

テンキー方式を用いた家電操作の試作と検討

吉田恵*¹ 安村通晃*¹

Prototyping and Evaluation of a Remote Control System using Numeric Keypad for Home Appliances

Megumi Yoshida *¹ Michiaki Yasumura *¹

Abstract - 家庭用電化製品におけるリモコン操作は、視覚情報以外のフィードバックが不足しているために視覚障害者や高齢者などのユーザーにとって、それらの操作は多くの困難を伴っていると考えられる。本研究では、視覚障害者に対しヒアリング調査やアンケート調査を行ない、視覚障害者が家電製品に対してどのような問題点を抱えているかを明らかにすると同時に、それらの問題を解決するためのインタフェースとして、触覚的な入力と音声フィードバックによるテンキー方式を用いた家電操作を提案する。今回はその試作および評価を行ったので報告する。

Keywords : 視覚障害者, 家電製品, テンキー, リモコン

Abstract - Today, there are many home appliances using visual interfaces such as LCDs. Since these appliances need to be operated with our vision, users with visual impairment are facing difficulties. We have made an research on how those users are using home appliances, and as an interface to solve those problems, we suggest the household appliance system using the numeric keypad by the tactile input and sound feedback.

Keywords : visual impairment, home appliances, remote controller, numeric pad

1. はじめに

近年、家電製品を含むあらゆる製品は技術的向上に伴い多機能化した反面、操作が複雑化してしまった。特に、その操作には視覚情報が大量に利用されているため、日常生活には欠かすことできない製品の操作が視覚障害者など視覚情報が得にくいユーザーにとって、ますます困難になってきている。

そして、日常的に使用する家電の操作が困難であることは、視覚障害者や高齢者の自立にも大きな障壁となってしまう。

また、高齢者は加齢等の理由により視覚機能が低下する傾向があり、日本では65歳以上の高齢者人口の割合は今後も上昇を続け、平成27年には約4人に1人が65歳以上になると見込まれている。したがって、視覚的情報に頼らずに操作できる機器が今後より一層必要となるであろう。

本研究では、視覚障害者に対するヒアリング調査やアンケートを通じて視覚障害者が家電製品をどのように使っているか、また、どのような問題点を抱えているかについて調査すると同時に、視覚情報に頼らない新しい形の家電操作用リモコンとしてテンキーを用いたリモコンを試作し、その評価を行ったので報告する。

2. テンキーリモコンの設計と試作

視覚障害者に対するヒアリング調査やアンケートを通じて得られた知見^[1]を元に、リモートコントローラー（以下リモコン）に焦点を当てその改善策を提案することにした。

家電機器の操作にはリモコンが必要な場合が多いが、これにはさまざまな問題がある。

視覚障害者や高齢者にとってのリモコンの問題点としては、

- 機械に向けて操作しないといけない
- ボタン数が多く、記憶の負担が大きい
- フィードバックがリモコンの液晶や報知音のみ
- 1つの機器に対して1つのリモコンが必要

などが挙げられる。これらの問題点は日常的に使用する機器に対して不安を抱えながら生活をするにもつながらる。

これらを改善するために、テンキーから入力を行い、音声合成を用いたフィードバックを持たせたテンキーリモコンを提案する。今回試作に用いたのはWeb上からCGIで操作できるネットワークエアコンと縦5列横4列のボタンを持つUSBテンキーである。

このネットワークエアコンは東芝製のBluetoothに対応した機器である。プログラミング言語としてC#を利用し、SAPIを使用して音声合成を行うものである。

*1: 慶應義塾大学 環境情報学部

*1: Faculty of Environmental Information, Keio University

房，除湿，送風の順に変わります」

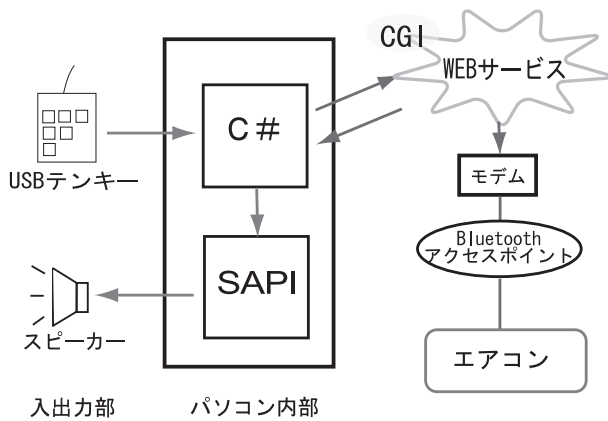


図1 テンキーリモコンのシステム図

エアコンリモコンの機能については以下の通りである。

- 運転オンオフ / 確認 (運転開始時に室温と湿度設定を取得)
- 運転モード設定 / 確認
- 室温設定 / 確認
- 湿度設定 / 確認
- 風量設定 / 確認
- ヘルプモード

上記の「確認」とは現在の設定状況を確認する機能であり、ユーザーは通常この機能でリモコンの液晶画面に表示されている内容を知ることができる。

また、試作に当たって新しくヘルプモードを設けた。これは、ヘルプボタンを押すと切り替わるモードで、その状態でヘルプボタン以外のキーを押すとその機能を音声で確認できるものである。また、ヘルプボタンを突起のある真ん中のキーに割り当てたことでユーザーの記憶への負担が軽減すると考えた。

また、ユーザーの記憶への負担軽減策として、他にもテンキーの特性である規則正しい配置を利用して機能を割り当てを行った。

まず、右下にあるエンターキーは他のキーよりも大きい形状になっているので、これを電源ボタンとし、中央の列は真ん中をヘルプ、上を温度上昇、下を温度下降とした。この、突起のあるヘルプボタンの配置された列を基準として、左側1列を「設定」、右側1列を「確認」の列として定めた。

そして、すべての操作に音声フィードバックを設けた。フィードバックの例を以下に挙げる。

- 温度設定時:「室温を27度に設定しました」
- 風量確認時:「風量は強風に設定されています」
- ヘルプモード開始時:「ヘルプモードを開始します」
- ヘルプモードで運転モード設定のボタンを押したとき:「運転モードを設定します。自動、冷房、暖



図2 キーの割り当て

3. 評価実験

3.1 方法

テンキーリモコン、音声リモコンそれぞれの有効性と問題点を検討するために、エアコンの付属リモコン (以下「付属リモコン」)、音声認識/合成を利用した音声リモコン^[1] (以下「音声リモコン」、テンキー方式を用いたリモコン (以下テンキーリモコン) の3つのリモコンを使用して、評価実験を実施した。

被験者は男女合計11名 (男性10人、女性1人) で、いずれも10代~20代の学生で晴眼者である。

実験においては研究室内のネットワークエアコンを利用し、被験者には入室前にアイマスクで目隠しをしてもらい部屋の様子を一切知らせなかった。実験はエアコンから約5メートル離れた場所で行った。実験では実験者から指示されたタスクを被験者に行ってもらい、それぞれのタスクの所要時間を計測し、実験後被験者からの意見を聞いた。

また、各リモコンの実験前にそれぞれの操作説明を行い、要求があれば説明を繰り返した。実験を行うリモコンの使用順番は学習効果による偏りを防ぐために被験者毎に順番を変えて行った。なお、被験者には初期設定状態は知らせずに実験を開始し、実行してもらうタスクは各リモコンの実験前に繰り返し指示した。

初期設定は、以下の通り。

- 電源: オフ
- 運転モード: 自動
- 室内温度: 25度
- 風量: 自動

この状態から実行してもらうタスクは以下の5つである。

- タスク1: 電源を入れる

- タスク2：運転モードを冷房にする
- タスク3：現在の室内温度を確認する
- タスク4：温度を2度上げる
- タスク5：風量を強風にする

付属リモコンの実験の際はあらかじめ、実験に使用するボタンの配置，機能説明，設定が変更されると報知音がなること，エアコンと被験者とのおおよその位置関係を説明した．この付属リモコンの電源ボタン，運転モードボタンは大きな円形の温度ボタンの周りに丸く配置されており，また，スライド式のふたを開けると風量切替のボタンなどがあるものである（図3）．



図3 実験に使用した付属リモコン

また，音声リモコンの実験の際も実験に使用する音声コマンドの説明をした．テンキーリモコンに対しても実験に使用するボタンの配置，機能説明，実験中にヘルプボタンを何度使用してもよいことを，説明した．

3.2 計測結果

各タスクにおける，それぞれのリモコンの所要時間を計測した．

図4は被験者の各タスク達成の平均所要時間のグラフである．このうち，タスク3を実行することは付属リモコンでは不可能であるため所要時間に含めない．また，平均所要時間のうち付属リモコンの平均は被験者11名中4名がタスクの達成を途中で断念したため，それらを除いた7名分のデータの平均とした．

図5は全タスクの達成平均時間の合計である．

- 付属リモコン

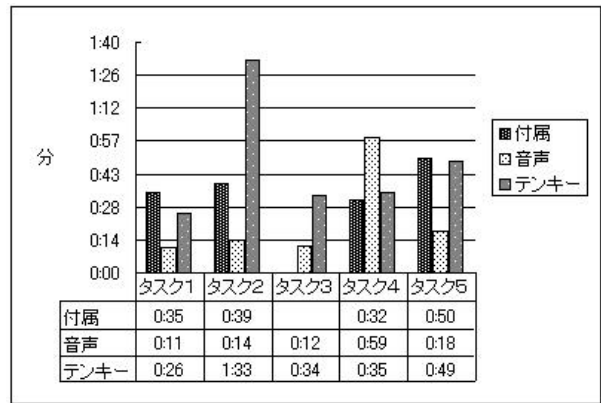


図4 各タスク達成の平均所要時間¹

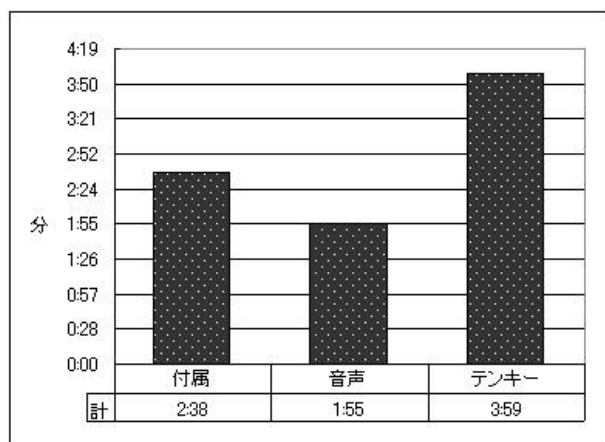


図5 各リモコンのタスク達成所要合計時間¹

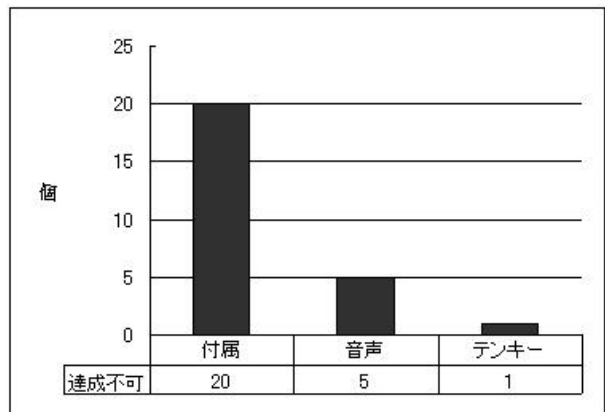


図6 各リモコンのタスク達成不可能個数

一見付属リモコンは平均時間がやや短く問題がないかのように思われるが，エラーとなってしまう場合が多く（図6），一度誤った操作をしてしまうと元の状態に戻すことが困難であった¹．

目隠しをした状態では，正しい方向に向かって操作することや正しいボタンを押すことが大変困

1: 付属リモコンのタスク3は実行できないため所要時間は無
限大

難であり、付属のリモコンでは、エアコンの方向やボタンの配置がわからないことが多く、誤った方向やボタンを操作し続けることが多く見られた。

- 音声リモコン

また、音声リモコンにおいても1名が音声コマンドによるエラーを繰り返すうまく認識できずタスクが達成できなかったため、その1名を除く10名の平均となっている。図4からわかるように、タスク4, 5は他のタスクと比較するとやや時間がかかっているが、これはタスク4においては「(温度を)2度上げる」という音声コマンドを機械側が「下げる」と認識してしまうことや、タスク5では「強風」を「送風」と誤って認識してしまうことなど、音声の認識エラーの問題が多く見られたためと考えられる。

音声のリモコンの詳しい実験結果については「音声リモコン方式を用いたの試作と検討」^[1]を参照されたい。

- テンキーリモコン

テンキーリモコンにおいては、被験者の一人がタスク3をタスク4で実際に温度を上げる際に同時に確認していたため、タスク3の平均所要時間はこの1名を除く10名の平均である。これは、「温度を確認してください」という要求に対し、被験者は室内温度を1度上げ、26度に設定されました」というフィードバックを手がかりに「今が26度ならさっきは25度ですね」という回答をしたものである。

また、タスク1が短い時間で達成できているのは、電源ボタンが一番大きなボタンであるため触覚的にわかりやすかったためだと考えられる。反対に、タスク2が他のタスクと比較すると非常に長い時間がかかっている。これは、多くの被験者は電源ボタン以外のボタンの位置を説明時に把握しきれず、ヘルプボタンを使用したためである。初めて使用する機能であるために操作方法を理解しきれず試行錯誤を繰り返すケースが多く見られた。このボタンは、一度押すと「ヘルプモード」に切り替わり、もう一度押すと終了する。ヘルプモードの状態でも連続して機能の確認が可能であるが、それに気づかずにヘルプモードの開始・使用・終了を繰り返す被験者や、ヘルプボタンを押したまま機能を知りたいボタンを同時に押す被験者など、ヘルプモードの使用方法がわからず試行錯誤を繰り返す被験者が多かったため、タスク2の達成に時間がかかったものだと思われる。また、タスク5もタスク3, 4と比較するとやや達成に時間がかかっているが、これは風量切替をトグル形

式で行うために、目標の設定を達成できたのにも関わらず誤って次の設定にしてしまい、もう一度トグルを繰り返すことになった被験者がいたことが原因だと考えられる。

3.3 被験者インタビュー

実験後に被験者から意見や感想をインタビューした。付属リモコンはフィードバックが報知音のみなので、「なに」が「どう」設定されたのか分からず不安になったという声が多く聞かれた。付属リモコンが、3つのリモコンのうち最も使いづらいと感じたという意見が多かった。また、今回実験に使用したリモコンは特に形状と配置が特異なものであったので、直感的に使用することもできなかったとの感想も聞かれた。また、触覚的に認知できる様に小さな突起が電源ボタンについているが、これが認知できなかったという意見が多く聞かれた。以上のように、付属リモコンは視覚に頼ったものであり、視覚情報の入手が得るのが困難なユーザーには操作することが大変、難しいことが改めて認識された。

音声リモコンは音声認識のエラーがなくスムーズに実行されれば、このリモコンのタスク達成時間は非常に短いものであり、エラーを起こさなかった被験者からは使いやすかったという感想が得られた。

テンキーリモコンでは、ヘルプモードの使い方がいまいちわからなかったなど説明不足が指摘されたが、最初に説明したボタンの位置が覚えられないため11人中10人がヘルプモードを使用し、そのほとんどが使用に慣れると、ヘルプ開始 機能確認 ヘルプ終了 設定、というプロセスがスムーズに行えるようになった。そのため、慣れれば問題はなく記憶に負担がかからないので良かったといった意見も聞かれた。

その他に、ヘルプモードに関してヘルプモードかどうかを確認したいので、ヘルプボタンではなくスライダーのように位置で把握できると良かったという声も聞かれた。

3.4 考察

実験後の感想でテンキーリモコンは使いやすかったという感想を多く得ることができた。また、今回の実験でのタスクの所要時間はテンキーが最も時間がかかることがわかったが(図5)、慣れれば使いやすくなるといった感想が聞かれたことを特筆したい。

計測された時間をみると、付属のリモコンや音声リモコンに比べテンキーリモコンは時間がかかるのに対し(図5)、被験者の感想からは満足だという声が多く聞かれたが、その理由には、フィードバックがあるので安心して操作ができることや、テンキーには基点(突起のあるボタン)があることで慣れれば使いや

すくなってくる事が挙げられた。また、確認と設定のボタンを左右に分けて、対応付けした配置は、何人かの被験者からわかりやすかったとの意見を聞くことができ、これも慣れにつなげることができることがわかった。

慣れによって使いやすくなることは、本研究が目指していた点であるので、今回のテンキーリモコンの有効性が示されたと言えるだろう。

しかし、位置でヘルプモードかどうかを確認したいという意見があったように、視覚に頼らずヘルプモードであることが認識できる方法などを今後更に検討が必要である。

音声フィードバックに関しては、ボタンを押してからフィードバックが返ってくるまでに時間がかかることや、フィードバックの音声完全に終了する前に次のタスクに移るとエラーが起きてしまうことから、やや冗長ではないかという意見も得られた。このエラーはシステム側の問題であるとともに、フィードバックの内容の問題でもある。システム側の今後の課題として取り組むと同時に、リモコンは日常的に使用するものであるため、可能な限り短くするなど、フィードバックの内容を更に検討したい。

現時点では、温度設定の場合には1度上げ下げする毎に「26度に設定されました」の様なフィードバックが返るようになっているが、一定の時間内に続けて温度設定を行った場合には報知音のみを鳴らし^[2]、最終的に設定された温度だけを読み上げる仕様にする事でフィードバックの煩わしさを軽減することも今後検討していきたい。

4. まとめ

今回の実験はタスクの達成時間と被験者の主観的な評価が主体であったが、テンキーリモコンの有効性や今後の方向に関わる課題を多く得られた。今後は客観的を取り入れ、より定量的に評価したい。

また、今回の実験は晴眼者を対象としたものであったので、次回は実際に視覚障害を持つ人を対象に評価実験を行い、日常的な使用が有効かどうかを調べたい。

今回はUSBテンキーを利用したエアコン用リモコンの試作を行ったが、今後はテレビや電子レンジ、オーディオ機器などにも使用可能な汎用リモコンの可能性があると考えている。そのためにも、今後はヘルプモードの強化や家電製品には欠かせない機能であるタイマーの追加なども視野に入れ、また、他の触覚的入力に関する新たな手法に関しても考えたい。

5. 謝辞

本研究の実施に際し、ネットワークエアコンのインタフェースをご提供頂いた東芝家電の多鹿さん、並びに評価実験に参加して下さった皆様方に感謝する。なお、本研究は、科学研究費補助金『特定領域』「障害者・高齢者のコミュニケーション機能に関する基礎的研究」の一部として行ったものである。

参考文献

- [1] 吉田諒, 安村通晃 『音声リモコン方式を用いた家電操作の試作と検討』, 情報処理学会第116回ヒューマンインタフェース研究会研究報告(2005)。
- [2] 鈴木敬明, 易強, 桜川智史, 田村久恵, 望月融, 澤畑広信 『ガス給湯器用浴室リモコンにおけるユニバーサルデザインのための視覚障害者配慮設計 数値設定操作に基点音を用いた場合の有効性と問題点』, 認知科学, Vol.10, No.3, pp370 - 384, (2003.9)。
- [3] 長嶋祐二, 安村通晃, 猪木誠二, 市川薫, 岡本明, 権藤恭之, 手嶋教之, 畠山卓朗 『高齢者・障害者支援とバリアフリー技術の動向』, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.5, No.4, pp.394 - 412 (2003)。
- [4] 前田晃秀 中野泰志 中野聡子 大河内直之 湯沢聡子 福島智 竜口隆三 『視覚障害者の認知特性からみたリモコン操作系のユーザビリティ-ウォシュレット・リモコンを中心に-』, ヒューマン・インタフェース・シンポジウム論文集 Vol.2003, 603-606 (2003)

付録

被験者全員のタスク別達成時間の表を付録とする。

表 1 付属リモコン各被験者計測結果(単位:分)

	タスク1	タスク2	タスク3	タスク4	タスク5	計
被験者1	1:20	×	×	×	×	3:15
被験者2	0:40	0:15	×	0:35	1:10	2:40
被験者3	2:12	1:03	×	1:40	1:21	6:16
被験者4	0:03	0:32	×	0:18	0:37	1:30
被験者5	0:55	1:20	×	0:15	0:30	3:00
被験者6	0:04	0:21	×	0:20	1:15	2:00
被験者7	0:12	0:18	×	0:17	0:18	1:05
被験者8	0:03	×	×	×	×	6:30
被験者9	0:40	0:20	×	0:15	×	1:40
被験者10	0:02	0:48	×	0:25	0:40	1:55
被験者11	1:45	1:05	×	×	×	6:30
平均	0:35	0:39		0:32	0:50	2:38

表 2 音声リモコン各被験者計測結果(単位:分)

	タスク1	タスク2	タスク3	タスク4	タスク5	計
被験者1	0:15	0:30	0:05	0:10	0:20	1:20
被験者2	0:08	0:20	0:13	0:09	0:11	0:53
被験者3	0:05	0:12	×	4:43	0:10	5:00
被験者4	0:30	0:10	0:40	0:20	0:15	2:00
被験者5	0:20	0:19	×	2:25	0:20	3:15
被験者6	0:06	0:09	0:15	0:25	0:35	1:30
被験者7	0:05	0:07	0:15	0:38	0:25	1:30
被験者8	0:04	0:09	0:10	0:12	0:25	1:02
被験者9	0:04	0:16	0:10	0:30	0:10	1:10
被験者10	0:03	0:07	×	×	×	3:00
被験者11	0:15	0:11	0:14	0:25	0:10	1:15
平均	0:11	0:14	0:12	0:59	0:18	1:55

表 3 テンキーリモコン各被験者計測結果(単位:分)

	タスク1	タスク2	タスク3	タスク4	タスク5	計
被験者1	0:10	1:45	×	2:25	1:50	5:00
被験者2	0:05	1:55	0:07	0:13	0:45	3:05
被験者3	2:06	1:39	0:20	1:10	2:00	8:05
被験者4	0:05	3:30	0:40	0:15	0:43	5:13
被験者5	0:04	0:16	1:45	0:10	0:45	3:00
被験者6	0:13	1:09	1:18	1:03	0:43	4:26
被験者7	1:15	1:05	0:34	0:11	0:32	3:37
被験者8	0:35	0:45	0:15	0:10	0:20	2:05
被験者9	0:12	1:13	0:10	0:15	0:25	2:15
被験者10	0:02	0:18	0:10	0:20	0:45	1:35
被験者11	0:05	3:35	0:25	0:15	0:15	4:55
平均	0:26	1:33	0:34	0:35	0:49	3:59