

スマートフォンのリズムパターン認識と 赤外線統合リモコンデバイスの連携による家電制御

宮脇 雄也¹ 梶 克彦¹

概要: 近年 LAN やインターネットを介して制御命令を送信可能な情報家電が普及しつつあり, 家庭内における家電制御はより利便性を増している. しかし, まだ多くの家庭には旧来の赤外線リモコンを備えた家電が数多く存在しており家電を操作するにはリモコンを直接操作する必要がある. そのためリモコンが手元にない, 手が塞がっていて直接操作できない, といった状況での利用が困難である. また, 複数の赤外線リモコンの存在は, リモコン自体の管理や家電制御を煩雑化させる. 旧来の赤外線リモコン家電のより便利な制御方法が課題である. 本研究では, スマートフォンにリズムパターン認識を用いた家電制御と家電制御の編集機能を実装し赤外線統合リモコンデバイスとの連携による家電制御を実現する. パターン認識を用いて家電制御が容易に行えれば, 家電を操作するためにわざわざ赤外線リモコンを用いる必要がなくなり, ユーザが選択できる非接触操作方式の選択の自由度が向上する. 本システムは, 赤外線信号全方位照射機能を搭載した赤外線統合リモコンデバイスをリズムパターン認識を用いた家電制御と家電制御の編集機能が搭載された家電制御用赤外線統合リモコンデバイス操作アプリケーションで操作し家電制御を行う. 被験者実験を行った結果, 70%以上の人が高提案手法を使いたいと回答しており, 提案手法が音声認識, 行動認識に並ぶ新たな非接触家電操作手法になりうる可能性があることを示唆した.

Home Appliance Control Method Based on Collaboration With Rhythm Pattern Recognition in Smartphone and Integration Device of Infrared Remote Controller

Yuya Miyawaki¹ Katsuhiko Kaji¹

1. はじめに

近年 LAN やインターネットを介して制御命令を送信可能な情報家電が普及しつつあり, 家庭内における家電制御はより便利になっている. しかし, 情報家電は便利な反面, 利用状況や位置情報などの様々な個人情報が送信されたり蓄積される. このような個人情報の取り扱いに対して懸念を抱くユーザも多い. そのため, まだ多くの家庭には旧来の赤外線リモコンを備えた家電が数多く存在している. 旧来の赤外線リモコンを備えた家電を操作するには付属する赤外線リモコンを直接操作する必要があるため, リモコンが手元にない, 手が塞がっていて直接操作ができない, といった状況での利用が困難でユーザに負担を強いる. ま

た, 赤外線リモコンを備えた家電は無数にあり, 赤外線リモコンも無数に存在する. このような状況で, 目的の赤外線リモコンを見つけ出すのはとても困難であり, 赤外線リモコンの管理や家電制御を煩雑化させる. そのため旧来の赤外線リモコンを備えた家電のより利便性の高い制御方法の考案が課題である.

様々な研究者たちが赤外線リモコンを備えた家電のより利便性を高める方法の制御を提案している [1][2][3][4][5][6]. その中でも, 複数の赤外線信号を学習可能な学習リモコンは商品化され利用されている. このような学習リモコンには直接操作方式と非接触操作方式の2種類の操作方式が用いられている. 直接操作方式の制御では, 赤外線リモコンと同様に, リモコンが手元にない, 手が塞がっていて直接操作ができない, リモコンをなくしてしまった, などといった問題が発生する. また, リモコンボタンの配列が汎

¹ 愛知工業大学 情報科学部
Faculty of Information Science, Aichi Institute of Technology

用的に使えるよう設計されているため、どのボタンがどの家電に対応しているのかわからなくなるなどの問題が発生し、家電制御をさらに煩雑化させ、ユーザを混乱させる。非接触操作方式は様々な方法が検討され、音声で操作する音声認識やジェスチャで操作する行動認識などの認識方法が実用化され利用されている。しかし、これらの非接触操作方式では、直接操作方式の制御と比べ直感的な操作という点や誰でも利用方法がわかるなどといった点などでユーザビリティ的に劣っているといえる。そのため、我々は新たな非接触操作方式を実用化する必要があると考えた。

我々はこれまでに、スマートフォンを用いたリズムパターンによるユーザインタフェースを提案している [7]。リズムパターン認識とは、ユーザがスマートフォンの周囲で手をたたいたり、周囲の物をたたいたりなどしてタンタンやタンタタタンなどといった特定のリズムパターンを表現すると、音響信号から、そのリズムパターンを認識し、関連づけられた機能を実行するインタフェースである。また、リズムパターン認識を家電制御の行える学習リモコンに応用し、リズムパターン認識による家電制御の基礎技術を確認した [8]。リズムパターン認識は、家庭内での様々なシチュエーションにおいて円滑な家電操作を実現するために有効であると考えられる。理由は3つある。1つ目はスマートフォンが音響信号を取得できる限り操作が可能のため、部屋の中であればほぼすべての場所において家電操作が可能であるから。2つ目は小さな動作でもリズムパターンを入力できるため、入力をするための動作が小さく苦痛を伴わない操作が可能であるから。3つ目は家電を非接触操作方式と直接操作方式の両方で操作でき、良質なユーザビリティを提供できるから。これらの理由から提案手法が有効だと考える。

本稿では、スマートフォンにリズムパターン認識を用いた家電制御と家電制御の編集機能を実装し赤外線統合リモコンデバイスとの連携による家電制御を実現する。パターン認識を用いて家電制御が容易に行えれば、家電を操作するためにわざわざ赤外線リモコンを用いる必要がなくなり、ユーザが選択できる非接触操作方式の操作の選択の自由度が向上する。

以下2章で関連研究について、3章でリズムパターン認識ライブラリのアルゴリズムについて述べる。4章で作成したシステムとその概要について、5章で本手法の有用性を検証する実験について述べ、6章でまとめと今後の課題について述べる。

2. 関連研究

旧来の赤外線リモコンを備えた家電の制御方法として、直接操作方式と非接触操作方式がある。直接操作方式は、物理的なボタンやタッチパネルの画面などを直接操作し、家電に操作信号を送る操作方式である。主に遠距離での

制御に用いられており、ボタン操作による直感的な操作が可能である。直接操作方式の利点は、難しい操作がないため誰もが簡単に操作ができる。例として、学習リモコンや HUIS REMOTE CONTROLLER [9] などがある。学習リモコンでは、各社家電のリモコンコードが予め登録してあるため簡単な設定ですぐ家電操作が可能である。HUIS REMOTE CONTROLLER では電子ペーパー形式を利用したタッチパネル式の液晶を利用し、様々なインタフェースを設定できる。しかし、直接操作方式による制御では、リモコンが手元にない、手が塞がっていて直接操作ができない、リモコンをなくしてしまった、といった状況での利用が困難であり、ユーザに負担を強いてしまう。

非接触操作方式は、音声や行動などをセンシングし非接触による操作を可能にする音声認識や行動認識がある。音声認識ではユーザの声を認識し、音声による家電の操作が可能である。手を使わずに操作ができ、家電に話しかけるような形での制御が可能になるため直接操作方式と同じように誰もが簡単に操作ができる。例として iRemocon [10] や IRKit [11] を用いたスマートフォン用アプリケーション Xavi [12] などである。しかし、音声認識はテレビやラジオなど他の人物の音声信号が飛び交い、音声信号により誤動作してしまうような状況や、友人知人などが来客している場合など、音声を発し、それが不適切になるような状況などに利用が困難である。

行動認識は設置型センサを用いる仕組みがある。設置型センサを利用した家電操作機器はセンサを室内に常設するため、家電を操作するためにいちいち機器を操作したり、装着する必要がない。これにより、家電を操作したい時にすぐ操作が可能である。例として、吉澤らによる Kinect を用いたジェスチャ認識 [5] や指先の行動認識を行う Bearbot [13] などがある。このような行動認識は別途特別なデバイスを導入する必要があったり、行動認識範囲が狭かったり問題が多い。リズムパターンでの家電操作は場所も選ばず、1つの機器で広範囲における制御信号を送信できる。MagicKnock [14] にもリズムパターン制御機能が搭載されている。MagicKnock では、机や壁などをロックしその強弱により Bluetooth 通信を行い、音楽を聴いたり照明などの家電をコントロールできる。しかし、制御できる家電は一部で、旧来の赤外線リモコンを用いた家電には対応していない。また、双方の長所を利用する金子らによる研究 [6] もあるが、制御できる家電はネットワークに対応している家電だけであるため、旧来の赤外線リモコンを用いた家電を操作できない。

本研究では操作信号に赤外線を選択したため、旧来の赤外線リモコンに対応した家電のすべてに対し操作ができる。また、リズムパターンの認識にスマートフォンの内蔵マイクを使用しているため、机などをたたくという動作に縛られず、手拍子や壁・床などをたたくなどといった様々

な動作で家電を自由に操作ができる。

3. リズムパターン認識ライブラリ

家電制御用赤外線統合リモコンデバイス操作アプリケーションによるリズムパターン登録機能と編集機能により、ユーザの癖や希望にあわせたリズムパターンを複数登録し、入力したリズムパターンが一致したら対応する機能を実装した。スマートフォンに内蔵されているマイクを用いて、スマートフォン周辺や周囲の機のタップまたは手拍子などの音響信号を検出し、入力された音響信号より衝撃のタイミングを算出する。算出したタイミングより、どのようなリズムパターンが入力されたか判別する。ユーザが登録したリズムパターンにはIDをつけ、判別されたリズムパターンに応じて、後述する赤外線統合リモコンデバイスに登録されたリモコンコードをIDに関連付けを行い家電制御を行う。

リズムパターン認識アルゴリズムの概要を図1に示す。まず、周囲の環境に応じてセンサデータの特徴量取得関数を動的に変更し、ロバスト性を高める。周囲が比較的静かな環境では、リズムパターンの認識感度を高め、より遠く、より小さな動作で入力できるように、特徴量取得関数を周囲の雑音に対し最小の振幅幅を用い取得する。一方周囲の環境が雑多な場合、リズムパターンの誤認識を防ぐため、特徴量取得関数を調整しリズムパターン入力のみを入力として受けて取れるよう調整した。

音響信号の取得には、以下の様な数式を用い実現した。

$$T_a = C \cdot T + T_{max}$$

$$T_s = C \cdot T + T_{min}$$

T_a は入力された音響信号をアタックとする最大値の閾値、 T_s は静音区間と見なす最小値の閾値、 T はローパスフィルタを通した音響信号の値、 C は雑音に対して調整を行うための値である。これにより作成したフィルタは音響信号が大きくなるほど二次関数的に増加する。静音環境時と、雑多環境時の入力音響値や双方のリズム入力による入力信号などを加味した上で、 C の値を 1.08、 T_{max} の値を 4000、 T_{min} の値を 1000 とした。実際にリズムパターンの入力をスマートフォンの内蔵マイクを用い記録した音響信号と検出した秒数を重ね合わせた図を図2に示す。

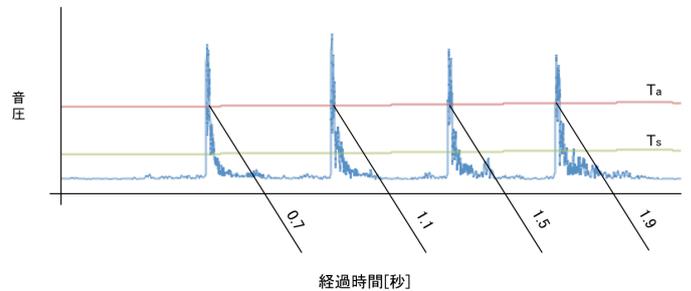


図2 入力された音響信号と検出した秒数

図2で示したように、スマートフォンの内蔵マイクから取得した音響信号をローパスフィルタにかけ、取得した特徴量の取得した秒数を表示している。図2では0.7秒、1.1秒、1.5秒、1.9秒の合計4回たたかかれていると検出されている。検出されたデータは最初の検出を0.0秒としそれぞれ0.0秒、0.4秒、0.8秒、1.2秒、と記録される。また、周囲の雑音、リズム入力に対して想定通り取得できているのが分かる。

記録されたパターンデータをもとに、アタック数判定、BPM(Beat Per Minute)*1判定、秒数判定の3段階の処理を通じて、リズムパターン認識を行う。アタック数判定では、ユーザが登録したリズムパターンのパターンが記録されている配列と入力されたリズムパターンが記録された配列を比較しアタック数の比較を行う。アタック数が異なる場合、その時点で違うリズムパターンであると判定する。一致したら次のステップへ進む。BPM判定では登録されたリズムパターンと入力されたリズムパターンのBPMにどの程度の差があるかを調べる。BPMの差を表す式を以下に示す。

$$B = \frac{E_1}{E_2}$$

*1 1分間あたりに刻む Beat の数

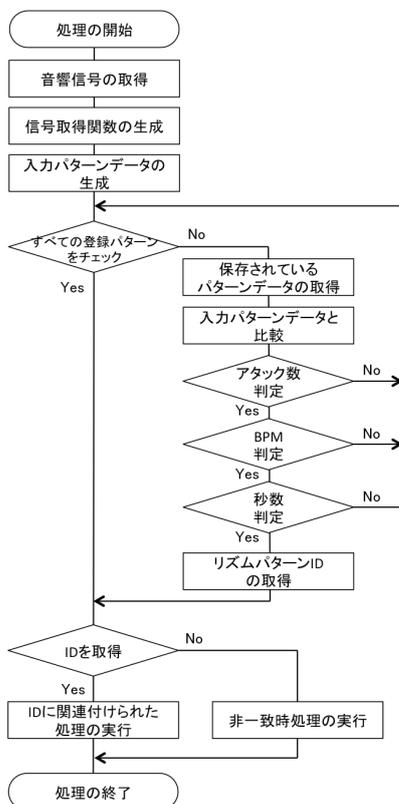


図1 リズムパターン認識のアルゴリズム

B は BPM の差, E_1 は登録済みリズムパターンの最後にたたかれた秒数, E_2 は入力リズムパターンの最後にたたかれた秒数である. この計算式によって検出された BPM の差が設定された 20 % の誤差であれば同じ BPM であるとみなし次のステップへ進む. 秒数判定では, BPM 判定で算出した BPM のずれを修正し, 各アタックに対して, 登録されたリズムパターンと入力されたリズムパターンの秒数を比較する. 秒数判定で算出した秒数の差がすべて ± 0.1 秒以内であれば, 同じタイミングでたたかれていると認識し処理を終了する. すべての処理を正常に終了したら登録されたリズムパターンと入力されたリズムパターンが同じリズムパターンであるとし, ID を画面へ表示し ID に関連付けられた処理を行う. 登録されたすべてのリズムパターンと一致しなかった場合は非一致時処理を行う.

4. 家電制御用赤外線統合リモコンデバイスと赤外線統合リモコンデバイス操作アプリケーション

家電制御のための家電制御用赤外線統合リモコンデバイスと赤外線統合リモコンデバイス操作アプリケーションのシステム概要図を図 3, 図 4 に示す. 図 3 はリモコンコード学習時の概要である. ユーザが赤外線統合リモコンデバイス操作アプリケーションを操作し家電制御用赤外線統合リモコンデバイスをリモコン信号待ち受け状態にする. その後リモコン信号を送信すると学習できる. 図 4 は家電操作時の概要である. ユーザによるリズムパターン入力により家電制御用赤外線統合リモコンデバイスより家電操作が行われる.

スマートフォンを使わなくても提案システムを実現するのは可能だが, 家電制御用赤外線統合リモコンデバイス単体では, グラフィカルインタフェースに限界があり, リズムパターンや家電情報の表示, 編集が視覚的にできなかったり, 必ずしもユーザの近くにあるわけではないので音響信号が減衰する場合がある. そのため, グラフィカルインタフェースにより, リズムパターンや家電情報の表示, 編集が視覚的に表現でき, 音響信号の取得に内蔵マイクを用いユーザの近くで音響信号を取得できるスマートフォンを用い実現した.

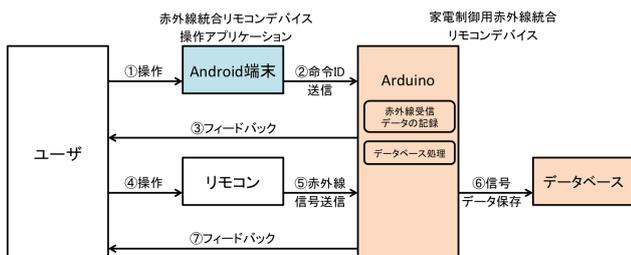


図 3 提案システム概要図 リモコンコード学習時

家電制御用赤外線統合リモコンデバイスは Arduino ベー

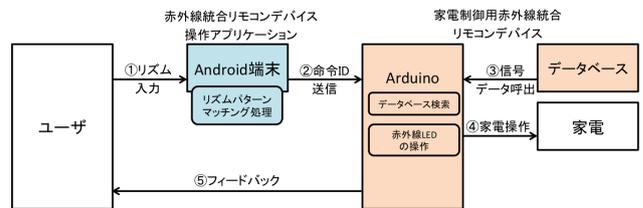


図 4 提案システム概要図 家電操作時

スの AVR マイコン*2を中心に赤外線 LED, 赤外線受信モジュール, Bluetooth 通信モジュールなどを用い設計した. 赤外線統合リモコンデバイス操作アプリケーションはスマートフォンアプリケーションとして作成した. 今回は Android 端末を用いた. 家電制御用赤外線統合リモコンデバイスと赤外線統合リモコンデバイス操作アプリケーション間の通信は Bluetooth 通信モジュールと Android 端末に搭載されている Bluetooth 通信機能を用い実現した.

4.1 赤外線統合リモコンデバイス

赤外線統合リモコンデバイスは, 小型化のためユニバーサル基盤を用いて実装し, 3 段構成で設計を行った. 内部構造を図 5 に示す. 機能としては, リモコンコードの学習, リモコンコードの送信, リモコンコードのデータベース処理, Bluetooth 通信処理, ユーザへのフィードバック機能がある. また, 外装も作成した. 作成した外装を図 6 に示す. 全体の処理は AVR マイコンの ATMEGA328P を使用し, Arduino 互換機として設計を行った. Arduino 互換機として設計を行えば, Arduino の標準開発環境の ArduinoIDE をそのまま利用できるため, 処理の改良が容易である.

リモコンコードの学習には赤外線信号の受信に広く用いられている OSRB38C9AA 赤外線リモコン受信モジュールを使用した. OSRB38C9AA は赤外線信号の on と off の状態を取得でき, 取得した赤外線信号をリモコン周波数にのせて赤外線 LED より照射し家電の操作を可能にする. 赤外線 LED は放射強度が比較的高い OSI5LA5113A 5mm 赤外線 LED を用い, 直進性が高いため, 拡散キャップを装着し全方位に照射できるように配置し実装した. これにより, 全方位の家電を操作可能になると同時に, 複数の赤外線 LED により家電操作のロバスト性が高まる. 合計 16 個の LED を直並列に接続しているため, ATMEGA328P の動作電圧 5V では電圧が足りない. そのため, 電源は 12V としマイコンなどへの電源供給は 12V を DC/DC レギュレータを用いて減圧し実現した.

Bluetooth 通信には, Bluetooth 2.0[Class 2] に準拠した RBT-001 Bluetooth モジュールを用いた. RBT-001 の動作電圧は 3V であるため, RBT-001 用シリアルレベルコンバータを利用し制御を行う. Arduino 標準の SSP 通信機能を用いスマートフォンデバイスとの通信を行う.

データベース処理には SD カードスロットを搭載した

*2 Atmel 社のマイクロコンピュータ

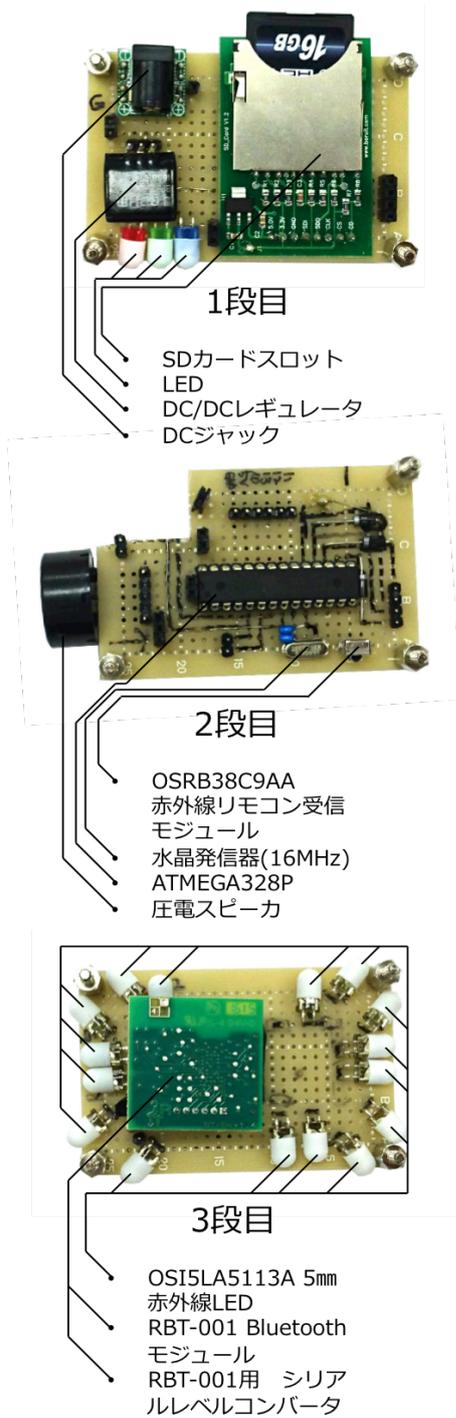


図 5 赤外線統合リモコンデバイス 内部構造

SD カードスロット DIP 化モジュールを用い実現する。SD カードの利用により、データの編集を PC などからも可能となる。

フィードバック機能は、圧電スピーカを用いた、聴覚によるフィードバックと、LED を用いた視覚によるフィードバックを行う。聴覚によるフィードバックでは、家電操作信号送信処理、リモコンコード受信待機状態、リモコンコード受信終了の3つの場面で、それぞれ違ったフィードバックを行い、ユーザに処理の完了を伝える。視覚による



図 6 赤外線統合リモコンデバイス 外観

フィードバックでは、赤緑青の3色のLEDを用い、それぞれ電源状態、処理状態、Bluetooth 通信状態を表示する。

4.2 家電制御用赤外線統合リモコンデバイス操作アプリケーション

家電制御用赤外線統合リモコンデバイス操作アプリケーションは Android 開発環境にて作成した。各アクティビティの動作画面を図7, 図8に示す。



図 7 操作アプリケーションリズムパターン認識画面 動作画面



図 8 操作アプリケーション家電設定画面 動作画面

操作アプリケーションは図7, 図8に示した通り2つのアクティビティにより制御する。図7ではリズムパターン認識、リズムパターンID設定、リズムパターンIDとリモコンコードの関連付け設定をする。図8では、リモコンコードの学習と設定をする。2つのアクティビティではServiceを利用しバックグラウンドでリズムパターン認識とBluetooth接続処理を自動で行い、以後SPP(Serial Port

Profile) 通信により 2 デバイス間の通信を確保する。通信に必要なデータは、リモコンコードの学習か、家電の操作を選択するコントロールフィールドと、データ番地を送信するデータフィールドで構成される。作成した通信フォーマットを図 9 に示す。このフォーマットを通信データの 1 単位とし、連続送信も可能である。



図 9 通信フォーマット

家電設定とリモコンコードの学習は図 8 の家電設定画面で行う。家電制御を行うためにまず、家電を登録する。ユーザは家電追加ボタンをタップし登録する家電の名を自由に入力する。入力が完了すると、中央のリストビューに入力した家電名が表示される。リストビューの家電名をタップすると、Android 端末から Bluetooth 通信により通信フォーマットの形式に沿った制御信号が家電制御用赤外線統合リモコンデバイスへ送信される。登録した家電データを削除する場合は、対象の家電情報を長押しする。

リズムパターン登録機能と編集機能は図 7 で行う。リズムパターン登録は、リズムパターン追加ボタンをタップすると、リズムパターン入力ビューに入力されたリズムパターンを追加できる。追加したリズムパターンをタップすると、関連付け処理を行うために家電設定で登録した家電リストがチェックボックスで表示される。ユーザはチェックボックスで操作したい家電のチェックを入れ、目的の家電を操作する。家電設定と同様に、登録したリズムパターンを削除する場合は、対象のリズムパターンを長押しする。

5. 実験

家電を操作する操作手法として、本提案手法がユーザにとって使いやすいかどうかを検証する為に、被験者実験を行った。今回の実験では、6 種類のリズムパターンと 3 種類の赤外線家電を用意しアンケートによる使いやすさの測定を行った。大学生 15 人の被験者が実験に参加した。実験結果を図 10、図 11 に示す。

図 10 より 70 % 以上が「本提案手法を日常的に使用してもよい」と回答している。高評価の回答の理由として、両手が使えなくても操作ができる、離れている時に操作ができる、気軽に操作ができる。低評価の理由として、パターンが多くなると負担がある、判定がシビア、リズムが難しい、という結果が得られた。両手が使えなくても、離れていても操作ができると本提案手法が非接触操作において優れており、気軽に操作ができるとあるように、操作時に

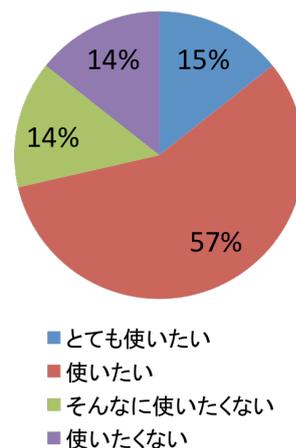


図 10 本提案システムの日常的使用に関するアンケート調査

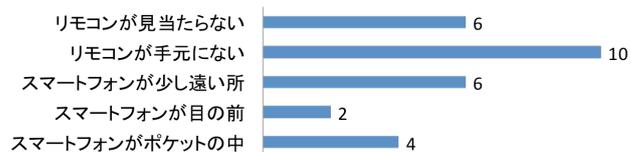


図 11 本提案システムの利用したい状況に関するアンケート調査

ユーザに心理的負担を与えない点が証明された。しかし、本提案手法の欠点として、リズムパターン手法自体に馴れが必要であるとわかった。

図 11 では、リモコンが見当たらない、手元にないなど、本稿で問題としていたシチュエーションでの有用性が高い。しかし、スマートフォンが直接操作ができる場合など、直接操作手法としてはあまり有用性がない。スマートフォンの位置による利用したい気持ちの変化としては、スマートフォンが少し遠い所にある場合が最も高く、目の前にある場合が最も少ない。距離としてはポケットが一番近いが、利用したい気持ちが増えた理由として、ポケットはスマートフォンが少し取り出しにくいからだと考えられる。また、本実験は大学生に行ったため、すべての人が使いやすいかと言う点は検証できていない。そのため、今後は高齢者や子どもなどにも実験に協力してもらい、検証をおこなう必要がある。

6. おわりに

本稿では、スマートフォンにリズムパターン認識を用いた家電制御と家電制御の編集機能を実装し赤外線統合リモコンデバイスとの連携による家電制御を実現した。リズムパターン認識を用いた家電制御のための赤外線統合リモコンデバイスとその操作用アプリケーションを作成し、静音環境、雑多環境での家電の制御に成功した。また、提案手法が音声認識、行動認識に並ぶ新たな非接触操作家電操作手法になりうる可能性があることを示唆した。

今後は音声認識、行動認識に並ぶ新たな非接触家電操作手法の確立を目指す。そのために、操作の汎用性を高める

処理の安定化や、すべてのユーザが等しく利用できるようなユーザビリティの向上、赤外線統合リモコンデバイスの実用化にむけての回路、デザインの改良を行う必要がある。

参考文献

- [1] 木村朝子, 加藤博一, 井口征士, WWW を用いた携帯端末からの家電製品制御. 情報処理学会研究報告, 1997-MBL-002, pp.61-66, 1997.
- [2] 栗山央, 峰野博史, 水野忠則, 既存家電製品を用いたホームオートメーションの実現. 情報処理学会論文誌, Vol.49, no.1, pp.265-275, 2008.
- [3] 呂紅松, 浅野秀胤, 寺林賢司, 梅田 和昇, インテリジェントルームにおける絵のリモコンでの家電操作の実現, 大学院研究年報 理工学研究科篇, Vol.42, 2012.
- [4] 春原雅志, 河口信夫, 多様な機器を赤外線で制御可能な Web サービスの構築, マルチメディア、分散、協調とモバイル (DICOMO) シンポジウム論文集, pp.1708-1723, 2008.
- [5] 吉澤和宏, 米長洋二, 岩井将行, ジェスチャ認識と連動した iRemocon による直感的な家電群制御. IPSJ Interaction 2015, A03, 2015.
- [6] 金子将之, 杉村博, 黄啓新, 住空間にコントローラと情報を重畳するシステムの開発. 神奈川工科大学研究報告, No.B-40, pp.51-55, 2016.
- [7] 平野陸, 伊藤信行, 小林幸彦, 梶克彦, 内藤克浩, 中條直也, 水野忠則, スマートフォンにおけるリズムパターン認識ライブラリを目指して, 情報処理学会研究報告, 2015-MBL-77(6), pp.1-6, 2015.
- [8] 宮脇雄也, 梶克彦, リズムパターン認識を用いた汎用赤外線リモコンによる家電制御. 第 79 回情報処理学会全国大会, 5S-08, pp.1-2, 2017.
- [9] HUIS REMOTE CONTROLLER — First Flight, 入手先 (<https://first-flight.sony.com/pj/huis>), (参照 2017-05-02).
- [10] iRemocon, 入手先 (<http://i-remocon.com/>), (参照 2017-05-02).
- [11] IRKit - Open Source WiFi Connected Infrared Remote Controller, 入手先 (<http://getirkit.com/>), (参照 2017-05-02).
- [12] takuya ichise, 入手先 (<https://takuyaichise.tumblr.com/>), (参照 2017-05-02).
- [13] Bearbot—Indiegogo, 入手先 (<https://www.indiegogo.com/projects/bearbot#/>), (参照 2017-05-02).
- [14] MagicKnock - 魔法のように、あらゆるものをノックでコントロールできる実世界指向インタフェース, 入手先 (<http://magicknock.com/>), (参照 2017-05-02).