

U-Remo : プロジェクション支援を利用した 家電のジェスチャ操作

氏間 可織^{†1,A)} 門村 亜珠沙^{†1,B)} 椎尾 一郎^{†1,C)}

リモートコントローラ（リモコン）に代わる家電製品の遠隔操作手法が、多数提案されている。人のジェスチャを検出することで、手に持って操作するデバイスを不要とする提案も多い。しかしながら、ジェスチャには、どのようなジェスチャをしたらよいかわからない・ジェスチャが覚えにくい等の問題点がある。そこで我々は、ユーザの胴体部にジェスチャの手がかりを投影し、ユーザのジェスチャを検出して家電を操作することができるシステム“U-Remo”を提案する。これは、どのようなジェスチャを行えば操作ができるのかを画像とアニメーションでユーザ身体に投影してガイドする。また、ユーザの動きを検出し、リアルタイムで視覚的なフィードバックをユーザ身体に提示する。今回は、エアコン操作を対象として、エアコンの機能から想起し易く、直感的でわかりやすいジェスチャデザインを行った。本稿では、U-Remo のシステム概要と、アプリケーション、評価実験について報告する。

U-Remo: Projection-assisted Gesture Control for Home Electronics

Kaori UJIMA^{†1,A)} Azusa KADOMURA^{†1,B)} Itiro SIIO^{†1,C)}

Various home appliances and electronic devices require remote control in homes, such as air conditioners and televisions, and the number of household remote control devices is increasing. However, the users of remote control devices sometimes experience stress. Thus, we propose an innovative control method for home electronics that detects user gestures, where the prompts for gestures are projected onto the user's body. We also designed gestures and image prompts, which are highly intuitive and easy to understand. We refer to this system as “U-Remo” (ubiquitous + you are the remote control). As an example of this method, we applied the U-Remo system to an air conditioner. We developed a prototype system that comprised an air conditioner embedded device, a depth sensor camera, and a projector, which allowed the detection of user actions and the provision of graphical feedback based on the user's actions.

1. はじめに

家庭内で使用するエアコンやテレビなどの多くの家電製品では、リモートコントローラ（リモコン）による操作が採用されている。しかし、リモコンデバイスには様々な問題点が指摘されている。例えば、家電製品ごとにリモコンが違うため、数が多くどれが使用したいリモコンなのかわかりにくい・リモコンは小型で持ち運びが楽な反面紛失しやすい・どのボタンを押せば何が設定されるのか直感的にわかりにくいなどである。そこで、リモコンデバイスを使わないジェスチャによる操作が提案され、一部で製品化されている。しかしジェスチャには、どのようなジェスチャをしたらよいかわからない・ジェスチャが覚えにくいなどの難点がある。

そこで我々は、ユーザの胴体部にジェスチャの手がかりをプロジェクタにより投影し、これを見てジェスチャを行うユーザの動作を検出して家電を操作するシステム

“U-Remo”を提案する。U-Remoとは“Ubiquitous + You are



図1 U-Remo : ユーザの身体を検出し、胴体部にジェスチャの手がかりとなるアニメーションや画像を表示させ、ジェスチャ操作を支援する

Figure 1 Overview of U-Remo

the Remote Controller.”を表している。ここでは、どのようなジェスチャを行えば操作ができるのかを示す画像やアニメーションをユーザの身体に投影し、家電操作の手助けをする。また、ユーザのジェスチャ検出結果を、視覚的なフィードバックとしてリアルタイムに投影提示する。今回は、このシステムの一例として、リモコンで操作することが多

†1 お茶の水女子大学大学院 人間文化創成科学研究科
理学専攻 情報科学コース
Ochanomizu University, Graduate school of
Humanities and Sciences,
Advanced Sciences, Department of Computer Science
A) ujima.kaori@is.ocha.ac.jp
B) azusa@is.ocha.ac.jp
C) siiio@acm.org

い代表的な家電であるエアコンにU-Remoを適用した(図1)。ジェスチャデザインでは、エアコンの機能から想起し易く、直感的でわかりやすいデザインを心がけた。本稿では、U-Remoのプロトタイプを実装し、システム概要、アプリケーション、評価実験について報告する。

2. 関連研究

リモコンデバイスを用いずに、ユーザの直感的な動作によって家電製品を操作する製品やプロトタイプは多く提案されている。ここでは、視線による操作、発話や拍手などの音声による操作、ジェスチャによる操作、投影型システムを用いる操作による関連研究を紹介する。

Jurekらは、赤外線カメラが組み込まれた眼鏡型デバイスを用いてユーザの注視点を認識し、それをカーソルとしてテレビのメニュー画面を操作するシステムの提案を行っている[1]。Nicholasらは、視線制御をベースとしたインタラクション手法を4つ提案している[2]。視線による操作の利点は、大きな動作が不要であるという点である。一方で、遠距離からの精度が低い、精度を上げるためには眼鏡のような装置を装着する必要があるという問題点がある。

音声による操作を利用した製品例として、株式会社東芝の大清快 VOiCE NDRシリーズ[a]があげられる。この製品では、音声認識用の装置に向かって数回手を叩くと音声認識を開始し、認識された結果に従ったエアコンの操作を実現している。また、ジェスチャによる操作を利用した製品例としてPanasonic社のDMP-HV200[b]があげられる。この製品では、画面上部の2カ所に組み込まれたセンサでユーザの手を認識し、センサの反応パターンによりテレビのチャンネルや音声を操作することを実現している。また、FreeDigiter[3]は、ヘッドホン型の機器を装着し、近赤外光センサと2軸加速度センサを用いて、耳元で指のジェスチャを行う事で操作する。音声による操作、ジェスチャによる操作は、機器に内蔵したマイクروفोनやカメラを用いることで、ユーザがデバイスを持たずに操作することが可能になる。その一方で、操作に使用できる発話内容、ジェスチャ動作を覚える必要がある。

本システムでは、投影情報を家電操作に利用した。同様に投影型を利用した研究には、例えば土屋らの投影型リモコンシステムがある。このシステムでは、天井に設置されたプロジェクタからテーブルにメニューを投影し、それをタッチすることによって複数の家電操作を実現している[4]。PALMbit[5]では、ユーザの掌に操作メニュー等の情報を投影し、それを指の動作を認識することにより機器の操作を行う手法を提案している。Skinput[6]は、腕に操作

メニューを投影し、指で腕の皮膚表面をタップすることで操作する。これは、生体音声センサを身につけることで、タップした際の皮膚を伝達する音声を採取し、操作を実現している。Radu-Danielらは、テレビの近くの壁に追加制御を投影し装置を取り付け操作するシステムを開発した[7]。投影型の操作方法の利点は、比較的大きな平面に情報が投影されているので、何をすればよいかのわかりやすい点である。しかし、プロジェクタやカメラの設置などが大掛かりになってしまうこと、また、適切な投影面を用意する必要があること、場合によってはその投影場所まで人が移動しなければならないことが欠点である。

3. U-Remo

U-Remoは、プロジェクタと深度カメラを組み合わせて家電のジェスチャ操作を実現するシステムである。エアコンと組み合わせた実施例を図1に示す。U-Remoシステムはジェスチャの手がかりとなる画像やアニメーションを、プロジェクタを用いてユーザの胴体部分に投影し、深度カメラを通してユーザの腕ジェスチャを検出する。さらに、ジェスチャの検出結果を視覚的なフィードバックとしてユーザ身体に投影する。エアコン操作ジェスチャが検出された場合、学習型リモコンを通してエアコンを制御する。本システムを使用するにあたり、ユーザは何かのデバイスを持つことや、身につける必要はない。また、深度カメラと小型プロジェクタの両方を家電機器に組み込み一体化する構成にすることで、カメラやプロジェクタの設置や調整のコストと手間を省くことができると考えている。

Microsoft社のKinect[c]をはじめとする安価で手軽に利用可能な深度カメラが一般的になり、ジェスチャによる家電機器操作が実用的な選択肢になった。しかし、ジェスチャ制御は、ユーザがどのようなジェスチャをすべきか覚えなくてはいけないという欠点がある。一方、深度カメラと同様に、プロジェクタについてもLEDやレーザー光源の採用による小型化と低価格化が進み、家電製品への組み込みが現実的になっている。そこで本システムでは、ジェスチャの手がかりをユーザの身体に投影することで、ユーザがジェスチャを覚える、ジェスチャを忘れてしまった場合に取扱説明書を参照する、などの負担を減らすことを目指した。ユーザの身体にジェスチャガイドを投影するメリットは次の2点である。1点は、ユーザがジェスチャ操作を行う腕の近辺である胴体部分にジェスチャの手がかりを投影することで、身体感覚を伴ったわかりやすい指示が可能であることである。もう1点は投影場所確保できることである。家電製品に組み込んだプロジェクタにより投影表示を行う場合、壁、床、机などの面をスクリーンとする手法が考えられる。しかしながらこれらの投影平面が必ず確保で

a) 東芝: http://www.toshiba.co.jp/living/air_conditioners/pickup/edr

b) Panasonic: <http://ctlg.panasonic.com/jp/bd-dvd/bd-dvd/portable-tv/DMP-HV200.html>

c) Kinect, Microsoft: <http://www.xbox.com/ja-JP/kinect>

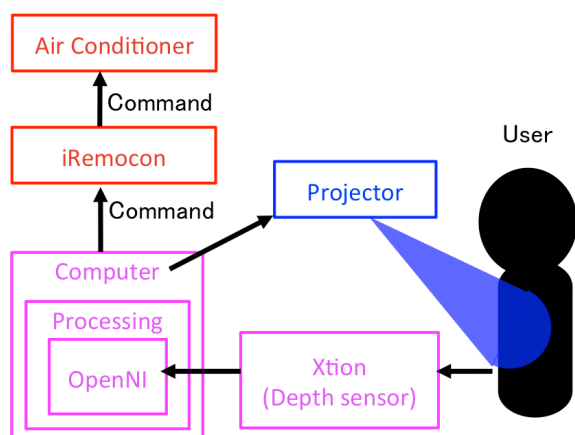


図2 システム構成図
 Figure 2 System architecture

きるとは限らない。また、確保できたとしても、家電搭載プロジェクタが投影面に対して投影を行うよう個別に調整する必要がある。一方、ジェスチャ認識により家電制御を行う場合は、ジェスチャ検出エリアにユーザ身体が存在することになり、投影面を確実に確保することができる。今回はシステムの一例として、リモコンを用いる代表的な家電製品であるエアコンにU-Remoシステムを適用した。

4. システム概要

図2にシステム構成を示す。本試作では、ASUS社の深度カメラXtion Pro（センサ有効距離：0.8～3.5m，センサ有効範囲：水平58°，垂直45°，対角70°）[e]，GLAMO INC.の赤外線リモコン装置iRemocon[f]，SONY社のプロジェクタ（VPL-CX86，輝度：3000ルーメン）[g]，TOSHIBA社のエアコン（RAS-221E）[h]，Apple社のPC（MacBook Air）を用いた。Xtion Proは、前述のKinectと同様の部品を利用した深度カメラである。また、iRemoconはエアコンに信号を送るための学習型リモコンであり、ネットワークを介して、あらかじめ学習した赤外線コマンドを送信することができる。PC上で稼働するプログラムはMac OS X上のProcessingで開発した。

図2にシステム構成図を示す。まず、ユーザのジェスチャを深度カメラ（Xtion）によって検出する。深度カメラから取得した深度画像は、PCにインストールしたOpenNIライブラリによって画像処理され、ユーザの位置・骨格情報が得られ、これをもとにジェスチャを認識する。一方、深度カメラから得られたユーザ身体位置に対して、プロジェクタを通してユーザの胴体部にジェスチャの手がかりを示す画

e) Xtion Pro, ASUS: http://www.asus.com/jp/Multimedia/Xtion_PRO_LIVE
 f) iRemocon(IRM-01L), GLAMO INC.: <http://i-remocon.com/FunctionAndSpec/>
 g) VPL-CX86, SONY: <http://www.sony.jp/vpl/products/VPL-CX86/>
 h) RAS-221E, TOSHIBA: <http://www.toshiba-living.jp/manual.pdf?no=84844&fw=1&pid=16079>

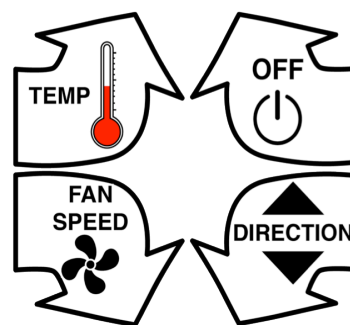


図3 初期メニュー画面
 Figure 3 Menu with four function components

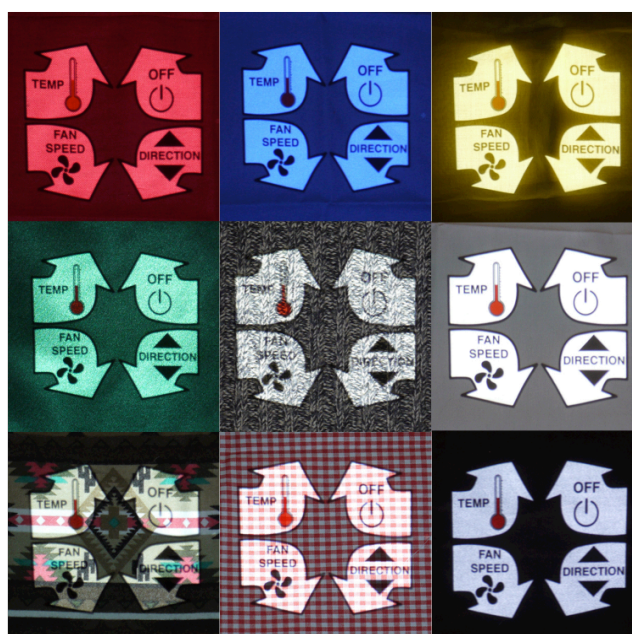


図4 予備実験で試した布の例
 Figure 4 Examples of cloths

像やアニメーションを表示する。また、認識されたジェスチャに対応して設定された機器の状態（電源ON/OFF，風向，温度，風量）も表示する。またジェスチャ認識されたエアコン操作コマンドは、iRemocon経由で赤外線信号としてエアコンに送られ、エアコンを操作する。

5. ジェスチャと投影内容

ここでは、エアコン操作のための具体的なジェスチャと、ユーザ胴体部への投影内容について説明する。

本研究では、家庭内で遠隔操作することを想定し、U-Remoシステムをエアコンに取り付けて実装した。アプリケーションをデザインするにあたり、より直感的でわかりやすいジェスチャデザインと投影画像・アニメーションを意識した。画像・アニメーションによるジェスチャの手がかりは、ユーザの胴体部に投影する。そのため、ユーザが

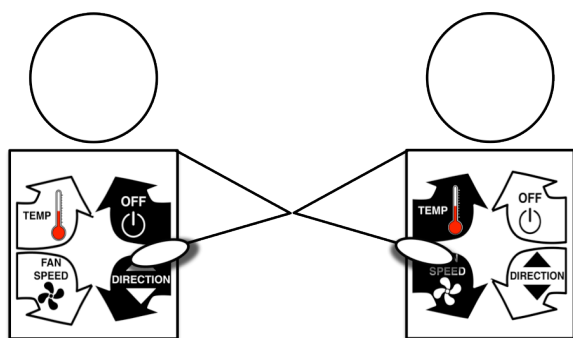


図5 メニュージェスチャ

Figure 5 Gestures in the main menu

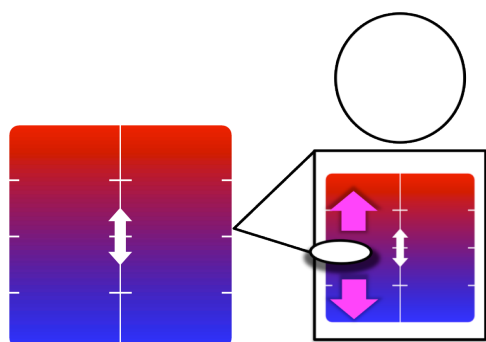


図6 温度設定時の画像とジェスチャ

Figure 6 Temperature figure and gesture

着用している服の色・柄による視認性への影響を確認した。そこで、様々な色・柄の布の上いくつかのデザイン画像を表示させ、著者らが見やすいと判断したデザインを採用した。図3は、予備実験の結果、実際に初期メニュー画面として採用したものであり、図4はこの初期メニュー画面を様々な色・柄の布に投影した例である。

U-Remoでは、両手を用いてエアコン操作を行う。まず、エアコンの前に立ち、左手を上げると初期メニュー画面(図3)がユーザの胴体に投影される。ここでは、ユーザが動かす手の方向とこれに対応する機能を矢印イラストと文字で表示される。ここで表示される文字は、ユーザの身体に正立で投影されるので、これを上から見るユーザには逆さ文字となる。文字を上下逆に表示することで、文字の可読性が向上することも期待できたが、その場合、矢印表示される対応ジェスチャの上下方向に混乱が生じることが懸念された。そこで、動作を示す矢印と文字の双方が、ユーザの真正面から見た際に正しく表示されるように統一した。

このプロトタイプでは、エアコンの主な機能である、電源のON/OFF、温度、風量、風向を設定できるよう実装を行った。図3の初期メニュー画像が表示されている状態で、図5のように、電源、風向の設定を行いたい場合は左手で、温度、風量の設定を行いたい場合は右手で操作し、身体の

横から正面に手を入れる。この時、手のジェスチャが正しく認識された場合、図5のように検出された方の二つのアイコンの色がフィードバックとして黒く反転する。その後、選びたいメニューの矢印の示す方向に沿って、上または下に手を動かすことによりメニュー選択が可能である。風向は、初期メニューを選択する際に左手で選択するため、その後の風向調節も左手で行う。同様に、温度と風量メニューを選択する際は、右手で選択するため、その後の温度調節・風量調節も右手で行うようデザインした。初めて設定を行う初心者や、どのようなジェスチャをしたら調節できるのか忘れてしまった人向けに、メニュー選択後、電源の操作以外に対して、どのようなジェスチャで調節するのかを示すアニメーションが再生される。ユーザのジェスチャ検出結果は、視覚的なフィードバックとしてリアルタイムに投影提示される。アニメーションの通り、正しくジェスチャが検出されるとエアコンに赤外線信号が送られる。また初心者向けアニメーションの再生中も設定可能であるため、システムに慣れ、ジェスチャを覚えたユーザでもアニメーションの終了を待たず、すぐに操作できる。またどのメニューに遷移しても、左手をあげると、初期メニュー画面に戻ることが可能である。

5.1 電源設定

電源操作は、初期メニュー画面で操作を行い、電源部分のメニューを選択するたびにON/OFFが切り替わる。図5の左の状態から電源メニューの矢印にそって上に手を上げると、電源メニューがONに代わり、同時にエアコンに赤外線信号が送られる。メニュー画面には、常にエアコンがONであるかOFFであるか現在の状態が表示されている。

5.2 温度設定

メニュー画面において温度が選択された後、温度調節をするためにどのようなジェスチャをしたらよいのかを示すアニメーションが再生される。再生後、図6の左の画像が表示される。設定温度の上下を、空間の上下方向に対応させた。ユーザが温度を上げたい場合は、図6の右に示すように身体の横から右手を入れ上げる。同様に温度を下げたい場合は、身体の横から右手を入れ下げるジェスチャを行うとエアコンに信号が送られ、温度設定が可能である。

5.3 風向設定

メニュー画面において風向が選択された後、風向調節をするためにどのようなジェスチャをしたらよいのかを示すアニメーションが再生される。再生後、図8に示す画像が表示される。実際にエアコンの風向調節をする場合、ルーバー(風の吹く向きを定める羽板部分)の角度が変わる。そこで、図7のように腕をルーバーと見立て、腕の角度を変えることによって風向を調節するジェスチャとした。図8の画像は、図7に示すようにユーザのジェスチャに伴い変化し、リアルタイムでユーザの腕の位置を示す視覚的な

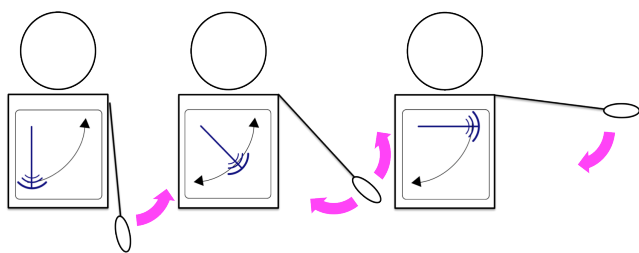


図7 風向設定ジェスチャ
 Figure 7 Fan direction gestures

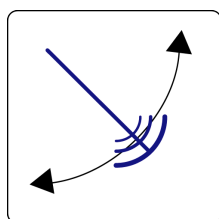


図8 風向設定時の画像
 Figure 8 Image prompt for the fan direction

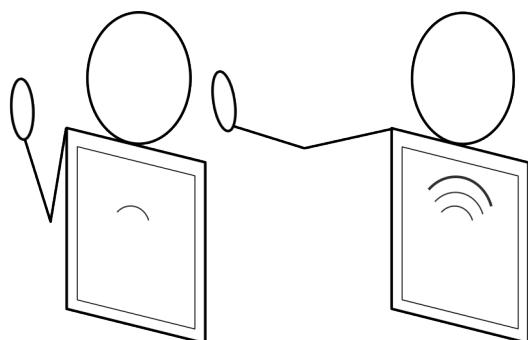


図9 風量設定ジェスチャ
 Figure 9 Fan speed gestures

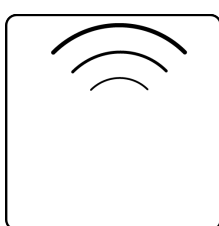


図10 風量設定時の画像
 Figure 10 Image prompt for fan speed

フィードバックを提示する。風向を設定したい角度で手を静止させると、エアコンに信号が送られる。今回は、風向を3段階に調整できるよう実装した。

5.4 風量設定

メニュー画面において風量が選択された後、風量設定をするためにどのようなジェスチャをしたらよいのかを示すアニメーションが再生される。再生後、図10に示す画像が

表示される。実際にエアコンの風量を大きくする調節をした場合、風がエアコンから強く押し出される。このことから、これを表すジェスチャを採用した。すなわち、図9のように右手を前に伸ばし、大きく押し出すジェスチャによって風量を多くすることができる。また、手を前に少しだけ出すジェスチャにより風量を小さくすることができる。図10の画像は、図9に示すように、ユーザのジェスチャに伴い変化し、ユーザの手が大きく前に伸ばされた状態なのか、小さく前に出した状態なのかを、フィードバック提示する。風量を設定したい位置で手を静止させると、エアコンに信号が送られる。

6. 投影とジェスチャの評価

ジェスチャの手がかりをユーザの胴体部へ投影することの有用性を評価するため、投影とジェスチャを併用した操作とジェスチャのみの操作を比較した。また、ジェスチャや、投影したジェスチャの手がかりがわかりやすいかについてアンケート調査を行った。被験者は10名（男性4名、女性6名、22歳～25歳、身長154cm～187cm）である。

6.1 手順

実験を行うにあたり、被験者をAグループとBグループ各5名（男性2名、女性3名）ずつの2グループに分けた。Aグループは、始めにジェスチャの手がかりをユーザの身体に投影せず、ジェスチャのみでエアコンを操作してもらう。その後、5分程休憩した後、ユーザの身体にジェスチャの手がかりを投影し、エアコンを操作してもらう。Bグループは、始めにユーザの身体にジェスチャ手がかりを投影し、エアコンを操作してもらう。休憩後、投影無しジェスチャのみでエアコンを操作してもらう。両グループともに、実験をはじめる前、手順書を伴って、ジェスチャによるエアコンの操作方法を口頭で説明した。さらに、ユーザから少し離れた場所にジェスチャの手順書を置き、どのようなジェスチャをすればよいかわからなくなった場合、手順書を確認してもらうこととした。実験中は、著者の指示した操作を適宜行ってもらう。両グループとも、実装した全てのメニュー（電源ON/OFF、風向、温度、風量）の設定を行ってもらった。実験後のアンケート調査では、以下の質問に答えてもらった。

- Q1. ジェスチャのみの操作と、U-Remoを用いた操作のどちらが操作しやすいと感じましたか？それぞれの操作のしやすさを5段階で評価してください。
 （操作しやすい 5・4・3・2・1 しにくい）
- Q2. ジェスチャのわかりやすさを5段階で評価してください。
 （わかりやすい 5・4・3・2・1 わかりにくい）
- Q3. 投影した画像とアニメーションのわかりやすさを5段階で評価してください。
 （わかりやすい 5・4・3・2・1 わかりにくい）

		ALL	A group (gesture only →U-Remo)	B group (U-Remo→ gesture only)
Q1	gesture only	2.2	2	2.4
	U-Remo	4.2	3.8	4.6
Q2	ON/OFF	4.4	4.4	4.4
	Fan direction	4.3	4.6	3.8
	Temperature	5	5	5
	Fan speed	4.4	4.4	4.4
Q3	Fan direction	4.5	4.6	4.4
	Temperature	4.5	4.2	4.8
	Fan speed	3.7	3.8	3.6

表1 アンケート結果
 Table 1 questionnaire results

いずれも、数値5が操作しやすい、またはわかりやすいという評価で、数値1が操作しにくい、またはわかりにくい評価に対応する。実験は、曇天の昼間に通常のオフィスの照明環境下で行った。被験者からプロジェクタ/深度カメラまでの距離はおよそ1.7mであった。ユーザに対して服の色や柄等の指定は行わず、自由な服装で実験を行った。

6.2 結果と考察

表1は、アンケートで操作性とわかりやすさについて質問した結果である。全ての被験者が、ジェスチャのみの操作と併用した方式(U-Remo方式)を使用した操作を比較すると、U-Remoを使用した操作の方が操作しやすいと答えている。5段階の数値評価も2ポイント高い結果となった。アンケート結果から、AグループとBグループで評価に大きな差は見られなかった。しかし、Q3の風量の画像とアニメーションについて、全被験者の数値平均をみると、他の風向と温度の評価である4.5ポイントと比べて3.7ポイントと低くなっている。個別に被験者にヒアリングしたところ、手をどの高さで前に押し出したら良いのかわからない、風量を弱める時にどの位手を前に出せば良いのかわからなかったとの意見を得た。今後、投影画像とアニメーションにユーザを表示し、より明確に手の位置を表示する等の改良を行いたいと思う。

実験の結果、ジェスチャのみの場合と投影を併用した場合とも、全ての被験者において、ジェスチャは正しく認識され、操作可能であった。しかし、Aグループのジェスチャのみの操作の場合、5人中3人がどのようなジェスチャをしたらよいのかわからなくなってしまい、手順書を参照した。AグループのU-Remo方式の場合と、Bグループは手順書を参照することはなかった。Bグループの被験者に個別にヒアリングしたところ、始めにU-Remo方式を使用した際に、手がかりを見ながら実際に操作を行ったため、各設定動作を覚えることができ、その後のジェスチャのみの操作では手順書を確認することなく操作することができたとの意見が多かった。このことから投影による手がかり表示が、ジェスチャ学習にも効果があることが推測される。

7. 投影の視認性評価

U-Remoは、ジェスチャの手がかりをユーザの胴体部の服の上に投影する。そこで、手がかりの見えやすさという観点から、服の色と、投影した画像・アニメーションと文字についてアンケートと考察を行った。

前章での実験では、図11に示す通り、被験者には服の色や柄等の指定をせず、自由な服装で実験を行ってもらった。現在のU-Remoのジェスチャの手がかりは、様々な布で予備実験を行い、著者らが見やすいと判断したデザインを投影している。また、実際にジェスチャを行う際の混乱を防ぐため、メニュー画面の文字は、被験者から見て逆さ文字となっている。これらの影響を調査するため、評価実験終了後、前章の質問に加えて、投影した画像・アニメーションと文字について以下のアンケート調査を行い、5段階で評価してもらった。

- Q4. 投影した画像とアニメーションは見やすかったですか？

(見やすい 5・4・3・2・1 見にくい)

- Q5. 投影した文字(ON/OFF等)は読めましたか？

(問題なく読めた 5・4・3・2・1 読みにくかった)

アンケート調査の結果、画像・アニメーションの見やすさについての平均は、被験者全体で3ポイント、投影した文字が読めたかについては2.9ポイントという結果だった。投影した画像とアニメーションの視認性にたいして低い評価を行った被験者に、その理由を伺ったところ、以下のような意見を得た。

- 服の表面にいくつか細かいレースがついていたため(③の被験者)
- 服の表面に凹凸のある編み模様がついているため(⑦の被験者)
- 体型の凹凸によって画像の一部が見にくかった(⑧の被験者)
- 服の模様が明暗のはっきりとした模様であるため(⑨の被験者)

いずれも、投影場所となる服の凹凸、服の模様と色が原因で視認性が低下していることがわかった。今後は、深度画像から服の凹凸の差がある箇所の投影を避けて投影するといった手法や、ユーザの服の色のRGBを取得し、投影するジェスチャの手がかりを補色で表示するなど、より見やすい色で表示し、様々な服に対応できる方式を検討したい。

投影した文字の可読性に対して低い評価を行った被験者も、画像・アニメーションの見やすさと同様に、投影場所の凹凸によって見えない文字があったという意見が多かった。その他に、10名中3名の被験者から、そもそも文字を読まなかった、文字が表示されていることに気がつかなかったという意見を得た。文字を読まなかった被験者は、メニュー画面の各アイコンの絵から何のメニューか判断し、



図 11 評価実験の様子

Figure 11 State of the evaluation experiment

操作を行った、とのことだった。そこで、改めてメニュー画面を投影し、文字を読んでもらったところ、3名とも逆さ文字を問題なく読むことが可能であった。このことから、今回の実験において、メニュー画面が逆さ文字であることによる影響は無かったといえるだろう。しかし、U-Remo 開発の初期段階で設計に携わったフィンランド留学生からは、逆さ文字は非常に読むことが困難であるとの意見をj得ている。また複数の欧米人から逆さ文字が読み難いとの意見を寄せられていることから、文化的背景の違う被験者で今後実験を行うことも検討したい。また、今回の被験者は全員 20代であることから、今後幅広い年齢層の被験者を募り、逆さ文字の可読性について調査する必要があると思われる。

8. まとめと今後の展望

本研究では、ユーザの胴体部にジェスチャの手がかりを投影し、これを見てジェスチャを行い、ユーザの動作を検出して家電を操作するシステム U-Remo を提案した。本システムは、ジェスチャの手がかりに加えて、ジェスチャ検出結果も、視覚的なフィードバックとしてリアルタイムに投影提示する。今回は、この U-Remo システムをエアコンに取り付け、プロトタイプを作成した。プロトタイプ作成にあたって、エアコンの機能から想起し易く、直感的でわかりやすいデザインを心がけた。さらに、10人の被験者の協力を仰ぎ、評価実験を行った。全ての被験者から、ジェスチャのみの操作と比較して、U-Remo システムを用いる操作の方が操作しやすいとの結果を得ることができた。

今後の展望として、ユーザの服の凹凸、服の色や模様配慮した投影を行う実装を工夫したい。また、実際の家庭で、より多くの幅広い年齢の被験者に協力を募り、初めて

使う際や、ジェスチャを忘れてしまった際に U-Remo が有効なのか、評価実験を行いたいと考えている。さらに、エアコンに加えて、家庭内で使用される他のタイプの家電製品に U-Remo システムを組み込み、直感的でわかりやすいデザインを模索していきたい。

謝辞 本研究は、サムスン電子ジャパンとの共同研究であり、同社の繁里光宏氏、西平宗貴氏の支援と協力を得た。また、設計と開発において本学学生/留学生の高橋留美氏、Otto Lindqvist 氏、升田枝里氏の協力を得た。

参考文献

- 1) Jurek B, Christian L, and Klaus B, Implementing Gaze Control for Peripheral Devices, In Proceedings of PETMEI '11, pp. 3-8, 2011.
- 2) Nicholas A, Mark W, and Robert S, The inspection of very large images by eye-gaze control, In Proceedings of AVI '08, pp. 111-118, 2008.
- 3) Christian M, Matt A, and Thad S, FreeDigiter: A Contact-Free Device for Gesture Control, In Proceedings of ISWC '04, pp. 18-21, IEEE Computer Society, 2004.
- 4) 土屋太二, 山澤一誠, 横矢直和, 家電操作のための投影型リモコンシステム, 電子情報通信学会技術研究報告, 画像工学研究会 110.456, pp. 25-30, 2011.
- 5) Goshiro Y, Huichuan X, Kazuto I, and Kosuke S, PALMbit-Silhouette: A User Interface by Superimposing Palm-Silhouette to Access Wall Displays, In Proceedings of HCI International, pp. 281-290, 2009.
- 6) Chris H, Desney T, and Dan, Skinput: appropriating the body as an input surface, Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI '10, pp. 453-462, 2010.
- 7) Radu-Daniel V, There's a world outside your TV: exploring interactions beyond the physical TV screen, In Proceedings of EuroTV '13, pp. 143-152, 2013.