力オブジェクトに触れることで室内に表示する環境オブジェクトを決定する。また、入力オブジェクトは表示している環境オブジェクトに応じて実空間の出力オブジェクト制御信号を送信する。

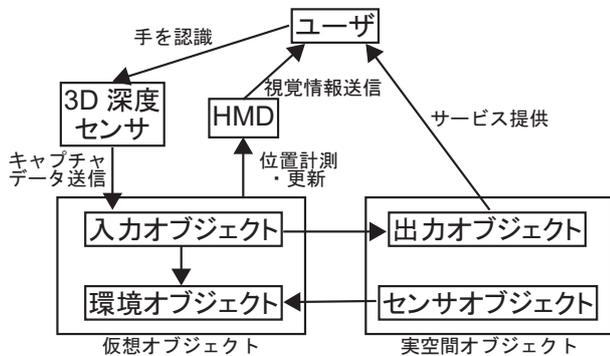


Fig. 1 システムの構成図

## 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ため、オブジェクト連携によって制御した環境が与える印象の変化について評価を行う。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、実空間オブジェクトと仮想オブジェクトの連携の例として、森・海・夕方・雨の4つの環境を被験者に提示する。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 Fig. 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。実空間オブジェクトとしてLED照明、スピーカー、照度セ



Fig. 2 動作風景

ンサ、カラーセンサを用いる。仮想オブジェクトとして、「木」「海」「夕日」「雨」のオブジェクトを用いる。

### 4.3 実験結果

オブジェクト連携によって室内環境を制御しユーザの印象評価を調査した結果を Fig. 3 に示す。Fig. 3 より、

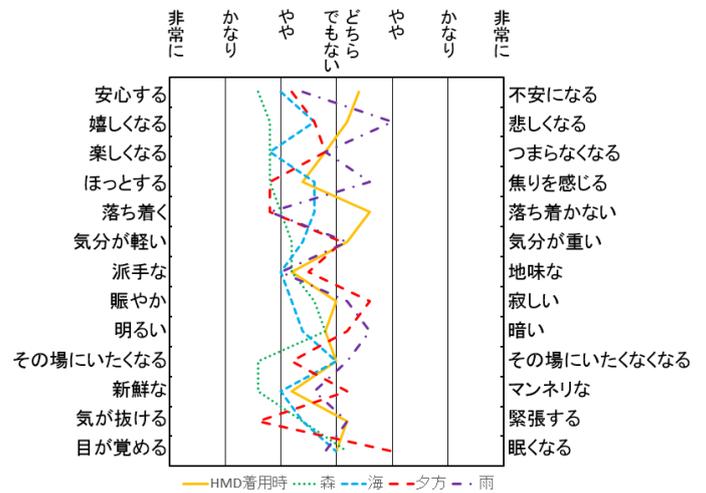


Fig. 3 印象に関する評価

環境を提示することによって、環境提示前と比較して「落ち着く」、「安心する」、「気が抜ける」等の項目でプラスイメージを示した。これはHMD着用時の違和感や重量感などを軽減したためであると考えられる。また、海、雨の環境において「その場にいたくなる」、「ほっとする」の項目でマイナスイメージを示した。これは、プロトタイプシステムにおいて、「海」や「雨」の仮想オブジェクトをユーザの身の回りに表示するように設定したことが原因であると考えられる。海の環境ではユーザが波打ち際にいるような環境を構築することで、また雨の環境では「屋根」の仮想オブジェクトを追加することで改善可能であると考えられる。

## 参考文献

- 1) 伊藤昌毅: Chameleon: 多様な状況下の機器指定を実現する複数インタラクション統合技術, 情報処理学会論文誌, Vol. 52, No. 4 pp. 1571-1585(2011)
- 2) Peggy, C., Yang, L: Weave:scripting cross device wearable interaction, ACM, Vol. 33, pp. 3923-3932(2015)