

規格の違いを意識しない直感的家電制御システムの提案

梅山 莉奈¹ 増田 剛志² 鈴木 秀和²

概要:近年、ネットワークを通じて操作可能な情報家電が普及しつつある。しかし情報家電には複数の通信規格が存在し、宅内には DLNA (Digital Living Network Alliance) や ECHONET Lite などが混在している。また、ネットワークを通じて操作する際、ユーザは発見した機器の型番からしか機器を特定することができない。そのため、制御したい機器を直感的に判断したり、宅内に同一モデルの機器が複数存在する場合の区別が困難である。本稿では、規格の違いを意識することなく、直感的に機器を制御することができる iHAC (intuitive Home Appliance Control) システムを提案する。規格の違いを吸収するインタフェースを組み込むことにより、ユーザは機器の規格に合わせてアプリケーションや操作方法を変更する必要がなくなる。また、AR (Augmented Reality) 技術を用いて機器の情報や操作メニューを表示することにより、文字情報によらない直感的な操作を可能とする。

1. はじめに

近年、ネットワークを通じて操作可能な情報家電の普及が進んでいる。情報家電では、家電機器同士を相互接続することにより、動画や写真などのコンテンツを共有することが可能となる。また、スマートフォンやタブレットなどのモバイル端末と接続することにより、それらから家電機器を操作することも可能となる。

現在、情報家電には複数の通信規格が存在し、代表的なものに DLNA (Digital Living Network Alliance) [1] や ECHONET Lite[2] がある。DLNA は主にテレビや Blu-ray レコーダなどの AV (Audio Visual) 機器に搭載されている規格である。それに対して、ECHONET Lite は主にエアコンや冷蔵庫などの白物家電を中心に搭載されている規格である。家電機器の種類によって異なる通信規格が搭載されており、宅内にはこれらの規格の機器が混在している。そのため、ユーザは機器の規格に合わせてアプリケーションや操作方法を変更する必要がある。また、ネットワークを通じて操作する際、ユーザは発見した機器の型番からしか機器を特定することができない。そのため、ユーザが操作したい機器を直感的に判断したり、宅内に同一モデルの機器が複数存在する場合の区別も困難となる。

これらの課題を解決する既存研究として、PUC (Peer-to-peer Universal Computing Consortium) プロトコルを

用いた異種ネットワークデバイス連携システム [3], [4] や AR (Augmented Reality) 技術を用いた EVANS3[5], [6] が提案されている。

PUC を用いたシステムは、PUC プロトコルを用いて複数の通信規格の機器を統一的に扱うことが可能となるシステムである。PUC プロトコルは、DLNA や ECHONET Lite などの既存のネットワーク上にオーバーレイネットワークを形成することで、様々なネットワークに存在する機器の相互接続を可能とする技術である。しかし、PUC プロトコルが実装されたホームゲートウェイ (HG) が必要であり、一般ユーザが気軽に利用することが困難であるなどの課題がある。

EVANS3 は、家電に取り付けられた LED マーカを操作端末のカメラで映すことにより、カメラ映像上に機器の情報を AR オブジェクトとして表示するシステムである。表示された AR オブジェクトをタッチすることで機器の制御が可能となる。しかし、EVANS3 ではカメラ映像上に LED マーカを映す必要があるため、カメラに映る範囲の機器しか操作できないことや、操作対象となる機器が1つのみとなる課題がある。

これらの課題を解決するために、本稿では規格の違いを意識することなく、直感的に機器を制御することができる iHAC (intuitive Home Appliance Control) システムを提案する。iHAC システムは、操作端末にアプリケーションとして組み込むことにより HG を必要とせず、規格の違いを吸収する。また、ユーザインタフェース (UI) にマークレス AR と HTML5 を用いることにより、ユーザが機器を直感的に操作することを可能とする。ユーザによって直

¹ 名城大学大学院理工学研究科
Graduate School of Science and Technology, Meijo University

² 名城大学理工学部
Faculty of Science and Technology, Meijo University

感的に操作しやすいUIは異なる可能性があるが、HTML5を用いることでUIのカスタマイズが容易となるため、様々なユーザに対応することが可能である。

以下、2章で既存研究について、3章で提案システムについて述べる。4章で実装と動作検証の結果を示し、6章で評価をし、5章でまとめる。

2. 既存研究

2.1 P UCC を用いたシステム

P UCC を用いたシステムは、DLNA や ECHONET Lite などの通信規格の異なる情報家電や Zigbee などのセンサデバイスを相互接続し、それらすべての機器を統一的に扱うことが可能なシステムである。DLNA や ECHONET Lite などの既存ネットワークの上にオーバレイネットワークを形成することにより、様々なネットワークに存在する機器の相互接続を可能とするプロトコルである P UCC プロトコルを用いることで、異なる規格の機器同士の相互接続を実現している。

図 1 *1 に P UCC を用いたシステムの概要を示す。このシステムは、クライアントデバイス、Web サーバ、センサゲートウェイや家電ゲートウェイなどの各 HGW、操作対象であるセンサデバイスや家電機器で構成されている。センサデバイスや家電機器の制御は各 HGW が行い、HGW と家電機器間はそれぞれの機器に搭載されている通信規格で通信を行う。Web サーバと各 HGW に P UCC プロトコルを実装し、Web サーバと各 HGW 間で P UCC プロトコルの通信を行うことにより、Web サーバが規格の違いを吸収している。さらに、Web サーバを用いることにより、クライアントに対してセンサデバイスや家電機器への統一的なアクセスを提供している。

このシステムの課題として、P UCC プロトコルを実装した HGW や Web サーバが必要であるため、一般ユーザが気軽に利用することが困難であることが挙げられる。

2.2 EVANS3

EVANS3 は、AR 技術を利用してカメラ映像上に操作メニューを AR オブジェクトで表示することにより、直感的に家電機器を操作することができるシステムである。家電機器に LED を取り付け、その LED を AR を表示するためのマーカとする。ユーザが LED を操作端末のカメラで映すことにより、LED マーカの点滅パターンを認識し、機器を識別する。

図 2 *2 に EVANS3 のシステム構成を示す。ユーザが操作端末のカメラで LED を映すことにより、マーカモジュールが点滅パターンを認識して機器を識別し、その機器の情報をコントロールモジュールから取得する。その情報に基づ

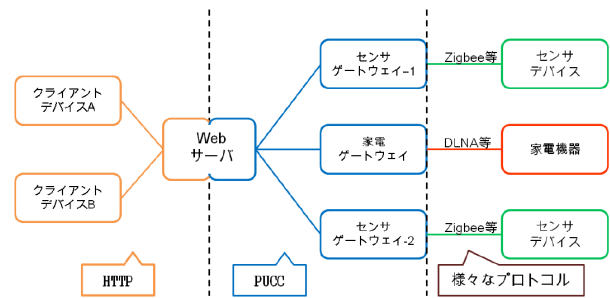


図 1 P UCC を用いたシステムの概要
Fig. 1 Overview of system using P UCC.

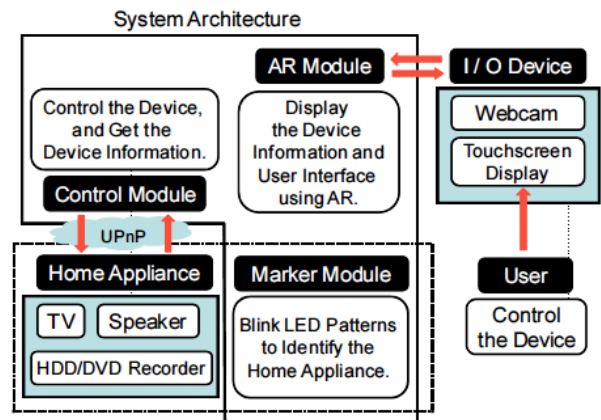


図 2 EVANS3 の構成
Fig. 2 Architecture of EVANS3.

づいて AR モジュールが操作端末のカメラ映像上に操作メニューなどの AR オブジェクトを表示する。ユーザがカメラ映像上に表示された操作メニューを操作することで、機器の制御を可能としている。

このシステムの課題として、カメラ映像上に LED マーカを映す必要があるため、障害物がある場合や異なる部屋に設置された機器を操作することができない点が挙げられる。また、操作対象となる機器が 1 つのみであり、他の機器同士の連携操作をすることができない。

3. 提案システム

3.1 概要

規格の違いを意識することなく、直感的に機器を制御することができる iHAC システムを提案する。本稿における“直感的”という用語が意味する内容を次の 4 段階に分け、それに基づいたシステムを提案する。

(1) 規格の違いを意識しない

宅内に様々な規格の機器が存在していると、ユーザは規格に合わせて操作方法やアプリケーションを変更する必要がある。提案システムでは、第 3 の機器を設置するのではなく、タブレットなどの操作端末にインストールするアプリケーションが通信規格の違いを吸収することにより、ユーザは規格の違いを意識すること

*1 文献 [4] より引用

*2 文献 [6] より引用

なく機器の操作が可能となる。規格ごとにアプリケーションや操作方法を変更する必要がなく、ネットワークから操作可能なすべての機器を统一的に扱うことができる。

(2) 位置情報の付加

家電機器から得られる情報は型番やメーカー、IPアドレスなどの情報であり、通常は型番のみがユーザに提示される。しかし、一般ユーザは型番が提示されても、即座に操作したい機器を判別することは難しい。提案システムでは、機器ごとに部屋名などの位置情報を関連付けてユーザへ提示することにより、ユーザが直感的に操作したい機器を判断することを可能とする。また、宅内に同一モデルの機器が複数存在する場合の区別が容易となる。

(3) カスタマイズ可能な UI による表示

ユーザによって直感的に操作しやすい UI が異なる場合がある。提案システムでは、UI の表示に HTML5 と CSS (Cascading Style Sheets) を用いることによって、ユーザが自由に UI をカスタマイズできる仕様とする [7]。CSS を変更することにより、文字のサイズや色、行間やアイコン画像などを自由にカスタマイズできるようになるため、ユーザが見やすい、わかりやすいデザインを選択することができる。

(4) AR を用いた表示

家電機器から得られる情報は、型番などの文字情報のみである。(1) で提案した位置情報の付加に加えて、AR を用いた表示を行うことで、より直感的な操作ができると考えられる。提案システムでは、(3) で述べた HTML ベースの表示方法に加えて、AR 技術を利用することにより、機器の情報や操作画面を操作端末のカメラ映像上に重畳表示することもできる。操作端末に搭載されたカメラで操作対象機器を撮影し、カメラ映像上の操作対象機器上に AR オブジェクトを表示する。これにより、家電機器から得られる型番や、提案システムから得られる位置情報などの文字情報だけでなく、操作したい機器をカメラ映像上から直感的に判断することが可能となる。なお、AR オブジェクトの表示には、エッジなどの特徴点 [8] を用いることを想定しており、家電機器に AR マーカーを設置する必要は無い。

3.2 システム構成

図 3 に iHAC のシステム構成を示す。本システムは、UI 部、汎用インタフェース部、各規格の通信処理部で構成される。iHAC アプリケーションを、家電機器を制御する操作端末にインストールする。

3.2.1 UI 部

UI 部はユーザに対して機器の情報や操作メニューの表

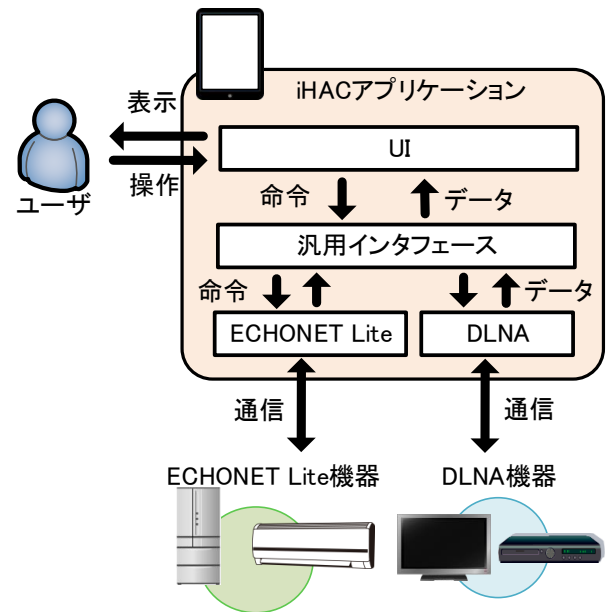


図 3 提案システムの構成

Fig. 3 Configuration of proposed system.

示を行う。表示方法として、HTML5 と CSS で表示を行う HTML モードと、AR で表示を行う AR モードがある。HTML モードの場合は、操作可能な機器を設置されている部屋ごとに分類してリスト形式で表示する。AR モードの場合は、カメラ映像上に映った機器に対して、機器付近に機器名などの AR オブジェクトを表示する。

設置されている部屋の情報や AR オブジェクトの表示位置は、あらかじめユーザが登録を行う。UI 部は未登録である機器の一覧を表示し、ユーザが登録したい機器と設置されている部屋などの選択を行うことにより、登録する情報を汎用インタフェース部へ渡す。

表示する機器リストや AR オブジェクトとして表示する機器名などは、汎用インタフェース部から取得する。ユーザが操作したい機器をリストの中からタップまたは AR オブジェクトをタップすることにより、選択された機器の操作メニューを表示し、ユーザの操作に従って汎用インタフェース部に命令を渡す。

3.2.2 汎用インタフェース部

汎用インタフェース部は家電機器の通信規格の違いを吸収する部分であり、UI 部からの要求に従って、各規格の通信処理部に命令を行う。規格ごとにデータベースを持ち、機器名、機器を一意に特定する識別子、部屋名などの位置情報、TV やエアコンなどのようなデバイスタイプ、AR を利用する場合は対象機器の特徴点情報を保持する。UI 部からの要求に従って、データベースへの登録やデータベースの情報を UI 部へ渡す。また、どの規格の通信処理部に命令を行うかは、ユーザが操作要求を出した機器がどのデータベースに登録されているかによって判断する。

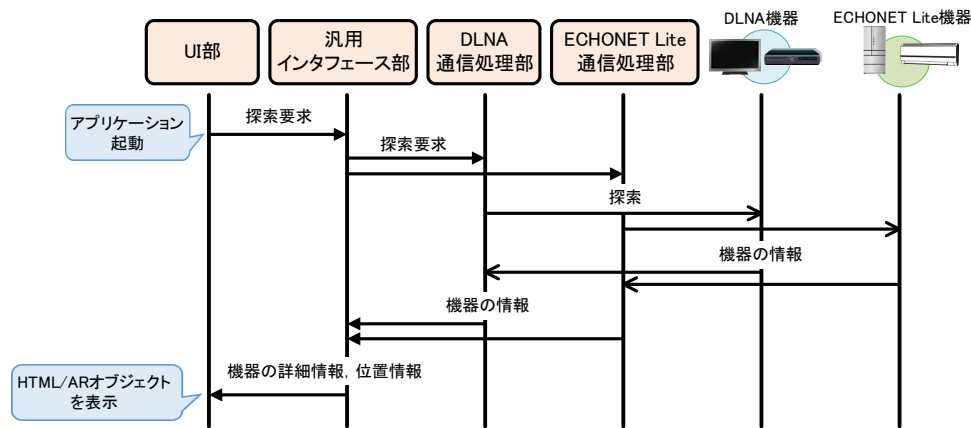


図 4 機器探索シーケンス

Fig. 4 Device search sequence.

3.2.3 各規格の通信処理部

通信処理部は汎用インタフェース部からの命令に従って、実際に機器の探索や命令などを行う。図 3 では ECHONET Lite 通信プロトコルおよび DLNA 通信モジュールが通信処理部に該当し、当該規格の家電機器と通信を行う。各通信処理部は独立して実装することが可能で、ECHONET Lite や DLNA 以外の通信規格に対応したプロトコルなどを実装すれば、iHAC システムがサポート対象機器を拡張することができる。

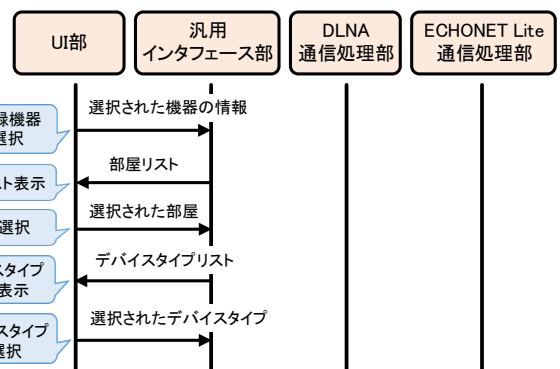


図 5 未登録機器登録シーケンス

Fig. 5 Unregistered device registration sequence.

3.3 システムの動作

3.3.1 機器の探索

DLNA 機器と ECHONET Lite 機器の探索を例として、図 4 に iHAC システムの機器探索シーケンスを示す。ユーザが iHAC アプリケーションを起動し、ネットワークに接続された機器を操作するために、メニューより機器探索を選択する。これにより、UI 部は汎用インタフェース部に探索要求を指示する。汎用インタフェース部はこの指示に基づいて、各規格の通信処理部で定義されている機器探索通信を実行する。これにより、汎用インタフェース部は各通信処理部から DLNA 機器および ECHONET Lite 機器の情報を取得する。

汎用インタフェース部は取得した機器の識別子を用いて、アプリケーション内で保持する登録機器データベースを検索し、登録済み機器情報と未登録機器情報に分類してから UI 部へ渡す。ここで、登録済み機器の場合は、探索時に各機器から取得した機器名や識別子だけでなく、登録済みの位置情報やデバイスタイプ、AR オブジェクトを表示するための特徴点情報なども渡す。これにより、HTML モードでは取得した機器の情報を部屋ごとに分類し、デバイスタイプに合わせてアイコンと共に表示する。AR モードでは、カメラ映像上に映った特徴点を抽出して、その特徴点と汎用インタフェース部から取得した特徴点が一致す

る際に、機器名やアイコンなどの AR オブジェクトを表示する。

ユーザはこれらの登録済み機器情報や制御メニューを選択すると、3.3.3 で述べる機器操作処理が開始される。一方、未登録機器情報は別途 UI にまとめて表示し、3.3.2 で述べる手順により、ユーザが設置されている部屋などの情報を登録する。

3.3.2 未登録機器の登録

図 5 に iHAC システムの未登録機器登録シーケンスを示す。機器の登録では、機器探索によって発見された未登録機器が設置された部屋の情報とデバイスタイプ、AR モードの場合は機器周辺の特徴点を登録する。

HTML モードでは、ユーザが UI 部に表示された未登録機器を選択すると、機器登録画面が表示される。ここでは、データベースに登録済みの部屋名などの位置情報、機器のデバイスタイプ (DLNA 機器の場合、TV やレコーダなど) などを汎用インタフェース部から取得してリスト形式で表示することにより、ユーザが機器に関する各種情報を選択する。これにより、汎用インタフェース部は機器名や識別子、位置情報、デバイスタイプを登録機器データベースへ登録する。

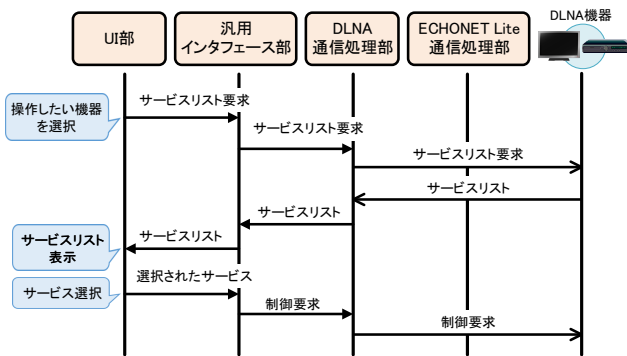


図 6 機器操作シーケンス

Fig. 6 Device control sequence.

AR モードでは、HTML モードと同様に UI 部に表示された未登録機器を選択し、機器登録画面から部屋情報やデバイスタイプなどを選択する。さらに未登録機器の特徴点を取得するために、当該機器を操作端末のカメラで映し、カメラ映像上に映っている機器をタップする。これにより、UI 部は画面に映っている映像の特徴点の抽出を行い、ユーザが選択した情報と共に汎用インタフェース部へ渡す。これにより汎用インタフェース部は、機器名や識別子、位置情報、デバイスタイプ、特徴点を登録機器データベースへ登録する。

3.3.3 機器の操作

発見した機器のうち DLNA 機器を操作する場合を例として、図 6 に iHAC システムの機器操作シーケンスを示す。HTML5 で表示された機器リストから機器名またはユーザが操作したい機器を示す AR オブジェクトをタップすることにより、汎用インタフェース部はどのような操作が可能であるかというリストであるサービスリストを、通信処理部を通じて家電機器に要求する。UI 部は汎用インタフェース部を通じて取得したサービスリストを表示する。ユーザが操作したい項目を選択することにより汎用インタフェース部が通信処理部へ制御要求を行い、通信処理部が機器の制御を行う。例えばコンテンツの保有機能を持つ DLNA 機器を制御する場合、コンテンツリストが表示され、コンテンツを選択することにより再生制御が行われる。

3.4 動作イメージ

図 7 に AR オブジェクト表示時の画面イメージを示す。AR モードの場合は、カメラ画面上に映っている機器に対しては、機器の近くに AR オブジェクトを表示し、それ以外の機器に対しては、画面端に機器を部屋ごとに分類して表示をする。図 7 では、リビングの機器を表示しているが、部屋名のアイコンをタップすることにより部屋の切り替えも可能である。画面外の機器も表示可能であるので、複数の機器を操作して機器同士を連携させることも可能となる。例えば、DVD レコーダに保存されているコンテンツをユーザが指定した TV で再生するなどのことが可能で



図 7 操作画面のイメージ

Fig. 7 Image of operation screen.

ある。

HTML モードについては 4.2 にて動作結果を示すため、ここでは画面イメージは割愛するが、HTML モードの場合も、連携が可能である。例えばユーザが選択した機器が DLNA における DMS (Digital Media Server) の場合、その機器が保有するコンテンツの再生機器として連携可能な DMR (Digital Media Renderer) の一覧を表示し、ユーザが選択することにより DMS と DMR が連携してコンテンツの配信と再生を行う。

4. 実装・評価

4.1 実装

汎用インタフェースによって規格の違いを吸収できることを確認するために、iPad で動作する iHAC アプリケーションのプロトタイプを実装した。なお、今回は UI 部として HTML モードのみ実装し、各規格の通信処理部には、下記のライブラリを利用して実装した。

- DLNA ライブラリ：Platinum^{*3}
- ECHONET Lite ライブラリ：KAIT-4S-EZ^{*4}
- データベースライブラリ：FMDB^{*5}

汎用インタフェース部には、ネットワークに接続されている機器の探索機能とデータベースへの登録機能を実装した。データベースは、登録機器データベースとして DLNA データベースと ECHONET Lite データベースを作成した。両データベースには、機器名、識別子、位置 ID、デバイスタイプの登録を行う。また、位置情報を管理するデータベースとして位置情報データベースを作成し、位置 ID と部屋名の登録を行う。

試作アプリケーションでは、探索モードと登録モードの切り替えが可能で、アプリケーション起動時は探索モードとなる仕様とした。アプリケーションを起動することによ

*3 <http://www.platinosoft.com/platinum>

*4 <https://smarthouse-center.org/sdk/download/form/18>

*5 <https://github.com/ccgus/fmdb>

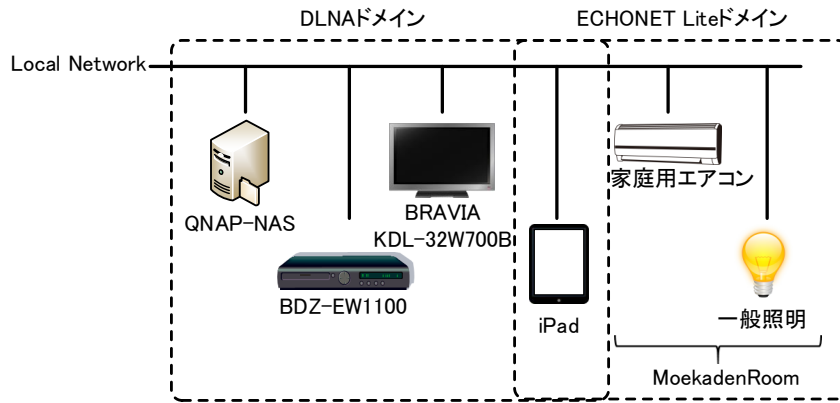


図 8 動作検証の環境

Fig. 8 Environment of operation verification.

表 1 ネットワークに接続された機器の詳細

Table 1 Details of devices connected to the network.

機器名	設置場所	デバイスタイプ
QNAP-NAS ^{*6}	リビング	サーバ
BDZ-EW1100 ^{*7}	リビング	レコーダ
BRAVIA KDL-32W700B ^{*7}	寝室	TV
家庭用エアコン ^{*8}	寝室	エアコン
一般照明 ^{*8}	リビング	照明

り、汎用インタフェース部が探索命令を行い、UI 部へ探索結果と発見された機器の位置情報やデバイスタイプを渡し、それに基づいて UI 部が機器リストを表示する。登録モードへ切り替えを行うと、汎用インタフェース部から未登録機器リストのデータが渡され、UI の切り替えを行う。ユーザが登録したい機器を選択することで、部屋リストやデバイスタイプリストを表示し、ユーザが選択したデータを UI 部から汎用インタフェース部へ渡し、データベースへ登録する。なお、汎用インタフェース部と UI 部間で受け渡しする機器情報のデータは JSON 形式で統一した。

4.2 動作検証

実装した試作アプリケーションの動作検証を行った。図 8 に動作検証を行った環境を示す。ローカルネットワークに操作端末である iPad と表 1 に示す操作対象である 5 台の機器を接続した。ECHONET Lite 機器には、ECHONET Lite 機器のエミュレータである MoekadenRoom[9] を利用して検証を行った。また、機器の位置情報はあらかじめ表 1 に示す通りに登録を行った。

図 9 に動作検証の結果を示す。データベースへ登録済みの機器 5 台が UI に表示されており、DLNA 機器と ECHONET Lite 機器の隔たりなく表示されていることが確認できる。また、登録した部屋ごとに分類した表示がされていることや、デバイスタイプとアイコンが関連付けられていること

^{*6} QNAP 社製

^{*7} SONY 社製

^{*8} MoekadenRoom のエミュレータ



図 9 動作検証の結果

Fig. 9 Result of the operation verification.

も確認できる。従って、3.1 で示した (1) 規格の違いを意識せず、(2) 位置情報に基づいて、(3) HTML によるわかりやすい表示により、直感的に機器を選択できることを確認した。

5. 評価

5.1 位置情報の付加の検証

機器操作時に位置情報を付加する効果を検証するために、評価アプリケーションを用いて指定したコンテンツを再生するまでに要したメニュー操作回数と操作時間を測定する。被験者には位置情報を付加したアプリケーションと付加していないアプリケーションの 2 つを操作してもらい、メニュー操作回数と操作時間の変化を調査する。なお、評価アプリケーションは DLNA 機器のみの操作が可能であり、UI は動作検証と同様にリスト形式での表示である。

5.1.1 実験方法

コンテンツを保有する DLNA 機器である DMS を 5 台、コンテンツの再生機能を持つ DLNA 機器である DMR を 1 台用意した。表 2 に示すように DMS をリビングに 3 台、寝室に 2 台設置し、DMR をリビングに 1 台設置した。宅内に同一モデルの機器が複数存在する環境を作るために、Linux 上で MediaTomb[10] を利用して DMS を 2 つ構築

表 2 操作可能な機器の設置された部屋と機器の種類

Table 2 Installation room and device type of the controllable devices.

機器名	設置場所	機器の種類
QNAP-NAS	リビング	DMS
BDZ-EW1100	リビング	DMS
BDZ-EW1200	リビング	DMS
BRAVIA KDL-32W700	リビング	DMR
TwonkyMedia [QNAP-NAS]	寝室	DMS
BDZ-EW1200	寝室	DMS

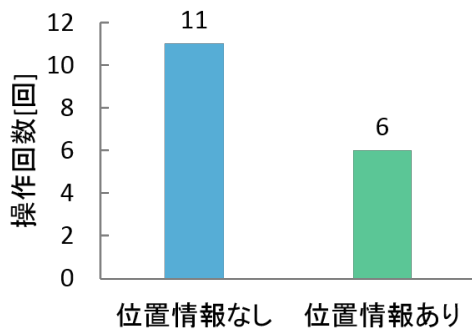


図 10 操作回数の平均

Fig. 10 Average of the number of controls.

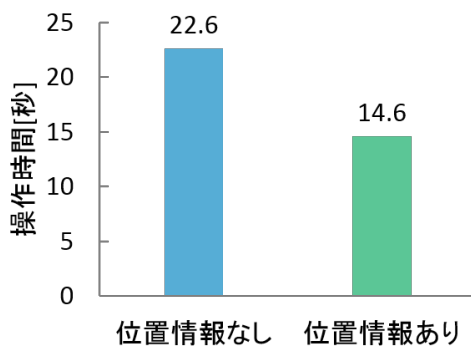


図 11 操作時間の平均

Fig. 11 Average of the time of controls.

し、機器名は“BDZ-EW1200”として設定を行った。

10名の被験者にはリビングに設置されているBDZ-EW1200内に保存されている画像を、同じくリビングに設置されているBRAVIA KDL-32W700での再生を指示した。各部屋にどの機器が設置されているかは事前に説明して実験を行った。

5.1.2 測定結果

図 10, 図 11 に被験者のメニュー操作回数と操作時間の平均を示す。操作回数の平均は、位置情報を付加しない場合が11回、付加した場合が6回となった。また、操作時間の平均は位置情報を付加しない場合が22.6秒、付加した場合が14.6秒となり、平均操作回数は45.5%、平均操作時間は35.4%削減することができた。

表 3 既存研究との比較

Table 3 Comparison with existing researches.

	iHAC	PUCC	EVANS3
規格の違いを意識しない操作	○	○	×
HGW 不要	○	×	○
文字情報によらない操作	○	×	○
機器同士の連携	○	○	×
障害物が存在しても操作可能	○	○	×
UIのカスタマイズ	○	×	×

5.1.3 考察

本実験においての操作回数の最小値は5回であり、被験者の最大操作回数は位置情報を付加しない場合が25回、付加する場合が11回であった。このことから、誤操作がある場合であっても位置情報を付加することによって操作回数を削減できることがわかる。

しかし、位置情報を付加した場合であっても、最小操作回数で操作することができなかった被験者は半数近くいる。これは、評価アプリケーションが文字情報のみであることに起因すると考えられる。リビングには型番が1つ違いの機器が設置されており、文字情報のみでは区別することが困難となる。そのため、部屋ごとに表示するだけでなく、ARを用いた表示をする必要があることが考えられる。

5.2 既存研究との比較

表 3 に提案システムであるiHACシステムとPUCCを用いたシステム、EVANS3の比較を示す。iHACシステムでは、規格の違いを吸収するインタフェースをアプリケーションに組み込むため、HGWのような第3の機器を設置すること無く、規格の違いを意識しない操作が可能である。また、ARを用いた文字情報によらない機器の操作が可能であり、カメラ画面に映っていない機器の表示も行うため機器同士の連携操作が可能である。ARの表示にはマーカレスARを用いるため、機器と操作端末間に障害物がある場合でも操作が可能である。さらに、HTML5を用いて操作メニューの表示を行うため、ユーザによるUIのカスタマイズが容易にできる。ユーザ個人によって直感的に操作しやすいUIが違う場合や、小さい文字が見えづらくなった高齢者や特定の色が見えづらい色覚障がい者など、さまざまなユーザに対応することが可能である。

6. まとめ

本稿では、規格の違いを意識することなく、直感的に機器を制御することができるiHACシステムを提案した。アプリケーション内に規格の違いを吸収するインタフェースを組み込むことにより、専用のHGWを設置することなく規格の違いを意識しない操作が可能となる。また、AR技術を用いることにより文字情報によらない直感的な操作が可能となる。HTML5を用いて操作メニューの表示を行う

ことにより、ユーザによる自由な UI のカスタマイズも可能となる。

提案システムのプロトタイプ実装を行い、DLNA と ECHONET Lite 機器の探索と機器一覧の表示が行えることを確認した。また、機器操作時に位置情報を付加する効果の検証を行った。位置情報の有無によりメニュー操作回数と操作時間の変化を調査した結果、操作回数は 45.5%、操作時間は 35.4%削減することが確認できた。今後は機器一覧に表示された機器の操作と、AR を用いた表示の実装を行う予定である。

謝辞 本研究は JSPS 科研費 15K15987 の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] DLNA. <http://jp.dlna.org/>
- [2] ECHONET CONSORTIUM. <http://www.echonet.gr.jp/>
- [3] Ishikawa, N.: PUCC Activities on Overlay Networking Protocols and Metadata for Controlling and Managing Home Networks and Appliances, *Proc. of the IEEE*, Vol. 101, pp. 2355–2366 (2013).
- [4] 田中 剛, 伊藤崇洋, 加藤悠一郎, 峯野博史, 水野忠則: 携帯端末の Web ブラウザを用いた異種ネットワークデバイス連携システムの開発, 情報処理学会論文誌コンシューマ・デバイス&システム (CDS), Vol. 2, No. 1, pp. 10–19 (2012).
- [5] Mihara, S., Kawai, K., Shimada, H. and Sato, K.: EVANS 3: Home Appliance Control System with Appliance Authentication Framework Using Augmented Reality Technology, *Proc. of the 10th Annual IEEE Consumer Communications and Networking Conference (CCNC)*, pp. 849–850 (2013).
- [6] Mihara, S., Sakamoto, A., Shimada, H. and Sato, K.: Augmented Reality Marker for Operating Home Appliances, *Proc. of the 9th IEEE/IFIP International Conference on Embedded and Ubiquitous Computing (EUC)*, pp. 372 – 377 (2011).
- [7] 増田剛士, 梅山莉奈, 鈴木秀和: 直感的家電制御フレームワークにおけるユーザインタフェースの検討, 平成 27 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会論文集, Vol. 2015, No. A1-2 (2015).
- [8] Davison, A. J.: Real-time simultaneous localisation and mapping with a single camera, *Proc. of 9th IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV)*, Vol. 2, pp. 1403–1410 (2003).
- [9] Kadecot: MoekadenRoom: エアコン・照明・ブラインド・電子錠・温度計のエミュレータ. <http://kadecot.net/blog/1479/>
- [10] MediaTomb: Free UPnP MediaServer. <http://mediatomb.cc/>