

相対位置関係を利用したモバイルデバイスによる 家電機器操作システム

河合 航平¹ 雨森 将司¹ 島田 秀輝² 佐藤 健哉¹

概要 : 近年, ネットワークに接続が可能な家電機器が普及しており, 様々な家電機器をネットワーク経由で制御できるホームネットワークが注目されている. これらの技術を用いることで, 多数の家電機器をネットワークを通じて操作することが可能になり, スマートフォンやタブレットなどのモバイルデバイスからの家電機器操作が注目されている. しかし, モバイルデバイスで操作対象を一元化した場合, 家庭内のすべての家電機器の一覧がテキストベースで表示されるため, ユーザにとっては操作対象を選択する際に, 制御対象としていない家電機器まで表示されることとなり, ユーザに負担がかかる. さらに, 近年の家電機器の性能の向上や種類の増加に伴い, モバイルデバイス上で表示される数が増え続けることがわかる. そこで, 本研究では, モバイルデバイスを用いた家電機器操作において, モバイルデバイスのセンサ情報を利用することで, ユーザにとって直感的で負担の少ない状態で, 家電機器操作をすることを可能にしたシステムの設計と実装を行った. また, 実装したシステムの処理時間を計測し, 性能評価を行うことでシステムの性能として問題がないことを示し, さらに, 他の関連研究との比較を行うことで, システムの有効性を示した.

Design and Implementation of Control System for Home Appliances using on Relative Positions by Mobile Device

KOHEI KAWAI¹ MASASHI AMEMORI¹ HIDEKI SHIMADA² KENYA SATO¹

1. はじめに

近年, ネットワークに接続が可能な家電機器が普及しており, 様々な家電機器をネットワーク経由で制御できるホームネットワークが注目されている. 従来の家電機器操作は, 一つの家電機器に一つの操作作用赤外線リモコンという形式で, 赤外線リモコンでの操作が主流でした. しかし, ホームネットワークが普及してくると, 操作作用コントローラーもネットワークに接続可能となり, 多数の家電機器がネットワークを通じて, 一元的に操作されることが可能になった. このようなネットワークを通じて, 家電機器を操作する操作作用コントローラーとして, スマートフォンやタブレット端末などの, モバイルデバイスが注目されるようになった. そして, モバイルデバイスでの家電機器コント

ローラーの一元化の実用化が進むと, 一つの家電機器に一つの操作作用赤外線リモコンという従来の形式が変化し, 一つのモバイルデバイスで複数の家電機器を操作するという形式にユーザの暮らしが変化していく.

さらに, 近年の家電機器の性能の向上や種類の増加に伴い, 今後, 家電機器の操作においてユーザの負担は増加していく一方である. そのため, たとえモバイルデバイスに一元化したとしても, 家庭内のすべての家電機器が一つのデバイスに集約されてしまうために, ユーザは制御対象としていない家電機器もモバイルデバイス内に表示される. このように, モバイルデバイスにおける家電機器操作における問題点として, ユーザが制御対象としていない家電機器までも表示されるということがあげられる.

そこで本研究では, モバイルデバイスのセンサ情報と相対位置関係を利用することで, モバイルデバイスを用いた家電機器制御時のユーザの負担を減らすことを目的として

¹ 同志社大学大学院理工学研究科情報工学専攻

² 同志社大学研究開発推進機構

いる。以下、2章では、現状の家電機器操作システムについて述べ、3章では、家電機器の認識手法について述べ、4章では、現状の家電機器認識・操作システムについての問題点を述べる。また後半の、5章では、提案システムの概要と動作フローについて述べ、6章、7章では本研究におけるシステムの設計とプロトタイプの実装、8章で評価について述べる。さらに、9章で考察、最後に10章で本研究のまとめを述べる。

2. 家電機器操作システム

現状の家電機器操作システムとして大きな割合を占めているのが、家電機器それぞれに付属している赤外線リモコンである。しかし、ネットワークから家電機器を制御できるホームネットワークが普及してくると、現状の家電機器の形式が変化する。まず、家電機器操作における大きなフローとして、認識、そして操作というフローがある。認識というのは、ユーザは今からどの家電機器を操作対象とするのかということを決め、操作は認識時に取得した家電機器を制御することである。

家電機器操作を行うには、まず家庭内のどの家電機器を操作対象とするのかということのユーザは示さないとけない。従来の赤外線リモコンならば、一つの家電機器に一つのリモコンがついており、どの家電機器を操作するのかということは、どのリモコンを選択するのかということと同義であった。しかし、モバイルデバイスを用いた家電機器操作やネットワーク経由で制御するようリモコンを用いる場合に関しては、どの家電機器を制御するのかという家電機器認識というものが必要になってくる。本章では、どのような家電機器認識が存在し、どのように利用されているのかということについて述べる。

3. 家電機器の認識手法

3.1 音声認識

家電機器認識において、最も利用されているのが音声認識である。これはユーザの声に応じて家電機器を認識し、操作まで行う。例えば、「テレビの電源をつけて」という言葉をユーザが発した場合には、コンピューターは「テレビ」というワードで、家電機器を特定し、その後「電源をつける」というワードによって先ほど特定した家電機器を操作することになる。音声認識のメリットとして、ユーザはハンズフリーで家電機器操作を行えることで、ユーザにかかる負担は最小限に抑えることができる。一方、デメリットとして家庭内に同じ種類の家電機器が複数存在していた場合、先ほどの「テレビ」だと、リビングにあるテレビなのか、寝室にあるテレビなのかという分類は「テレビ」というワードだけでは判別できないことがわかる。また、さらに音声認識するマイクまでの距離に依存することや、音声処理のような複雑な処理を用いたときの認識率や認識速



図 1 Panasonic Smart Apps

度などが問題点として挙げられる。

3.2 拡張現実感 (Augmented Reality:AR)

拡張現実感(以後、AR とする)を用いた家電機器認識も存在する。現状の AR 技術では機器の識別を行うために、画像マーカを必要とする場合と、必要としないマーカレスのものも存在する。画像マーカが存在する場合、一つの家電機器につき、一つの画像マーカが存在し、モバイルデバイスなどのカメラによってその画像マーカを認識し、家電機器を特定する。この画像マーカを用いると、家電機器の景観を損なうことになり、ユーザにとっては好ましくない。また、さらに、部屋が暗い場合だと、カメラで画像を認識できないために、部屋の明るさにも依存することがわかる。

3.3 Panasonic Smart App

現状の技術でもっとも実用的なのが、Panasonic の Panasonic Smart App である(図 1)。このサービスは特定の Android アプリをダウンロードし、ユーザはまず NFC(Near Field Communication)の技術を用いて家電機器にタッチすることで家電機器の登録を行う。登録した家電機器のみ操作することが可能で、メリットとしては、スマートフォン上で使用状況が視覚化や、スマートフォン上に記録されたユーザの行動履歴により省エネを促すような誘導を行う。デメリットとして、登録する家電が増えてくると、操作対象を選ぶ際にユーザにとって、負担のかかるシステムになっている。

4. 問題点

前述の様々な家電機器認識について述べたが、問題点として、大きく二つに分ける。一つ目が「ユーザの選択肢の増大」、二つ目が「高速かつ正確な家電機器認識処理の必要性」である。一つ目の「ユーザの選択肢の増大」では、従来の家電機器操作だと、前述の通り、一つの赤外線リモコンを手にとることは、特定の家電機器を特定することと同じである。しかし、モバイルデバイスに家庭内全ての家電

機器のデータを一元化すると、ユーザは家電機器を特定するのに、制御を意図しない家電機器が多数存在することとなり、ユーザには、選択肢が増大していることがわかる。これを減らすべく、音声認識が AR を用いるために画像処理を行っているが、家庭内環境による認識率や認識速度の問題もある。

よって、ユーザが求めているものは、意図しない選択肢を減らすことと、家庭内環境に依存しない認識率、認識速度を実現することである。

5. 提案システム

本研究におけるシステムは、家庭内にある家電機器をモバイルデバイスのセンサ情報を用いて、直感的に家電機器を認識、そして操作するシステムである。モバイルデバイスを用いることで、家庭内のすべての赤外線リモコンを一元化することができ、リモコン端末が増加した際の複雑性を解決できる。さらに、モバイルデバイスの方位センサやジャイロセンサなどのセンサ情報を用いることで、操作対象を直感的に選択することができ、操作対象を選択する際の複雑性は解決することができる。本研究におけるシステムでは、まず家庭内で利用可能な家電機器データをクライアントに送り、それらの情報を保持する。その後、ユーザはどの部屋に位置しているのかを設定し、さらに部屋の中における現在地設定を行う。

これらの設定が終わるとその後、認識の制御に入る。この認識の制御においては、先ほどデバイス内に保持された家庭内の家電機器情報と、モバイルデバイスを用いて家電機器制御を行うユーザのセンサ情報を照合する。ユーザはデバイス内に保持されたデータと照合された家電機器のみ制御可能となる。

また、家庭内に新規に家電機器を登録したい場合は、登録のフローに入る。この際も、認識の制御同様、登録したい家電機器を登録したい場所にモバイルデバイスを向けるだけで、登録を可能にする。

以後は、本研究におけるシステムに必要な要素を順次説明する。

5.1 方位センサ

方位センサを用いるのは、ユーザが家庭内のどこを向いているのかという方向の情報を数値として取得するためである。モバイルデバイスには、標準で方位センサが付随しているもので、それらを用いる。

5.2 ジャイロセンサ

前述の方位情報と同様にジャイロセンサを用いるのはユーザの向いている方向を確認するためである。しかし、方位情報との違いは、ジャイロセンサでは三次元情報を取得することができる点である。なぜ、ジャイロセンサの処

理が必要かという点、家庭内には二次元平面ですべての家電を表現できないような家庭も存在するからである。例えば、テレビの上にエアコンが存在するような家庭などである。この際は二次元平面ですべて処理できないことがわかる。そこで本研究では、モバイルデバイスのジャイロセンサを用いて、三次元情報も取得することでこのような問題を解決する。

5.3 方位情報変換処理

前述の方位センサからの方位情報とジャイロセンサからの三次元情報をモバイルデバイス内で取得できれば、次は家電機器認識を行う。今回の家電機器認識処理は、家庭内の家電機器の情報を三次元情報で保持し、それにユーザの家庭内における家電機器との相対位置関係とセンサ情報から二次元平面処理における領域の計算を行い、領域内に当てはまる家電機器があれば、認識可能と定義する。

取得した方位情報を θ とし、真北を $\theta = 0^\circ$ 、真南を $\theta = 180^\circ$ と定義する。方位情報の角度 θ と二次元平面上における傾き α は同等ではないために、まずは、方位情報 θ から傾き α への変換作業を行う。

5.3.1 家電機器認識処理

今回、認識可能な視野角を用意する。この視野角が認識可能範囲になる。まず、視野角を生成する二つの二次直線を生成する必要がある。この二次直線を生成するには、三つの要素が必要である。

ユーザの現在位置: x_0, y_0

方位情報: θ

ユーザの二次元平面上における傾き: α_1, α_2

方位情報 θ から α_1, α_2 を生成する必要がある。これに関しては、前述の方位情報変換処理を利用し、生成する。

この変換処理を具体的に落とし込んだ図を図 2 とする。以上の初期条件がそろえば、

$$f_1(x) = \alpha_1(x - x_0) + y_0 \quad (1)$$

$$f_2(x) = \alpha_2(x - x_0) + y_0 \quad (2)$$

(1),(2) の二つの二次直線で、視野角を生成し、ユーザの現在位置と家電機器の相対位置関係を考慮した上で、この視野角内の領域に収まった家電機器を認識可能な家電機器と定義する。また、視野角に収まった場合の具体例を図 3 に記載する。また、この図 3 の場合だと、領域内には、Roomba[7] が存在するために、Roomba を認識対象とする。

5.4 ネットワーク経由での家電機器操作

認識可能な家電機器がモバイルデバイス内で出力されれば、次は家電機器操作に移る。本研究におけるシステムでは、ネットワーク経由での家電機器の操作を行うために、まずは、認識可能となった家電機器の id をホームサーバに

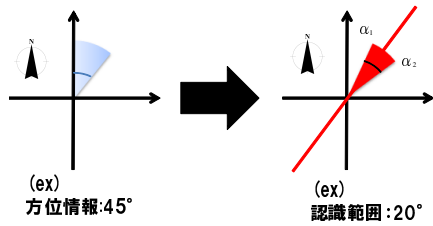


図 2 方位情報から視野角を生成する具体例

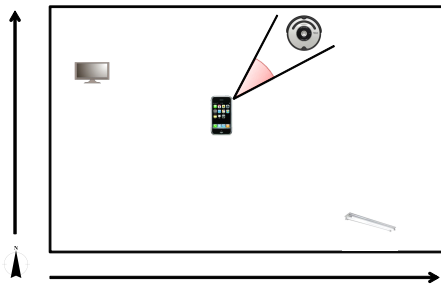


図 3 相対位置関係とセンサ情報を基にした認識処理

送る。ホームサーバでは、モバイルデバイスから送られてきた家電機器の id を基にデータベースから制御に必要な情報を取得し、それらの情報を家電機器に送ることで、家電機器の制御が可能になる。

6. 設計

6.1 システム構成

本研究でのシステムとしては大きく分けて 4 つになる。クライアント、ホームサーバ、データベース、家電機器の 4 つである。

- クライアント

本研究では、クライアントとしてモバイルデバイスを用いるが、そのモバイルデバイスとして今回は iPhone を用いた。iPhone から方位情報や三次元情報を取得する。このクライアント側ではユーザに、家庭内の家電機器の位置情報やユーザの位置情報の可視化を実現した画面を表示することでユーザへの負担を減らした。また、家庭内で利用可能な家電機器の取得やリクエストをホームサーバ側に通知する機能も存在する。

- ホームサーバ

ホームサーバ側では、主にクライアントからのリクエストの対応を行う。例えば、家庭内で利用可能な家電機器の情報を送信や、クライアント側から家電の制御要求が来た際には、家電機器の制御をサーバ側で行う。

- データベース

データベースの役割として、操作可能な家電機器の情報を保持する。まず、主キーを家電機器の id を INT 型で生成する。また、どの部屋に家電機器は存在しているのかを保持しておくために、room_num を INT 型で生成。もちろん、家電機器には、テレビやエアコン

などの種類も存在するので、name に VARCHAR で保持しておく。また、今回は、相対位置を利用するために、家電機器の部屋における位置情報を保持しておかなければならない。三次元の情報が必要なので、x,y,z それぞれ INT 型で生成しておく。UPnP などで、制御できない場合は、赤外線ネットワーク経由で制御するので、赤外線家電機器を処理する家電機器かどうかを判別するために、has_ir という TINYINT で 0 か 1 かを保持しておくようにした。図 5 にデータベースの設計図を記載した。

- 家電機器

操作対象となる家電機器。ネットワーク経由での操作のみ可能とする。

6.2 動作フロー

システム構成に基づき本研究システムにおけるシーケンス図を図 4 に示す。

(1) 利用可能な家電機器データの送信

まずホームサーバから利用可能な家電機器データの一覧のデータが送られる。この一覧のデータをクライアント側で保持しておく。

(2) 部屋情報の設定

ユーザが今、家庭内のどの部屋に存在するのかを設定する。

(3) ユーザの現在地設定

モバイルデバイス内で、ユーザの家庭内の位置を設定する。

(4) センサ情報の取得

ユーザが家電機器の操作のために所持しているモバイルデバイスのセンサ情報を取得する。このセンサ情報には先ほど挙げた方位情報とジャイロセンサ情報を取得する。方位情報ではユーザはどこを向いているのかというのを取得し、その後ジャイロセンサで高さ情報すなわち、三次元情報を取得する。

(5) 家電機器の登録の有無を確認する

新しく家庭内に操作したい家電機器を登録する際は、登録処理に入り、登録作業に入らない場合は、家電機器の認識処理に入る。

(6) 操作可能な家電機器の認識

認識の作業において、必要な情報はモバイルデバイスによって取得したセンサ情報とユーザの家庭内の位置である。これらのデータと登録したモバイルデバイスの情報が照合できた場合、認識したとみなし、認識可能な家電機器を出力する。

(7) 操作

この操作のフローにおいては認識のフローで認識可能になった家電機器のみ操作可能である。操作する際には、操作したい家電機器の制御リクエストをサーバ側に送信する。

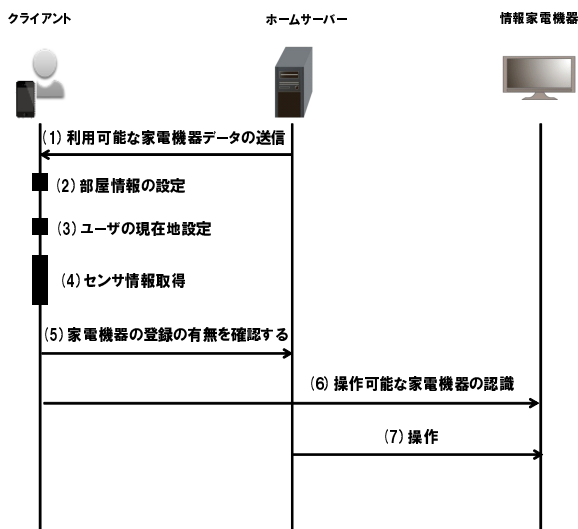


図 4 シーケンス図

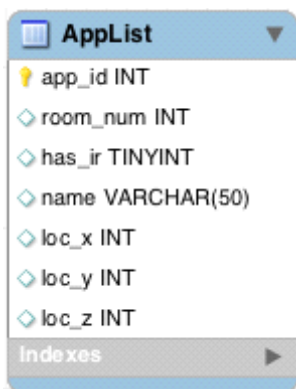


図 5 データベース設計

7. 実装

7.1 実装環境

実装環境を表 1 に示す。現状では、UPnP を利用できる家電機器がほとんどないため、今回の実装では、現状で利用できる赤外線制御する家電機器を、ネットワーク経由で操作することで、UPnP の代替とした。その際に、本研究におけるプロトタイプの実装では、iRemocon 経由で家電機器を制御した。また、認識可能な視野角を今回は、 20° と設定した。

7.2 家電機器配置図

今回の実装において、同志社大学、京田辺キャンパスの恵喜館 KE115 において、図 6 のように家電機器を配置した。この配置図をクライアント側でセンサ情報と相対位置関係を可視化し、モバイルデバイス内に表示した際の図を図 8 とする。

7.3 赤外線学習リモコン iRemocon

本研究では、UPnP を利用できる家電機器がほとんどな

表 1 実装環境

PC	OS	MacOS10.6
	CPU	Intel Core i5 1.7GHz
	メモリ	4.00GB
スマートフォン	OS	iOS5.1
プログラミング言語	クライアント	Objective-C
	サーバーサイド	PHP
DB	MySQL	5.1.62
家電機器	TV	Panasonic
	掃除機	Roomba[7]
赤外線学習リモコン	送受信部	iRemocon

い現状を踏まえて、現状利用できる様々な家電機器を操作できるように赤外線学習リモコンの iRemocon[6] をネットワークから制御することで家電機器を操作した。本研究ではそれらのコマンドをネットワーク経由で操作することで iRemocon 経由での家電機器の操作を実現した。また、iRemocon 経由で家電機器を操作した際のイメージ図を図 7 となり、ネットワーク経由で様々な家電機器を制御することができるということがわかる。またホームサーバをノートパソコンに置き換えて制御するようにした。

7.4 実装結果

本提案システムを実装し、実装環境下における結果を図 8 から図 11 に示す。今回の実装においては、部屋を多対応ではなく、一つの部屋に固定したうえで、相対位置とセンサ情報を用いた家電機器認識や家電機器操作の有効性を示すべく、実装した。

図 8 は実装環境下において TV をに向けた際の iPhone の画面の様子である。また実装環境下においてテレビの下においてある Roomba をユーザがに向けた際の画面の様子を図 9 とする。家電機器登録の際にデバイス内に保存されている三次元情報とモバイルデバイスが取得したセンサ情報が一致しない場合は図 10 のように何も出力されないようになっている。

またクライアント側からサーバへ家電機器の制御リクエストを送信した際のログを図 11 に示す。図 11 からわかるように、ネットワーク経由で家電機器が制御できていることがわかる。

8. 評価結果

8.1 評価方法

本研究の評価方法として、4 パターンの部屋を用意して、その部屋に応じてユーザが操作対象となる家電機器にモバイルデバイスを家電機器の方に向け。家電機器制御開始した際のサーバからのレスポンスを受信するまでの時間を計測し、性能評価を取った。以下に部屋の 4 パターンの図を掲載する。これらを図 12～図 15 とする。

まず、図 12 と図 13 だが、これは家庭内のある部屋の右

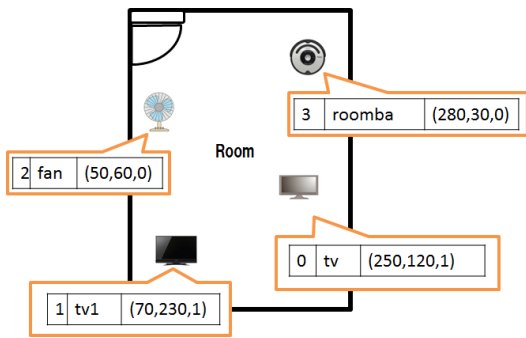


図 6 家電機器配置図

半分に家電機器が存在しているパターンである．さらに図 14 と図 15 は部屋全体に家電機器が万遍なく存在しているパターンである．

図 12～図 15 の中では表現しきれていないが，Roomba を高さ 0，TV を高さ 1，エアコンを高さ 2 としてモバイルデバイス内に値として保持した．

8.2 評価結果

評価結果を表 2 に記載する．今回の評価では，pattern3A から pattern6B まで，それぞれ 5 回の性能評価の取得を行った．また，表 2 では，その 5 回の性能評価の平均値を処理時間として，記載している．

9. 考察

9.1 関連研究

林ら [2] は，多数の情報家電を仮想空間を介して遠隔操

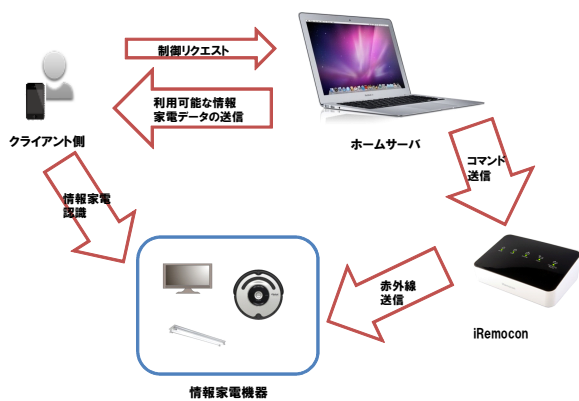


図 7 iRemocon 経由での家電機器操作図

表 2 評価結果

pattern3A	操作時間/個
処理時間 (秒)	2.79
pattern6A	操作時間/個
処理時間 (秒)	4.52
pattern3B	操作時間/個
処理時間 (秒)	3.12
pattern6B	操作時間/個
処理時間 (秒)	4.34

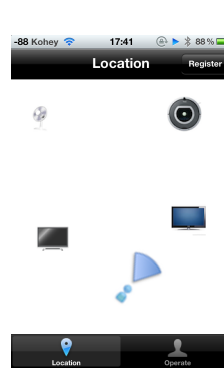


図 8 実装結果 1

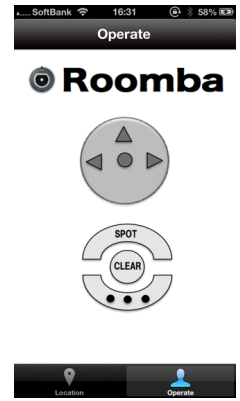


図 9 実装結果 2



図 10 実装結果 3

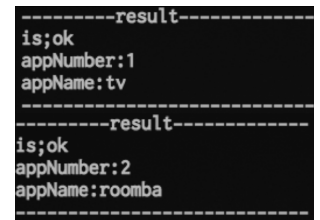


図 11 実装結果 4



図 12 パターン 3A



図 13 パターン 6A

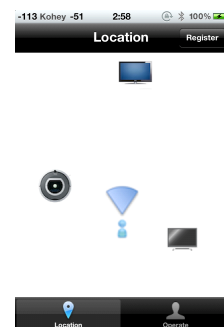


図 14 パターン 3B

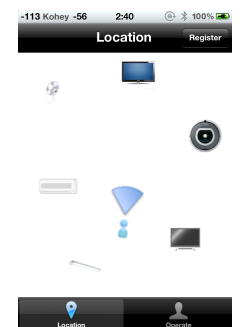


図 15 パターン 6B

作するフレームワーク UbiREMOTE を提案した．UbiREMOTE では，実空間の家庭内環境をモバイルデバイス内

で、3Dモデリングを行うことによって、実空間を反映した仮想空間を構築した。実空間を反映した仮想空間上の視点を移動させることも可能で、モバイルデバイス上に表示された様々な3Dモデルの家電機器を操作することができる。ユーザが遠隔地に存在していた場合も、実空間を3Dで反映しているために、直感的な操作をユーザに提供することが実現された。しかし、家庭内にユーザが存在している場合は、目的の家電機器まで視点を移動するのに、時間を要する。よって、家電機器を遠隔操作する場合には、非常に有効である。

三原ら [5] は、ARを用いた家電機器制御であるEVANSを開発した。従来のARで制御するシステムだと、マーカが必要であったが、家電機器に付属しているLED(Light Emitting Diode)を用いることで、LEDの点滅パターンによって家電機器を識別し、マーカレスなARシステムを開発した。家電機器に付属しているLEDを利用するために、家電機器の景観を損ねることなくユーザは家電機器を認識し、操作することができる。

このようなARを用いた技術では、マーカと認識するカメラとの距離の問題や認識時に複数個マーカを認識する際の処理などの問題点が存在する。

9.2 関連技術との比較

前述では、関連研究や関連技術を述べたが、本研究におけるシステムを他の関連研究と比較することで、本研究の優位性を確かめる。この優位性を確かめる基準として、一元化、遠隔操作、登録操作、認識完了時間、直感性の五つの観点から関連研究との比較を行った。一元化というのは、背景でも述べたように一つの端末で複数の家電機器を操作することができるということを定義する。また、登録操作というのは、新しい家電機器が家庭内に増えた場合に、モバイルデバイスに新たに登録する場合の制御がユーザにとって、複雑な操作を求めるか、求めないかを基準にした。さらに、直感性というのは、ユーザが家電機器の操作において、複雑なユーザ操作を求める場合は直感性がないと定義する。これらの観点から比較した図を以下に掲載する。

9.3 提案システムの考察

図16より、一元化、遠隔操作、登録操作、認識完了時間、直感性の観点から本研究の優位性を確かめた。本研究の大きなポイントを二つあげると「認識完了時間」と「直感性」である。音声やジェスチャーを用いた家電機器操作は、音声認識やユーザの動作を画像処理などを行うような複雑な処理を要するために家電機器を認識するまで処理時間を要するが、本研究ではそのような複雑な処理を必要としないために、処理時間も表2より、性能としては支障のない数字を実現することができた。また、モバイルデバイスを家電機器の方向に向けるというだけで、家電機器の認

	赤外線リモコン	音声認識	AR	UbiRemote	提案システム
一元化	x	○	○	○	○
遠隔操作	x	○	x	○	x
照度依存	○	○	x	x	○
認識完了時間	○	x	x	○	○
直感性	x	△	○	○	○

図 16 関連研究との比較

識・操作を可能にしたことでユーザは、より直感的に操作することも実現できた。家電機器の個数も3個の場合と6個場合の評価を取ったが、個数に大きく反映されることはなく、また、家庭内の家電機器を可視化したことで、実空間を反映することもでき、この点も他の関連研究との優位性が見られた。

さらに、実空間を反映したシステムの場合、登録の簡素さが重要な項目になる。なぜならば、登録の簡素さがないと、システムの拡張性が実現できないからである。AR技術のようなマーカの作成、前述のUbiRemoteならば、3Dモデリングの再描画のようなユーザが簡易にシステムを拡張できない場合もあるが、本研究システムだと、認識の処理と同様に、登録も可能であり、システムの拡張がユーザ個人で実現可能にしたというのも他研究よりも優位性がある。

10. まとめと今後の課題

冒頭に、問題点として、家電機器の性能の向上や種類の増加に伴い操作が複雑になり、より直感的な認識を行うことが必要とされていることを挙げた。またそれに伴いホームネットワークの普及から家電機器をネットワーク経由で操作することが可能になり、家電機器の操作方法も見直されている。その中で、家電機器を操作するコントローラーの役割としてネットワークに接続可能なモバイルデバイスからの操作することに注目が集まっている。しかし、従来では一つの家電機器に一つの赤外線リモコンという組み合わせで操作していたのだが、モバイルデバイスに一元化したとしても、家庭内のすべての家電機器の一覧がテキストベースで表示されるため操作対象を選ぶことが複雑になり、直感的に操作対象を決めることが必要になってきたという問題点を挙げた。そこで、本研究ではモバイルデバイスを用いることで複数の家電機器を一元的に管理し、またモバイルデバイスで使用可能なセンサ情報と相対位置関係を利用することで、家電機器の認識処理や直感的な家電機器操作を提案し、さらに、プロトタイプを作成することで、性能評価を行い、システムの性能として問題がないことを示した。最後に、他の関連研究との比較を行うことで、システムの有効性を示した。今後の課題としては、システムの自動化の実現である。ユーザの部屋設定の自動化、現在

地設定の自動化など、本システムでは、様々な部分を自動化することで、ユーザに家電機器操作における負担がかなり軽減を提供することができる。

参考文献

- [1] Panasonic Smart App:Panasonic available from <<http://panasonic.jp/pss/>> (accessed 2013-02-10) .
- [2] 林 由クン, 山本 真也, 玉井 森彦, 木谷 友哉, 柴田 直樹, 安本 慶一, 伊藤 実: 多数の情報家電を仮想空間を介して遠隔操作するフレームワークの提案, 情報処理学会研究報告.UBI, pp.9-16(2008).
- [3] 河原崎 徳之, 安齊 良恵, 清水 佑歌, 吉留 忠史, 西原 主計: 音声認識による家電機器のリモコン制御, 福祉工学シンポジウム 2004 講演論文集, pp.197-200(2004).
- [4] 坂本 陽, 綾木 良太, 岡部 朗, 島田 秀輝, 佐藤 健哉: 拡張現実感技術を用いた家電機器連携システムの構築, マルチメディア, 分散, 協調とモバイルシンポジウム論文集, pp.372-377(2010).
- [5] 三原 進也, 坂本 陽, 綾木 良太, 島田 秀樹, 佐藤 健哉: ARを利用した家電機器操作のためのマーカ技術の検討, 情報科学技術フォーラム講演論文集 9(4), pp.361-362(2010).
- [6] iRemocon:GLAMO INC(online), available from <<http://i-remocon.com/>> (accessed 2013-02-10) .
- [7] Roomba:iRobot (online), available from <<http://www.irobot-jp.com/>> (accessed 2013-02-10).