

複合現実を用いた家電機器統合制御フレームワークの試作 Prototype of Integrated Control Framework for Home Appliances using Mixed Reality

阿部 健滋[†]
Kenji Abe

今井 信太郎[†]
Shintaro Imai

新井 義和[†]
Yoshikazu Arai

猪股 俊光[†]
Toshimitsu Inomata

1 はじめに

近年、PC やスマートフォンなどの情報機器だけではなく、テレビ・照明・冷蔵庫などの家電機器もネットワークに接続することが可能となっており、これらの家電機器は情報機器から統一して制御を行えるようになってきている。これらの家電機器はネットワーク上での識別は可能であるが、現実における設置場所の情報は保持していない。このため、同種の家電機器が家庭内に複数台設置されている場合、テキストベースや 2D ベースのインタフェースでの管理では、家電機器個々の識別が困難になる。そのため、操作したい家電機器とは異なる機器を操作してしまうなど、利用者の利便性を損なう可能性がある。

そこで本研究では、家電機器操作に関する利用者の利便性の向上を目的とする。具体的には、複合現実を用いて家電機器に仮想 3D オブジェクトを重ね合わせて表示することで、操作対象を識別しやすくすると共に、識別ミスによる家電機器の誤操作を削減する。

2 関連研究

関連研究として、清川らのスマートフォンやタブレットなどの携帯端末向け 3D ベースのリモコンフレームワーク UbiRemote[1] がある。このフレームワークでは、宅内を模した仮想空間上に家電機器の 3D オブジェクトを配置し、携帯端末の画面操作で仮想空間内の移動や家電機器の操作を行う。家電機器の ID や名称を羅列しているテキストベースや、宅内の見取り図上に操作可能な家電機器を配置する 2D ベースのインタフェースと異なり、家電機器の位置を 3 次元的に確認しながら操作が可能である。しかしながら、描画処理軽量化のために仮想空間の画像をキューブ型に貼り付けた疑似 3D 仮想空間を利用しており、現在位置から離れたところにある家電機器の視認が難しい。また、携帯端末の画面操作による視点移動が煩雑であるという難点が実験結果より得られている。

3 複合現実を用いた家電機器統合制御フレームワーク HoloRemote

3.1 フレームワークの構成

本提案手法である複合現実を用いた家電機器統合制御フレームワーク HoloRemote の構成を図 1 に示す。HoloRemote はホームサーバ、ヘッドマウントコンピュータ (以下、HMC)、家電機器からなり、システムは以下のように動作する。

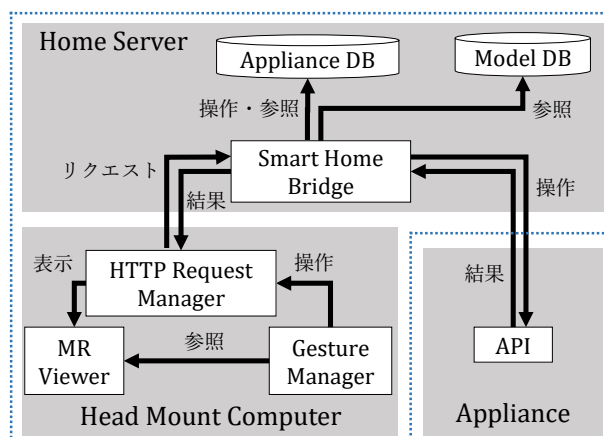


図 1: HoloRemote の構成

1. ホームサーバは事前に機器の名称や API の詳細などの情報を家電機器ひな型データベース (Model DB) に格納する。これらの情報は各家電メーカが提供していることを想定する。
2. 利用者は HMC を用いて家電機器に 3D 仮想オブジェクトを重ねて配置し、Model DB の情報を元にオブジェクトに機器情報と操作内容を割り当て、宅内家電機器データベース (Appliance DB) に登録する。
3. 利用者は、3D 仮想オブジェクトに対する手のジェスチャにより家電機器を操作する。HMC は利用者のジェスチャに基づき、ホームサーバにリクエストを送信する。
4. ホームサーバは受信したリクエストに基づいて家電機器を操作する。

3.2 家電機器の参照・登録・更新・削除

ホームサーバの各 DB を参照、もしくは変更する機能である。Model DB は機器名・種類・API の詳細などの情報を格納しており、クライアント (HMC) からはデータベースの参照のみが可能である。Appliance DB は ID・機器名・設置座標・仮想 3D オブジェクトに割当てられた API などの情報を保持している。これらのデータは JSON 形式でクライアントに提供される。

3.3 仮想 3D オブジェクトの表示・操作

現実空間の家電機器の位置に仮想の 3D オブジェクトを配置し、リモコンのように利用する。家電機器が仮想 3D オブジェクトに隠れてしまうことを起因とする視認性の低下を回避するために、ワイヤーフレームのテクスチャを用いる。家電機器の操作に応じて、家電機器稼働状態や温度・湿度などのパラメータを仮

[†] 岩手県立大学, Iwate Prefectural University

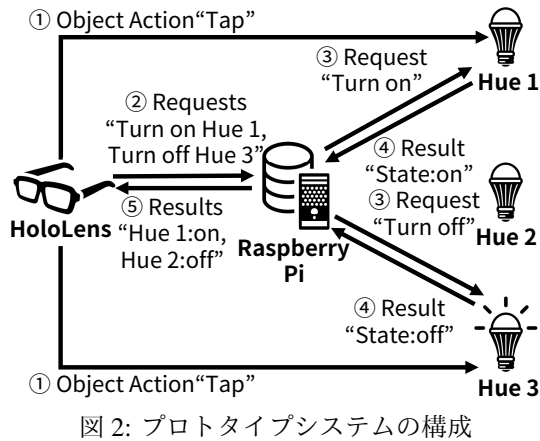


図 2: プロトタイプシステムの構成

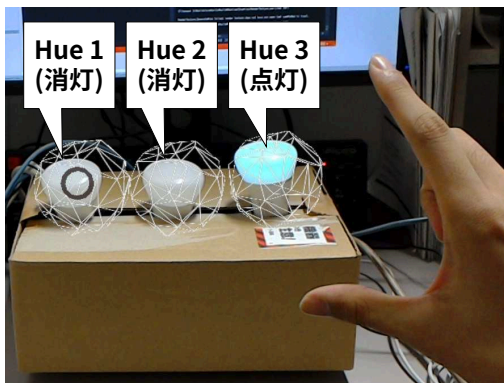


図 3: プロトタイプシステムのスクリーンショット

想 3D オブジェクト自体もしくはその周辺空間に文字や色として表示する。

3.4 家電機器の操作

3D 仮想オブジェクトに含まれる操作対象機器の情報とジェスチャから判断した操作内容を元に JSON を構築し、HTTP でホームサーバに送信して家電機器の操作を行う。複数の機器の同時操作にも対応している。

4 評価実験

4.1 プロトタイプシステムの構築

評価実験のため、図 2 に示すプロトタイプシステムを構築した。HMC には、複合現実を用いたアプリケーションの開発および実行が可能な Microsoft HoloLens を用い、Unity でクライアント用のシステムを構築した。家電機器は RESTful API による制御が可能な LED 照明である Philips Hue を複数個用いた。また、ホームサーバには Raspberry Pi を用い、Go でサーバ用システムを構築した。本プロトタイプでは家電機器の操作および仮想オブジェクトへの状態の反映のみに機能を絞った。

図 3 にプロトタイプシステムのスクリーンショットを示す。オブジェクトと重なるようにワイヤフレームのテキストチャが表示され、リングとして表示されている視線によって操作対象のオブジェクトを選択する。

表 1: 視認・操作性の比較実験の結果

	テキスト	提案手法
操作対象の探しやすさ	2.5	3.8
設置場所の分かりやすさ	2.6	3.6
操作のしやすさ	3.3	3.1
動作状況確認のしやすさ	2.3	3.7

表 2: 応答時間の評価実験の結果

	API 直接		提案手法	
	合計	合計	内部処理	
電源 ON	22.1ms	31.8ms	9.7ms	
電源 OFF	21.3ms	33.1ms	11.8ms	

4.2 視認・操作性の評価実験

実験では 20 代の男女 11 名にプロトタイプシステムを使用してもらい、テキストベースのスマートフォンアプリと比較した。評価はアンケート形式で行い、「操作対象の家電機器は探しやすいか」、「現実空間においての家電機器の設置場所は分かりやすいか」、「アプリケーションの操作はしやすいか」、「家電機器の動作状況は確認しやすいか」の 4 項目について、最も高い評価を 4、低い評価を 1 とする 4 段階で回答してもらい、平均値を算出した。

結果を表 1 に示す。結果から、3 項目について、既存手法よりも高い評価を得ていることが読み取れる。

4.3 応答時間の評価実験

また、フレームワークの実用性検証のために応答時間を評価した。応答時間の計測対象は、家電機器の API を直接操作した場合と、HoloRemote を介した場合とする。本実験では、クライアントには HMC ではなく PC を用い、cURL コマンドによるリクエスト送信から操作完了までの時間を計測した。実験では照明を ON/OFF 交互に 5 回ずつ計 10 回操作し、平均値を算出した。

結果を表 2 に示す。HoloRemote 内でも家電機器の API を操作していることから、HoloRemote の応答時間と API 直接の応答時間の差が、HoloRemote の内部処理の時間となる。この結果から、HoloRemote の応答・処理時間には十分に実用性があると言える。

以上から、本提案による家電機器操作に関する利用者の利便性の向上は十分可能であると考えられる。

5 おわりに

本研究では仮想オブジェクトを現実の家電機器に結びつけて制御する複合現実インタフェースの HoloRemote を提案し、プロトタイプシステムで検証を行なった。

今後はホームサーバと家電機器間の通信について HTTP 以外のプロトコルとの互換性を持たせることで多様な家電機器への対応を進める予定である。

参考文献

- [1] 清川皓太, 山本真也, 柴田直樹, 安本慶一, 伊藤実, “3D 仮想空間を用いた情報家電のためのリモコンフレームワーク”, 情報処理学会論文誌, Vol. 52, No. 2, pp. 596-609, 2011.