

慶應義塾大学学術情報リポジトリ
Keio Associated Repository of Academic resouces

Title	非視覚情報を活用した新しいインタフェースの試作と評価
Sub Title	
Author	吉田, 諒(Yoshida, Ryo) 安村, 通晃
Publisher	慶應義塾大学湘南藤沢学会
Publication year	2007-03
Jtitle	研究プロジェクト優秀論文
Abstract	本研究では、ヒアリング調査やアンケート調査により視覚障害者が家電操作に対して抱えている問題点を明確にし、視覚障害者向け音声リモコンと携帯電話リモコンの試作と評価を行った。また、その応用として対象に健常者を含めた視覚に依存しないで利用できる新しいインタフェースとして、タッチパッドを用いたSunamojiと小型ジョイスティックとボタンを併用したUbimojiの試作と評価を行った。
Notes	安村通晃研究プロジェクト2006年秋学期 平成18年度慶應義塾大学卒業制作
Genre	Technical Report
URL	http://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=0302-0000-0576

非

視覚情報を活用した
新しいインタフェースの試作と評価

2006年 秋学期

AUTUMN

吉田 諒 環境情報学部 4年

安村 通晃 研究プロジェクト

慶應義塾大学湘南藤沢学会

研究プロジェクト優秀論文推薦のことば

この研究プロジェクト論文は、視覚障害者の家電利用調査から始まり、視覚障害者用の音声リモコンの試作、および、テンキーリモコンなどとの比較評価、さらに、音声とテンキーと統合した携帯電話型リモコンの試作と評価の一連の研究成果をまとめたものである。さらに、著者の独自の発案で、ノートパソコンのタッチパッド上で手書き簡易文字認識を行う Sunamoji とその発展系である Ubimoji を新規開発した内容も含まれている。

研究プロジェクト論文として、きわめて秀でた内容であるので、優秀論文として強く推薦する。

慶應義塾大学
環境情報学部教授
安村 通晃

平成18年度

慶應義塾大学

卒業制作

非視覚情報を活用した新しいインタフェースの試作と評価

環境情報学部4年

吉田 諒

安村 通晃 研究プロジェクト

2007年1月

卒業論文要旨 2006年度（平成18年度）

非視覚情報を活用した新しいインタフェースの試作と評価

情報技術の発展により、家電製品をはじめとするあらゆる機器はディスプレイ表示を利用した、視覚中心のものへと変わってきた。このことから、視覚障害者や高齢者などの視覚に制限のあるユーザーが操作を行なう上で困難を伴っているだけでなく、今後のユビキタス社会を想定した場合に、視覚に障害のない健常者にとっても視覚を占有され、行動を制約される要因になると考えられる。

本研究では、ヒアリング調査やアンケート調査により視覚障害者が家電操作に対して抱えている問題点を明確にし、それを改善するために視覚障害者向け音声リモコンと携帯電話型リモコンの二つの試作と評価を行なった。また、その応用として、対象に健常者を含めた、視覚に依存しないで利用できる新しいインタフェースとして、タッチパッドを用いた Sunamoji と小型ジョイスティックとボタンを併用した Ubimoji の試作と評価を行なった。

慶應義塾大学環境情報学部

吉田 諒

目次

第1章 序論	1
1.1 本研究の背景	2
1.2 本研究の目的	2
1.3 本論文の構成	3
第2章 情報化社会における視覚偏重の傾向	4
2.1 視覚的インタフェースの発展	4
2.1.1 家電製品の変化	4
2.1.2 CUIからGUIへ	4
2.2 視覚障害者の実態	5
2.2.1 視覚障害者に関する統計	5
2.2.2 視覚障害者によるコンピュータの利用	5
2.3 本章のまとめ	5
第3章 視覚障害者の家電操作に関する調査	6
3.1 ヒアリング調査	7
3.2 アンケート調査	7
3.3 本章のまとめ	11
第4章 音声を用いた視覚障害者向けリモコン	12
4.1 音声リモコン	13
4.2 コマンド	13
4.3 システム構成	13
4.4 評価実験	13
4.4.1 テンキーリモコン	14
4.4.2 通常リモコン	14
4.4.3 実験前の説明	15
4.4.4 評価実験1	15
4.4.5 評価実験2	16
4.4.6 考察	17
4.5 本章のまとめ	18
第5章 音声とテンキーを統合した携帯電話型視覚障害者向けリモコン	19
5.1 音声リモコンとテンキーリモコンの融合	20
5.2 コマンド	20
5.3 システム構成	20

5.4	評価実験	21
5.5	考察	23
5.6	本章のまとめ	25
第 6 章	新しいインタフェースへの応用	26
6.1	視覚に依存しないインタフェースの必要性	27
6.2	Sunamoji	27
6.3	操作コマンド	28
6.4	システム構成	28
6.5	考察	28
6.6	Ubimoji	30
6.7	操作コマンド	31
6.8	システム構成	31
6.9	評価実験	31
6.10	考察	32
6.11	本章のまとめ	33
第 7 章	関連研究	34
7.1	障害者向けリモコン	34
7.2	実世界指向, ユビキタス, ジェスチャ入力	34
7.3	文字入力インタフェース	35
第 8 章	結論	36
8.1	まとめ	37
8.2	今後の展望	38
	参考文献	49

第1章 序論

概要

本章では本研究の背景と目的, 本論文の構成について述べる.

1.1. 本研究の背景

情報技術の発展により、家電製品はアナログからデジタルへと移り変わってきた。しかし、それらの多くは液晶ディスプレイによる表示を用いており、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視覚に制限のあるユーザーが操作を行なう上で、多くの困難を伴っていると考えられる。近年ではネットワーク家電なども登場しつつあるが、これらはタッチパネル式で画面上のメニューを直接操作を行なうものがほとんどである。このような機器は視覚障害者にはほとんど利用されていない。日本は5人に1人が65歳以上の高齢者という時代を迎えており、視覚障害者のみならず視覚機能の低下する高齢者にとっても解決しなくてはならない問題である。

また、家電製品のみならず、携帯電話をはじめとするあらゆる情報機器も画面を利用した操作により、視覚に大きく依存してしまっている。近年、ユビキタスコンピューティングやモバイルコンピューティングに対する注目が高まっているが、多数のコンピュータがさまざまな場所に偏在していて人々の生活に溶け込んだ状況や、小型のコンピュータを持ち歩いて利用するような社会を想定した場合、ディスプレイを用いた視覚情報のみでは視覚的負荷がますます高くなり、人々の行動に制約がかかってしまう。このような状況下では視覚に障害のない健常者にとっても、視覚に依存しない、他のモダリティを活用したインタフェースが必要である。

1.2. 本研究の目的

本研究ではまず視覚障害者の家電操作に関してのアプローチから、視覚障害者が普段家電製品をどのように使用しているかやどのような問題点を抱えているかをヒアリング調査やアンケート調査によって明らかにするとともに、それらを参考に新しい視覚障害者向け家電リモコンの提案と試作を行ない、評価実験でその有用性の検証を行なう。

また、その応用として、対象に健常者を含めた視覚に依存しない新しいインタフェースの提案と試作を行ない、評価実験でその有用性の検証を行なう。

1.3. 本論文の構成

本論文では、まず第2章において情報化社会における視覚偏重の現状や視覚障害者の実態について主にコンピュータ機器を中心に取り上げて論じる。次の第3章では視覚障害者の家電利用の現状やその問題点について、行なった調査を元に述べる。第4章では行なった行なった調査を元に試作した視覚障害者向け音声リモコンの実装とその評価実験について、第5章ではそれを元に改良を行なった携帯電話型視覚障害者向けリモコンの実装とその評価実験について述べる。第6章ではこれまでの視覚障害者向けのリモコン開発における知見を生かし応用として開発を行なった健常者を含めて利用することを想定した、視覚に依存しない新しいインタフェース、SunamojiとUbimojiの二つの実装と評価について述べる。第7章では本研究と関連研究との比較を行ない、第8章で本研究によって得られた結論と、今後の展望について議論する。

第2章 情報化社会における視覚偏重の傾向

概要

本章では、家電やコンピュータ機器のインタフェースが視覚中心になってきた様子や、視覚障害者の実態について述べ、その問題点について述べる。

2.1. 視覚的インタフェースの発展

2.1.1. 家電製品の変化

家電のインタフェースは、新しい家電製品や情報機器の登場とともに、より視覚中心のものへと変わってきた。レンジやエアコン、洗濯機などの家電製品はかつて、物理的にダイヤルやスライダーを動かして値を設定するものであったが、今ではあらゆる家電製品に液晶画面が搭載されるようになり、その表示を見ながら操作を行なうものが主流となった。最近では複数の家電を同時に遠隔で操作できるような新しいネットワーク家電も登場しつつある。こういったものの多くは操作端末としてタッチパネル式でメニューを操作するようなものが多い。

2.1.2. CUIからGUIへ

コンピュータ機器におけるインタフェースは、CUI(Character User Interface)からGUI(Graphical User Interface)へと変化してきた。CUIはキーボードからコマンドを入力してコンピューターに指示を行なうインタフェースであったが、GUIでは2次元上に視覚的に表示されたメニューやアイコンをマウスなどの入力デバイスを自由に操作、選択することで操作するインタフェースである。GUIの登場により、コンピューターに詳しい知識のないユーザーにとっても画面を見ながらアイコンなどを選択するというだけで操作を行なうことができるため、パーソナルコンピューターが一般的に普及する大きなきっかけとなった。

また、GUIの登場以来、GUIの次を担うインタフェースの研究が盛んに行なわれている。アイコンやメニューなどを視覚中心であるGUIを超えた、より身体性を伴った人間中心のインタフェースの可能性が探られている。その例として例えば、没入型インタフェース（バーチャルリアリティ）や実世界指向型インタフェース、マルチモーダルインタフェースなどが挙げられる。

2.2. 視覚障害者の実態

2.2.1. 視覚障害者に関する統計

厚生労働省の調査によると [2], 平成 13 年度の 20 歳以上の視覚障害者の合計は約 301000 人である。そのうち, 50 歳代が 15.6 %, 60 歳代が 21.9 %, 70 歳以上が 51.5 % を占める。障害の程度別に見ると, 最も重い 1 級が最も多く 34.9 %, 次に多い 2 級が 24.6 % である。1 級の視覚障害者は歩行や読書などに視覚を使用することが困難であるために, 読書には点字や音声を利用しており, 2 級は拡大鏡などを使えば一部の視覚を使用することができる。

また, 点字を利用できる視覚障害者は 10 % 程度であると言われている。

2.2.2. 視覚障害者によるコンピュータの利用

視覚障害者が情報機器を利用するためにはさまざまな困難が伴う。コンピューター利用の場面では点字ディスプレイや点字プリンター, 触覚ディスプレイやスクリーンリーダーなどの技術が開発されてきた。90 年代の Windows の普及により, それまで DOS 用スクリーンリーダーを用いてパソコンが利用してきたが, それができなくなるという状況を迎えた。しかしその後 Windows 用スクリーンリーダーの開発が進み, 近年ではインターネットの普及に伴い, 視覚障害者はウェブサイトや音声ブラウザやスクリーンリーダーを利用して閲覧する機会も増えている。

2.3. 本章のまとめ

コンピュータ機器や家電製品の操作が視覚中心へと変化していく中で視覚障害者はさまざまな困難を迎えてきた。GUI の登場は健常者のユーザーにとっては画期的なものであったが, 視覚障害者にとってはコンピューターへのアクセスを阻止されかねないものとなっていた。本章では主に視覚障害者とコンピュータ機器について述べてきたが, 視覚障害者の家電操作に関して行なったヒアリング調査とアンケート調査を元に, 次章で述べる。

第3章 視覚障害者の家電操作に関する調査

概要

本章では視覚障害者の家電操作に関して、行なったヒアリング調査とアンケート調査の結果について述べる。

3.1. ヒアリング調査

ヒアリング調査では、視覚障害者2名（40代男性：強度弱視，30代男性：全盲）に対して日常的な家電操作の様子やその中で抱えている問題などに関する質問を行なった。

まず，対象者らは家電全般に対し，リモコンのボタンの場所を覚えるか手探りによって，使える機能のみを使い，機能を限定して使用しているということが分かった。例えば，ボタンの凹凸や点字などの目印を頼りに目的のボタンを見つけたり，工夫された報知音や音声のフィードバックを頼りに操作を行っていた。

両者とも特に視覚以外のフィードバックの欠如を指摘していた。音声や報知音があれば効果的だが，液晶のみに表示されている機能などは利用できないということであった。

また，記憶に対する負荷という問題点も挙げた。これはボタンの配置等を記憶して操作するために起こっているのだと考えられる。例えば，夏にエアコンを使っていくつかのボタンの操作を習得しても，半年後に冬になって使おうと思ったときにはもうそのボタンの位置や機能などをまったく忘れてしまっているという。加齢に伴い次第にそのように覚えていた操作方法を忘れてしまう状況が増えるようであり，視覚障害者の多くが50歳以上であるという点からも，改善すべき問題である。

3.2. アンケート調査

また，視覚障害者に対して，ヒアリング調査と同様の内容で，日常的な家電操作の様子やその中で抱えている問題などに関するアンケート調査を行なった。図 3.1 と図 3.2 にその回答者の年齢層と視覚障害の程度を示す。

このアンケートでは，前半部分で回答者の年齢や家族構成，障害の程度などについて質問し，その後，家電全般の使用について，電子レンジ・洗濯機・エアコンの3つの家電の使用について，そしてリモコンの操作について，音声認識の利用について，最後に今後の家電に対する希望について自由回答形式で質問した。

今回選択肢に挙げた，電子レンジ，洗濯機，炊飯器，エアコン，家庭用電話機，テレビ，お風呂の予約の中で，良く使う家電として家庭用電話機，テレビ，エアコンの順に挙げられており，(図 3.3) その中でもエアコンが最も使いづらい家電として挙げられた(図 3.4)。家電を購入する際には，音声ガイド，音声や点字の説明書つき，大きいボタンというような機能が選ばれているようである。その他にも，マニュアルがホームページで確認できるもの，という回答もあった(図 3.5)。

個々の家電に対する質問では，ダイヤル式のレンジや二層式洗濯機を利用している回答者もあり，特別な機能が備わっていないものを使用している回答者が多く，音声ガイド，音声認識の備わったものとはほとんど使用されていない(図 3.6，図 3.8，図 3.10)。電子レンジ，エアコンともに，使いづらい，非常に使いづらいと答えた回答者が多く，特にエアコンは非常に使いづらいと答えた回答者が一番多かった(図 3.7，図 3.9，図 3.11)。

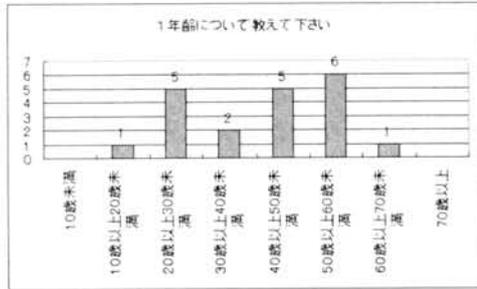


図 3.1: 回答者年齢分布

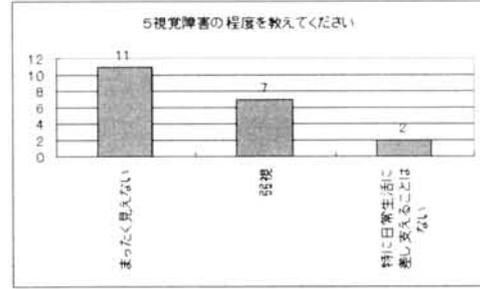


図 3.2: 視覚障害の程度

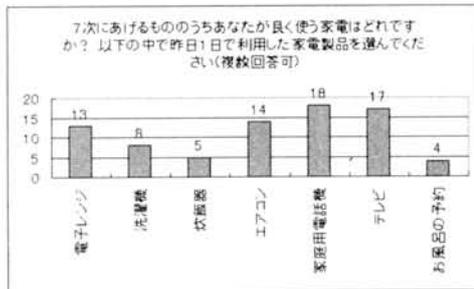


図 3.3: 良く使用する家電

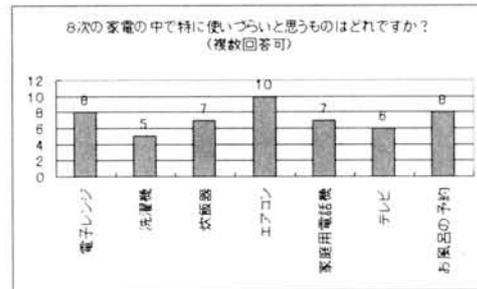


図 3.4: 使いづらい家電

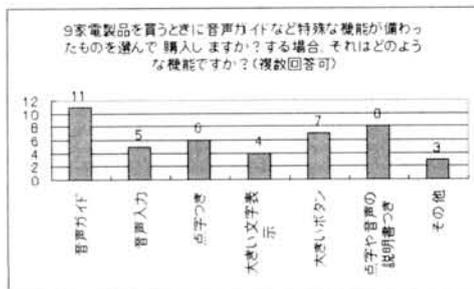


図 3.5: 家電を購入する際に選ぶ特殊機能

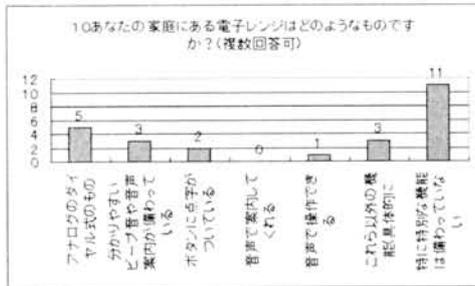


図 3.6: 使用している電子レンジの機能

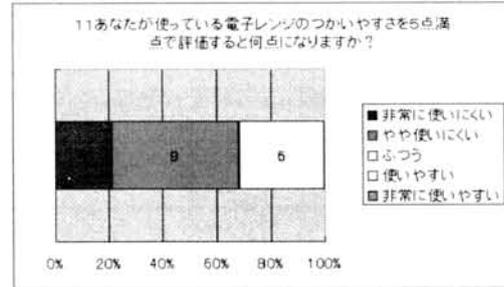


図 3.7: 電子レンジの評価

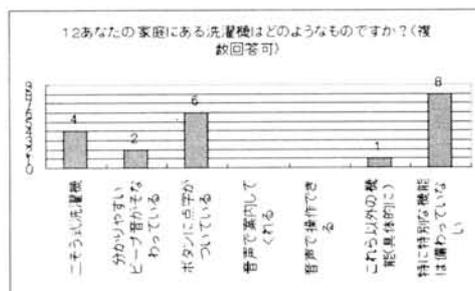


図 3.8: 使用している洗濯機の機能

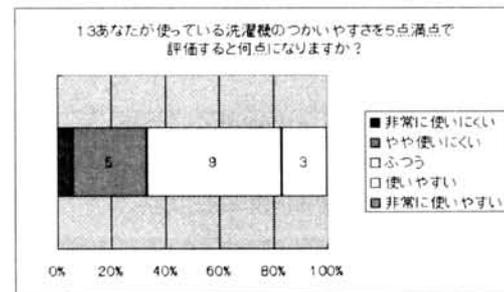


図 3.9: 洗濯機の評価

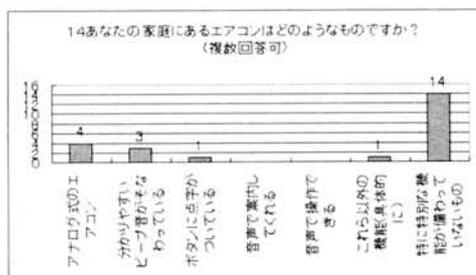


図 3.10: 使用しているエアコンの機能

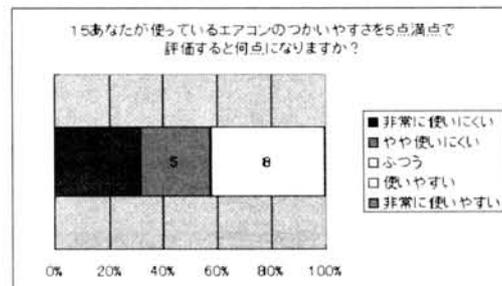


図 3.11: エアコンの評価

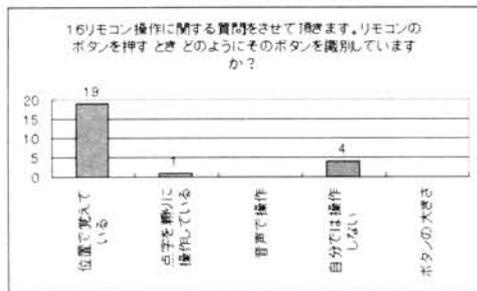


図 3.12: リモコンでのボタンの識別

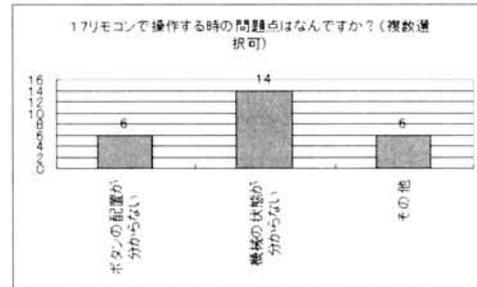


図 3.13: リモコンでの問題点

リモコンの操作に関し、ほとんどすべての回答者は位置を記憶してボタンを識別しているということが分かった(図 3.12)。また、リモコン操作時の問題として、機器の状態が分からないという回答が最も多かった(図 3.13)。

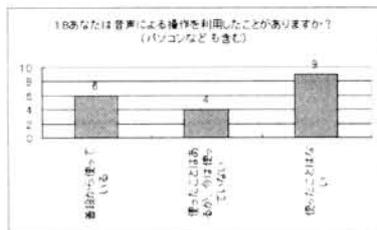


図 3.14: 音声認識の使用

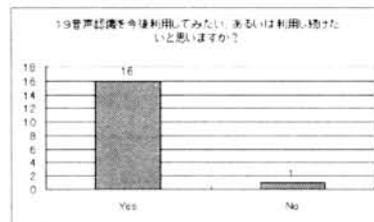


図 3.15: 今後の音声認識への期待

音声認識技術の使用に関しては、使ったことのある回答者が約半分で現在も日常的に使用しているユーザーがそのさらに半分であった(図 3.14)。音声認識を今後も利用し続けたい、あるいは今後は利用してみたいかという質問した回答者(この質問は 17 名を対象)からは、ほぼ全員から Yes という回答を受けられた(図 3.15)。

今回のアンケート調査では、特に液晶に表示されている内容を読み上げてほしいという意見が多かった。リモコン操作時の問題として挙げた、機器の状態が分からないというのも、この液晶に表示されている内容が分からないという点にあると思われる。特に、エアコンは暖房、冷房などの運転モードの切り替え、温度や風量などの細かい設定をして使用するため、液晶に表示されている内容が分からないと、現在の設定と、操作した結果どうなったのかが分からないため、使

うことができない。レンジや洗濯機についても「あたため」や自動モードしか使わないユーザーが多いようである。

今後の家電に対する要望として、音声ガイドの付加、液晶に表示されている内容の読み上げ、ボタンを押したときの音声・報知音、ボタンを大きく分かりやすく、墨字以外の説明書、説明書をすべてホームページに掲載してほしい、などが挙げられた。

視覚障害者のユーザーは家電操作において、機器の使い方や設定状態を知るための手段が少ないため、基本的な機能のボタンの位置を記憶するなどして使える機能だけを使っており、細かい設定などはできない、という現状であるといえる。

3.3. 本章のまとめ

本章では視覚障害者の家電利用実態について行なったヒアリング調査、アンケート調査の結果をもとに、視覚障害者が家電操作に抱える問題点について述べた。視覚障害者は、電源ボタンなど基本的なボタンの配置を記憶することによって、機能を限定して使用しており、細かい設定はほとんど行なうことができていないことがわかった。音声ガイドや墨字以外の説明書の提供など、使用方法の説明の提供と、使用する際の音声や報知音、ボタンの配置などの分かりやすさなど、使用段階での改善が必要である。

また、多くの方が音声認識に対して期待していることも今回のアンケートから分かった。そこで今回、音声認識を用いたリモコンの試作と評価を行なった。次章でその詳細について述べる。

第4章 音声を用いた視覚障害者向けリモコン

概要

本章では、音声認識を用いた視覚障害者向け音声リモコンの試作とその評価実験結果について述べる。

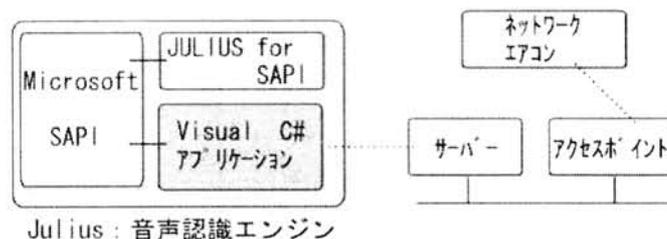


図 4.1: 音声リモコンシステム構成図

4.1. 音声リモコン

音声リモコンは音声コマンドを発話することで家電を操作するリモコンである。自然言語を用いた音声コマンドによる操作は日常的に発する言葉での操作が可能のため非常に直感的である。今回の音声リモコンでは設定の変更と設定の確認をするための基本的なコマンドを用意し、検証にあたった。

また、今回は対象としてネットワークエアコンを用いているため、従来の赤外線型のリモコンと違い、エアコンの状態、室温や湿度などもネットワークを通して取得することができるという特徴がある。

4.2. コマンド

音声リモコンを操作する方法として、一段階で発話する方式と、機能名を発話しその後に機能をどのように変更するかを発話する二段階の方式の二通りを用意した。一段階の例として、例えば「電源を入れる」「温度を2度さげる」などである。二段階の例として、例えば「電源」と発話すると、「電源をどうしますか？」とシステムが応答するので、「入れる」と発話するものである。

一つの表現に対しても、「電源」と「パワー」や、「入れる」「つける」「オンにする」など複数のパターンを用意し、「する」「して」「しろ」「してください」などの語尾のパターンも用意した。また、エアコンの状態を確認する方法として、「電源を確認する」という一段階の方法と、二段階で「電源」→「確認する」、あるいは「状態確認」→「電源」というような三通りの方法を用意した。

4.3. システム構成

Microsoft SAPI用の音声認識エンジン Julius for SAPI と Microsoft SAPI の音声合成機能を利用するためのアプリケーションを Microsoft Visual C #にて作成した (図 4.1)。

4.4. 評価実験

音声リモコンの有用性を検証するために、評価実験を 11 名の晴眼者と 8 名の視覚障害者の合計 19 名の被験者に対し行なった。そのうち晴眼者には入室前にアイマスクをしてもらい、視覚情報



図 4.2: テンキーリモコンレイアウト

を遮断した状態で行なった。晴眼者に対して行なった評価実験を評価実験 1，視覚障害者に対して行なった評価実験を評価実験 2 とする。

今回、音声リモコンとともに、吉田恵らが開発を行なったテンキーリモコン [4] とエアコンに付属してきたリモコン（以下「通常リモコン」）の 3 つに関して評価を行なった。

4.4.1. テンキーリモコン

テンキーリモコンとは、テンキーから入力を行ない、音声合成を用いたフィードバックを行なうものである。縦 5 列横 4 列のボタンを持つ USB テンキーを用いて操作を行なう。ユーザーの記憶への負担軽減を考慮し、テンキーの特性である規則的な配置を利用して機能を割り当てを行なった（図 4.2）。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、左側 1 列を「設定」、右側 1 列を「確認」、中央の列は上を温度上昇、下を温度下降とした。中央の突起のあるボタンはヘルプボタンとした。

テンキーリモコンにおいて、ヘルプモードの機能設けた。5 番のヘルプボタンを押すとヘルプモードに切り替わり、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することができる機能である。

また、テンキーリモコンも音声リモコンと同様にすべての操作に音声フィードバックを設けている。

4.4.2. 通常リモコン

使用した通常リモコンの電源ボタン、運転切り替えボタンは大きな円形の温度の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り替えのボタンなどの設定ボタンが配置されたものである（図 4.3）。



図 4.3: 実験に使用した通常リモコン

4.4.3. 実験前の説明

通常リモコンの実験にあたっては、事前に実験で使用するボタンの位置と機能、設定が変わった場合に報知音が鳴ることを説明した。音声リモコンに関しては使用する音声コマンドの例と発話方法、テンキーリモコンに関してはそれぞれのボタンに対する機能の割り当てとヘルプモードの使用方法について説明した。

4.4.4. 評価実験 1

エアコンの初期設定は以下の通りである。

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

被験者に実行してもらったタスクは以下の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：現在の設定温度を確認する
- ・タスク4：設定温度を2度上げる風量：自動
- ・タスク5：風量を強風にする

評価実験1では、晴眼者男女合計11名（男性10名、女性1名）に対して行なった。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4.4は各タスク達成にかかった被験者の平均時間を示す。

タスク4を実行することは通常のリモコンでは不可能であるため、所要時間には含めず、所要時間は無限大とした。表4.1は各リモコンにおいて全タスク達成にかかった時間の平均を示す。

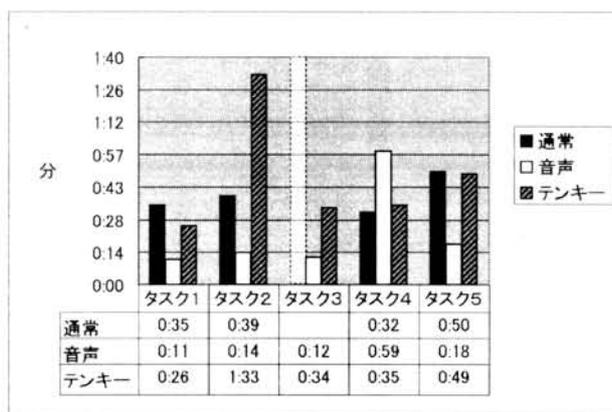


図 4.4: 評価実験 1 における各タスク達成時間 (平均)

表 4.1: 評価実験 1 におけるタスク達成時間 (分) の合計 (平均)

通常リモコン	音声リモコン	テンキーリモコン
2:38	1:55	3:59

4.4.5. 評価実験 2

前述の評価実験 1 と同様に、視覚障害者 8 名 (男性 7 名, 女性 1 名) に対して実験を行なった。この評価実験 2 では、評価実験 1 の 5 つのタスクに加え、「運転モードを確認する」というタスクをタスク 2 として追加した。

評価実験 1 と同様にタスク 2 と 4 を実行することは通常のリモコンでは不可能であるため、所要時間を含めず、所要時間は無限大とした。

図 4.5 に評価実験 2 における各タスク達成時間を示す。

評価実験 2 では晴眼者を対象に行なった評価実験 1 の実験とほぼ同じ結果が得られた。評価実

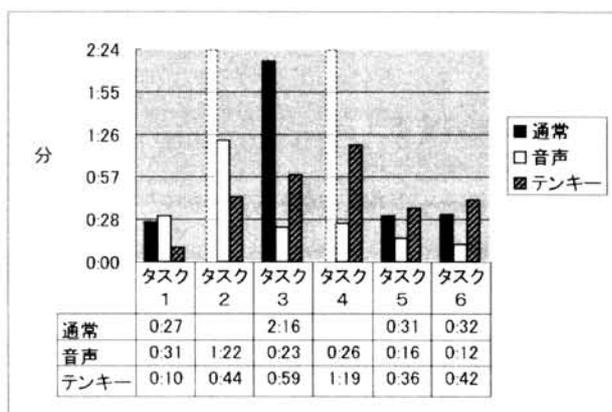


図 4.5: 評価実験 2 における各タスク達成時間 (平均)

表 4.2: 評価実験 2 におけるタスク達成時間 (分) の合計 (平均)

通常リモコン	音声リモコン	テンキーリモコン
4:10	3:46	4:26

表 4.3: 主観的評価 (5 段階) のスコア

通常リモコン	音声リモコン	テンキーリモコン
2.4	2.9	4.4

験 1 の実験と比べ音声リモコンのタスク達成時間は長かったが、3つのリモコンの中では最も短かった。

主観的評価

評価実験 2 の被験者に各リモコンに対し、同様の形態のリモコンを将来的に使用したいかについて 5 段階で評価してもらった。その結果は平均値で、テンキーリモコンは 4.4 と最も高く、ついで音声リモコンは 2.9、通常リモコンは 2.4 という順になった (表 4.5)。この値は分散分析 (ANOVA) を行なった結果、有意差が認められた。

4.4.6. 考察

音声リモコンにおいては認識誤りがあり、被験者からは音声が正しく認識されればよいが正しく認識されなければ使い物にならないという意見が聞かれた。また、音声によるコマンドを記憶することが困難であるために、コマンドを知るための機能やより短いコマンドを望む被験者もいた。他にも認識に失敗したときの対処が分かりにくい、音声によるフィードバックにイライラする、スムーズに利用できるが日常的でない、操作性は分かりやすい、などの意見が挙げられた。

他のリモコンとの比較では、今回行なった実験では通常リモコンは視覚情報以外のフィードバックが不足しているため、操作時間も長く、主観的評価も低いという結果になった。音声リモコンよりもテンキーリモコンに対する評価が高かったが、音声リモコンによる操作は早く、今後改良を重ねることでユーザーにより受け入れられていく可能性がある。一方で操作時間が長かったテンキーリモコンも、ヘルプモードの改善により操作効率を改善できるとも考えられる。

4.5. 本章のまとめ

ネットワークエアコンを音声認識を用いた音声リモコン方式での試作，検証を行なった．音声リモコン方式は，うまく認識されればとても素早い操作が可能であったが，認識の問題や，コマンドを知る手段がないことなどが問題として挙げた．

一方で同時に評価を行なったテンキーリモコンは操作時間は長かったが，主観的評価が最も高いという結果が得られた．このことから，音声とテンキーそれぞれの性質を組み合わせ，統合した方式のリモコンを検証してみる必要があると考えられる．次章ではその具体的内容について述べる．

第5章 音声とテンキーを統合した携帯電話型視覚障害者向けリモコン

概要

本章では、前章で述べた音声リモコンとテンキーリモコンの統合を行ない、携帯電話型リモコンとして試作、評価を行なった内容について述べる。

電源 1	温度上 2	風量 3
運転モード 4	温度下 5	湿度 6
7	8	9
*	ヘルプ 0	#

図 5.1: 携帯電話型リモコンボタンレイアウト

5.1. 音声リモコンとテンキーリモコンの融合

前章の実験結果を踏まえた上で、音声とテンキーをを統合させた、より使いやすいリモコンの検討を行なった。音声とテンキーを併用することにより、ユーザーが音声とテンキーを状況によって使い分けて操作を行なうことができ、操作効率を高めることができると考えた。

ボタンと音声の入出力を持つ代表的なものとして、携帯電話を選び、携帯電話型リモコンとして統合を行なった。一部の調査結果によると、視覚障害者の携帯電話型普及率は 82 % と高く [3]、使い慣れたインターフェースであると言える。

5.2. コマンド

以前のテンキーリモコンでは、設定状態確認用のボタンを設けていたが、ヘルプモードの中でボタンの機能名とともに設定状態を読み上げるように変更した (図 5.1)。また、ヘルプモードは 0 番に割り当てた。

音声コマンドは、前回の試作時には一段階の方式と二段階の方式を用意していたが、事前の説明で一段階のものしか紹介しておらず、ユーザーが言いよんだ際に二段階の方式のコマンドとして認識されてしまうこともあったため、今回は一段階のみを用意した。

また、音声によるヘルプモードを用意した。「ヘルプ」と発話するとヘルプモードに切り替わり、ヘルプモードで何かキーワードを発話するとそのキーワードに関する機能と設定状態を音声でフィードバックする機能である。

5.3. システム構成

携帯電話型リモコンの一部として、本システムでは Skype を利用した。VoiceXML や TAPI (Telephony Application Program Interface) などの技術を利用したシステムは既に多く存在するが、Skype を用いた理由として従来試作したシステムの継承が容易であった点や、一般の電話回線を介さずに利用できるという点などがある。特に、Skype のような一般的に普及しているサービスを利用することでシステムの有効性の検証を行なうこともできると考えた。

Skype と音声合成、音声認識を行なう SAPI の音声の受け渡しには仮想サウンドデバイス VirtualAudioCable を用い、DTMF 信号解析には ToneDecoder.Net を用いた。アプリケーションは



図 5.2: 試作で使用した Skype 端末

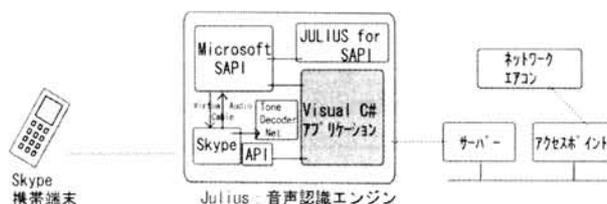


図 5.3: 携帯電話型リモコンシステム構成図

Microsoft Visual C #にて作成した (図 5.3)。

今回は都合により、エアコンとサーバーが通信する部分が使えなかったため、前回の実験時と同じ動きをする仮想的なエアコンをサーバーに置いて、実験を行なった。

5.4. 評価実験

携帯電話型リモコンを用いて、ボタンのみを用いた実験、音声のみを用いた実験、そしてボタンと音声を組み合わせたものの、3回の評価実験を行なった。ボタンのみの実験と音声のみの実験の順序は被験者ごとにランダムに行なった。今回は晴眼者8名に対してアイマスクをしてもらった状態で実験を行なった。

以前の評価実験と同様の6つのタスクを行なってもらった。

図 5.4 は各タスク達成にかかった平均時間とその合計時間である。合計時間は組み合わせたものが最も短く、次に音声のみ、そしてボタンのみという順になった。ボタンのみの実験のタスク2では、システムエラーやタスク未達成の影響で3名のみの結果となってしまったため、タスク2を除いた数値も計算したが、ほぼ同様の結果となった。

ボタンのみの操作が長かった原因として、ヘルプモードの使用で時間がかかったという点や、始めのほうでヘルプモードの使い方に慣れていなかった点などがある。タスク2においては状態の確認をする方法が分からずに状態の設定を行なってしまった被験者が数名いたため、タスク達成

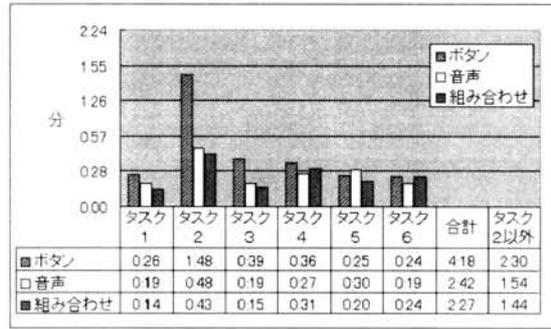


図 5.4: 携帯電話型リモコンの評価実験における各タスク達成時間 (平均)

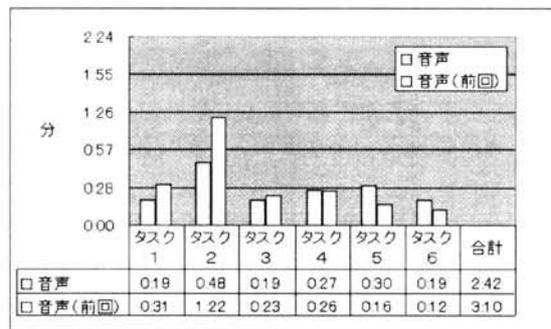


図 5.5: 音声における各タスク達成時間 (平均) と合計時間の比較

に余計に時間がかかってしまった。

音声のみで音声ヘルプを利用したユーザーは2名で、そのうち1名はコマンドを確認するためではなく、状態確認用のコマンドが分からずに、状態確認のする目的で使用していた。

組み合わせの実験では、4名がボタンのみで行ない、1名が音声のみ、3名が実際に合わせて使用していた。組み合わせた被験者は、電源や温度設定をボタンで行ない、風量の設定や設定状態確認は音声で行なうような使い分けをしたり、音声認識されなかったためにボタン操作に切り替えて操作を行っていた。組み合わせで使用した3名のタスク達成時間は、残りの5名の実験結果と比較してもほとんど変わらなかった。

図 5.5 と図 5.6 は今回の音声のみと前回の音声リモコン、今回のボタンのみと前回のテンキーリモコンの操作の実験結果をそれぞれ比較したものである。

音声のみ、ボタンのみとも前回の実験よりも操作時間は短くなっている。その要因として音声フィードバックを簡略化した効果が挙げられる。また、ボタンの方では状態確認用ボタンをなくし、ヘルプモードに統合したことで操作するボタン数が減ったことによる効果もあると考えられる。

また、組み合わせの実験でボタンのみを使用してタスクを行なったユーザーが多かったため、ボタンを用いた実験と、2回目でボタンのみを使用して操作を行なったユーザーのデータを比較した (図 5.7)。2回目では操作時間は短縮されており、学習効果があったと考えられる。

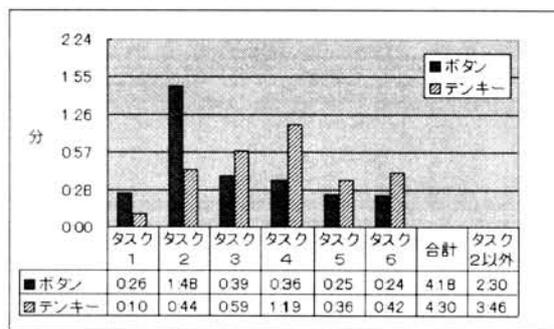


図 5.6: ボタンとテンキーにおける各タスク達成時間（平均）と合計時間の比較

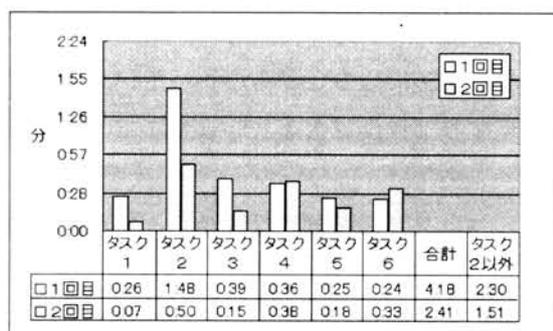


図 5.7: ボタン使用の学習効果

また、実験後にそれぞれの操作方法について主観的評価をしてもらった（表 5.1）。平均では組み合わせた操作方法が 3.8 と一番評価が高く、次にボタンが 3.1，そして音声で 2.9 という順になった。ボタンの方がより好まれた傾向にあったが、音声のほうが評価が高かった被験者もいた。

実験後に挙げられたその他の感想としては、「何回も押すような場合は音声のほうが良かった」、「ボタンが小さく、位置が分かりにくかった」、「反応が遅かった」、「音声フィードバックを聞くために耳につけながらやるのが難しかった」、「音声フィードバックが聞き取りにくかった」などがあった。

5.5. 考察

今回の評価では、ボタンと音声を組み合わせた操作方法が最も操作時間が短く、主観的評価も一番高いという結果になった。組み合わせた操作方法では、実際に組み合わせた使い方をした被験者は 3 名で、残りの 4 名はボタンのみ、1 名は音声のみを使用して操作を行なった。多くの被験者は単一の方式を使って操作を行なったが、中には音声とテンキーを組み合わせて使用する被験者もいた。ある被験者は設定はボタンで行ない、状態の確認は音声で行なっていた。別のユーザーは音声で認識されなかったため、ボタン操作に切り替えて操作を行なっていた。しかし、音声とボタンを組み合わせて使用した 3 名の操作時間は、残りの被験者との差はほとんど無かった。

表 5.1: 主観的（5段階）評価のスコア

音声	ボタン	組み合わせ
2.9	3.1	3.8

主観的評価に関しては、ボタンを好んだ被験者はボタンの評価が高くて音声の評価が低く、音声を好んだ被験者は音声の評価が高くてボタンが低いという傾向であったが、組み合わせにおいては双方から高い点数を得られた。

このことから、今回の実験では音声とボタンをどちらでも利用できる操作方法を用意することにより、ユーザーは二方式を組み合わせた使い方ができるという点だけでなく、より好んだ操作方法を選択することができる点において、操作時間短縮、高評価につながったと考えられる。組み合わせることによる操作時間の短縮にはつながらなかったが、ある方法での操作がうまくいかない場合でも、別の方法を利用すれば操作できるという点において良い評価が得られたと考えられる。

今回の試作に用いた音声ヘルプは2名の被験者が利用し、使った被験者からは分かりやすかったという意見が得られた。ボタンを利用して音声コマンドを知ろうとした被験者は今回はいなかった。以前行なった実験で、コマンドが分からないという意見が多く挙がったため、今回音声コマンドに関するヘルプを用意したが、今回の実験を通して、ヘルプモードとしてコマンドの一例を紹介するだけでなく、今発話しているコマンドがなぜ認識されないのか、どのようにコマンドが誤認識されているのかの情報も提供した上でのコマンドの候補の提示が必要であると感じられた。

また、音声、ボタンともに音声フィードバックを簡略化したことや、テンキーの操作ボタン数を減らしたことにより、以前行なった実験よりも操作時間は短くなっていった。また、組み合わせの実験でボタンのみを使用した被験者は1回目よりも操作時間は短くなっており、今後学習効果による操作時間の変化についても検証する必要がある。

今回はシステムの一部で無線LANを使用していたため、音声の一部途切れてしまうような場面があった。また、利用した機材の都合上DTMF音の音量が小さく、認識されないこともあった。使用した機材のボタンの小ささや音声通話による反応の遅延が気になった被験者も多かった。システム面での改良も今後行なっていきたいと考えている。

5.6. 本章のまとめ

音声リモコンとテンキーリモコンを統合した携帯電話リモコンの試作を行ない、統合による有効性を検証した。目隠しをした8名の被験者に対して行なった評価実験では、ボタンと音声を組み合わせた操作方法が最も操作時間が短く、次に音声、ボタンという結果になった。主観的評価でも組み合わせた操作方法が最も高く、次にボタン、音声の順になった。組合わせの実験でもボタンのみ、音声のみで操作した被験者が多く、二つの機能を実際に組み合わせて操作した被験者の操作時間は残りの被験者の操作時間とほとんど変わらなかったが、被験者は好んだ操作方法を選択して操作することができるために、全体として操作時間の短縮と高評価につながったと考えられる。今後は実際に視覚障害者を対象にした評価や、エアコン以外の家電に関しても評価していく必要がある。

第6章 新しいインタフェースへの応用

概要

本章では応用として、健常者を対象者に含めた、視覚に依存しないインタフェース、Sunamoji と Ubimoji の2つの提案について述べる

6.1. 視覚に依存しないインタフェースの必要性

今日の情報機器や家電製品は多機能化や情報の複雑化により、その操作も複雑になっており、特に情報機器を操作する際はその機器の画面に面し作業に集中しなくてはならないことが多い。その原因の一つとして、操作時に視覚的選択が必須であることが挙げられる。情報機器はマウスやキーボード、十字キーなどを用いて、画面上のアイコンやメニューを操作する方式が主流になっているが、この方式では、ユーザは画面内のメニューの中から操作すべき対象を見つけ、カーソルの位置を確認しながら操作するため、画面を注視し続けなくてはならない。また、手元に操作で使用するボタンが多い場合にはそれらを目視で確認する必要もある。このような視覚に依存するようなインタフェースはユーザーにとって高い認知的負荷となっていると考えられる。

また、現状では情報にアクセスする際に画面上の一覧から探してカーソルで選択を行なうような場合が多い。特に、電話帳やプレイリスト、お気に入りのサイトの一覧などはユーザーが言語的に把握している情報であるため、文字を用いて絞り込むことによって素早く情報にアクセスできる。キーボードや携帯電話の入力方式を用いることは文章を入力する際には適したインタフェースであると言えるが、多くのボタンを操作しなくてはならないため、操作が非常に能動的である。このように、視覚情報に依存せずに、簡単な文字入力を用いて情報にアクセスするのに適した新しいインタフェースが必要であると考えられる。

6.2. Sunamoji

そこで、タッチパッドを用いて指先ジェスチャ入力を行なう、新しいインタフェース、Sunamojiの試作を行なった。タッチパッドにコマンドとして文字や記号を入力することで、複数のボタンを操作するよりもユーザにとっての負荷が少ないと考えた。また画面での情報提示は可能な限り少なくするとともに、サウンドエフェクトや音声合成を効果的に利用することで画面上に表示する情報を確認せずに利用できるようにした。このように、視覚的に負荷の少ないインタフェースとして、自動車内機器やモバイルでの利用の可能性が考えられる。

また、Sunamojiではジェスチャ入力の一部として、簡単な文字入力を行なうことができる。文字を入力できることで、単純なジェスチャ入力と比較して、操作の幅が大きく広がる。特に、音楽のプレイリストや、アドレス帳の中身、カーナビゲーションの行き先やお気に入りのページのタイトルなどはユーザにとって言語的に把握している情報である。その場合、一覧から選択するよりも、文字で直接入力したほうが素早く、自然であると考えられる。

既に行なわれている文字入力の研究では、文字の入力による文章やメールの作成というタスクを取り扱う場合が多かった。文章を作成する上では認識率の高さや速度が非常に重要になってくるが、Sunamojiでは例えばキーワードの入力といったように、アプリケーションを操作する上でジェスチャの一部として用いているため、先頭の数文字を入力する程度であり、間違えても訂正できればさほど支障にはならない。音声認識と比較しても、操作のために声を発するというこ

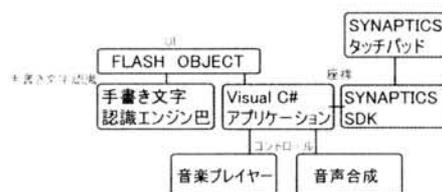


図 6.1: システム構成

とに抵抗のあるユーザにとってはより日常的であり、認識率も音声合成よりも高いことが予想される。

6.3. 操作コマンド

Sunamoji で試作した音楽プレイヤーを操作するためのコマンドを表 6.1 に示す。小文字のアル

表 6.1: 音楽プレイヤーのコマンド例

操作	コマンド
曲, アーティストの入力	小文字 a-z
前, 次	<, >
停止	
一字訂正	_
全部訂正	ぐちゃぐちゃ
音量の調節	長押し+上下
一個前の曲	ダブルタップ

ファベットの入力や、再生や停止などの基本的なコマンドに加え、誤操作の際に一個前の状態に戻ることのできるコマンドを設けた。

6.4. システム構成

今回試作した音楽プレイヤーのシステム構成を図 6.1 に示す。Synaptics SDK を利用し、タッチパッドからの座標を手書き認識エンジンに渡し、C# と FLASH で処理を行なっている。

今後の評価、試作のために外付けのタッチパッドを利用している。

6.5. 考察

Sunamoji の操作性に関して数名から意見をもらったところ、以下のような意見が得られた。

- ポケットの中でも操作できるなど、使用場面を絞ったほうが良い

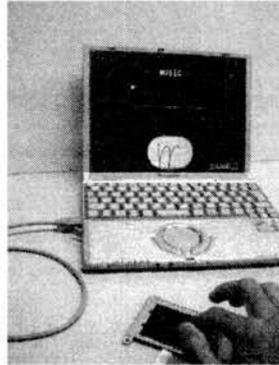


図 6.2: Sunmoji 試作

- 誤認識を訂正できるような手段が欲しい
- ジェスチャだけだと難しすぎるのでいくつかだけボタンを併用すべき

また、今回、Web を利用したアンケートシステムで調査を行なった。その中で、携帯型音楽プレイヤーの操作に関し、どのようなことが面倒だと感じるか、という質問にポケットやカバンの中から取り出さないといけないという回答が最も多く、そういう状況でのニーズがあることも分かった。(図 6.3, 図 6.4)。

Q2. 上記で答えたものの操作を行なう際、面倒だと思うことがありますか？(5点評価)

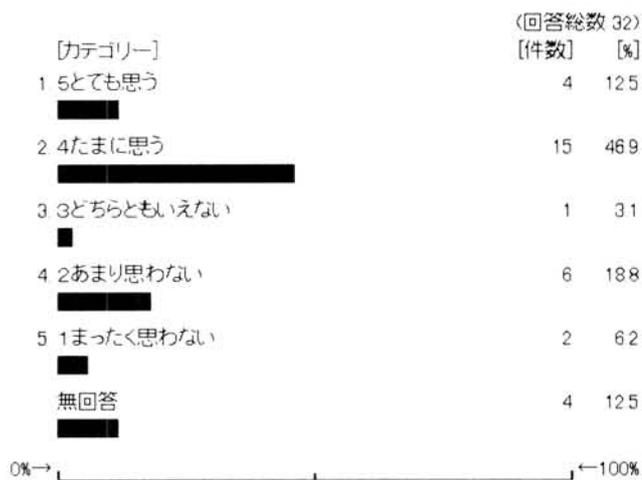


図 6.3: 携帯型音楽プレイヤーの操作が面倒だと感じるか

Q3. どのようなことが面倒だと感じますか？



図 6.4: どのようなことが面倒だと感じるか

そこで、今回いくつかの点で改良を行ない、小型ジョイスティックを用いた Ubimoji として試作、評価を行なった。

6.6. Ubimoji

Ubimoji ではジョイスティックを用いて簡単な文字や図形を書くことによって操作を行なう。Sunamoji ではタッチパッドを用いて同様に入力を行なっていたが、タッチパッドと比べて操作する面積が少なく、手を大きく動かさずに操作を行なうことができると考えられる。タッチパッドを利用する際、固定するために両手を必要としてしまうことや、面積が広いことでノイズが多く入ってしまうなどの問題もあった。

ジョイスティックが中心に戻ろうとする性質があるため、ジョイスティックを利用した文字入力は、タッチパッドで行なったものと比べて明確な筆跡を得ることはできないが、文字を書く際の動きのパターンを認識することで行なう。

また、以前はタッチパッドのみでの入力を行っていたが、今回はモード変更や、次の候補を選択するためのボタンを3つ設けた。ボタンを利用することによって、より確実な操作を行なうことが可能になると考えられる。

6.7. 操作コマンド

基本的に Ubimoji でアプリケーションを操作することを想定した場合、文字や記号の入力、認識文字候補の選択、目的候補の選択、モード切替が必要であると考え、今回はボタンを3つ併用したことで、候補の選択やモードの切り替えをボタンに割り当てることが可能であった。ボタン1に認識文字候補の選択、ボタン2に目的候補の選択、ボタン3にモード切り替えを割り当てた(図 6.5)。

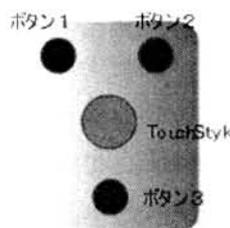


図 6.5: Ubimoji ボタンレイアウト

モードには入力モードと再生モードの2つを用意し、入力モードでは検索や候補の選択を行ない、再生モードでは音量の調節や次の曲の選択などを行なえるように設定した。

操作性の改善として、候補にない文字が入力されてもマッチしないようにし、また入力モードと再生モードを区別しやすいように、入力モードでは再生中の音楽は左側のスピーカーからのみ流れるように設定した。

6.8. システム構成

今回 Ubimoji でも、Sunamoji 同様に音楽プレイヤーの試作を行なった。システムには Synaptics の TouchStyk とその開発のための Synaptics SDK、音声合成部分に Microsoft SAPI、文字認識エンジン巴を利用し、アプリケーションは Visual C #、Macromedia Flash を用いて試作した Ubimoji の試作とシステム構成図を図 6.6 と図 6.7 に示す。

6.9. 評価実験

試作した Ubimoji を、3名の被験者を対象に、評価を行なった。実験内容としては、画面を見ない状態で Ubimoji を使ってもらい、指定した2曲を順番に探してもらうというタスクを行なっ

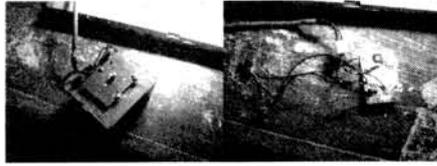


図 6.6: Ubimoji の試作

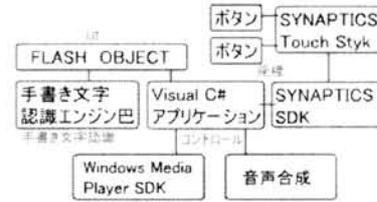


図 6.7: Ubimoji のシステム構成

た。また、画面を見た状態で同じタスクを Windows Media Player を使って行なってもらった。

さらに、今回、視覚的な負荷を与えた状況をつくるために、このタスクを行ないながらもうひとつのタスクを同時に行なってもらった。実験とは別の画面にランダムに星が表示されるので、表示されたらできる限りはやく Enter キーを押して消すというものである。

事前に被験者に Ubimoji の使い方を説明し、自由に操作してもらった。また、事前に被験者に 1 度 A～Z までのアルファベットを書いてもらい、その筆跡を登録した。Windows Media Player に関しても、標準的な使い方の説明を行なった。

この実験の結果を表 6.2 と図 6.8 に示す。

表 6.2: タスク達成時間 (分)

	被験者 1	被験者 2	被験者 3
Ubi	3:00	1:37	2:35
WMP	2:45	0:33	0:30

6.10. 考察

Ubimoji では、事前に筆跡の登録を行なっているにもかかわらず、文字が認識されにくく、タスク達成に時間がかかってしまった。Sunamoji に比べ、Ubimoji は操作する面積が少なくて済む一方で、1 点での入力による力加減の難しさから、認識率は低下するように思われた。今回は手書き文字認識エンジンを用いたが、他のエンジンに変更する必要性もあると考えられる。

Windows Media Player を使った実験で被験者 1 は、途中までソートや検索を一切行なわずに無作為の順番にならんだ全曲のリストの中から曲を探していたため、時間がかかった。残りの 2 名はアーティスト順にソートして探した。

サブタスクに関しては、すべての被験者において、Windows Media Player を使った場合のほうがボタンを押すまでにかかる時間がかかった (平均値)。しかし、今回は被験者数が少なく、

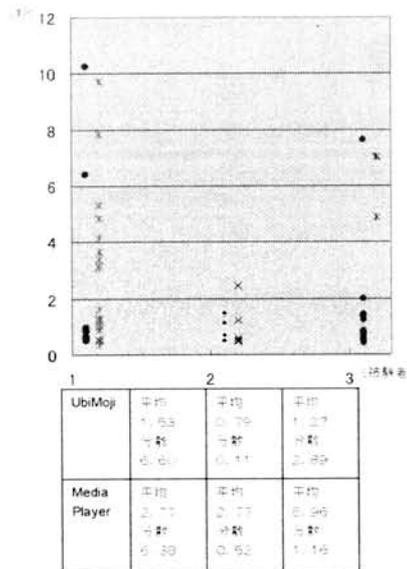


図 6.8: 評価実験結果

Windows Media Player を使った実験では操作時間が短かったため、サンプル数が十分であるとは言えず、今後も継続して評価していく必要がある。

使用後の感想としては、特に Ubimoji での認識がされなかったことや、現在のモードの状態や何文字目を入力しているのかがわかりづらいというような意見があった。音声のフィードバックも音楽とかぶってまい、聞き取れなかった場合もあったようである。中には Ubimoji は Windows Media Player で操作する場合に比べ、今回のサブタスクのように、別の作業をしながらの操作には向いているという意見も得られた。今後は特に認識やフィードバックの部分の改善を行なう必要があると考えられる。

6.11. 本章のまとめ

本章では視覚に依存しない新しいインタフェースとしてタッチパッドを用いた Sunamoji と、小型ジョイスティックとボタンを併用した Ubimoji の二つを試作と、Ubimoji の評価を行なった結果について述べた。Ubimoji と Windows Media Player を比較した評価実験では、認識率の問題などから Ubimoji のほうが操作時間が長くなったが、サブタスクでの反応時間は Ubimoji の方が早いという結果になった。操作性や認識の面を改善し、さらに評価実験を進めていくことでその有用性を証明していく必要がある。

第7章 関連研究

概要

本章では本研究に関連する先行研究について述べる。

7.1. 障害者向けリモコン

障害者のためのリモコンに関する研究はすでにくつも行なわれているが、Trace R &D による Universal Remote Console (URC)[5] や CSLI による Total Access System (TAS)[6] は世界的に広く知られている。双方とも汎用的に機器を操作するためのユニバーサルリモコンのための取り組みとしては参考になる研究である。しかし、これらは問題を広い範囲によって扱っているが、本研究では焦点を絞り、視覚障害者が家電操作に対しどのような問題を抱えているかを具体的に明らかにしたいと考えている。音声認識を用いたリモコン [7] や最近商用として売られている音声リモコン [8] などでは、ユーザーが機器の状態を取得することはできず、フィードバックが十分ではないという問題点がある。

7.2. 実世界指向, ユビキタス, ジェスチャ入力

Sunamoji と Ubimoji と関連する研究として、塚田浩二らによる、UbiFinger [9] が挙げられる。この研究では指を曲げたり手首を回したりするジェスチャにより情報家電のコントロールを行なっている。本研究との違いは、あいまいなジェスチャ入力ではなく、操作に簡単な手書き文字をキーワード入力として利用している点などにある。既に製品化されたもので、Apple Computer の音楽プレイヤー iPod などでは、円形のタッチパッドをなぞることによる音量などの調節を実現している。Sunamoji や Ubimoji では簡単な文字入力を主体とすることにより、これら製品よりも一段階高次元のジェスチャ入力を実現していきたいと考えている。多くのジェスチャ入力の研究ではカメラなどのセンシングデバイスを用いているが、タッチパッドや小型ジョイスティックを利用することによるシステムの簡易性も挙げられる。

7.3. 文字入力インタフェース

Sunamoji と Ubimoji に関する文字入力インタフェースとして, EdgeWrite [10] がある. EdgeWrite は図形のパターン認識ではなく, 角を通った順番の組み合わせを利用した文字入力方式である. EdgeWrite は障害者をも対象にしており, この方式は, 4つの角や, ボタンを持つあらゆるデバイスに適応できるというものである.

また下平 博らのウェアラブル環境を想定した視覚障害者用オンライン手書き文字入力インタフェース [11] も非常に近い分野の研究である. この研究でもタッチパッドを文字入力として利用している.

他にも文字入力デバイスの研究は多く行なわれているが, いずれの研究も文章などを前提とした文字入力であり, Sunamoji と Ubimoji が目的としているような, 視覚に依存せずに利用でき, 操作の一部としてキーワードを入力するというものとは異なっている.

第8章 結論

概要

最後に、本論文のまとめと今後の展望について述べる。

8.1. まとめ

本研究では、まず、視覚障害者が家電操作にかかえる問題点を明らかにするために、ヒアリングとアンケート調査と行なった。この調査においては、家電操作において視覚以外におけるフィードバックが不足していることや、ボタンの配置や押す回数を覚えなくてはならないことによる記憶の負荷が問題として挙げられた。また、音声認識に対して期待が高いこともアンケートから分かった。

この結果を元に音声リモコンと、音声リモコンとテンキーリモコンを統合した携帯電話型リモコンの開発を行なった。音声リモコンは、コマンドが認識されれば早い操作が可能であるが、どのようなコマンドがあるか分からないなどの問題や、認識率の問題があった。そこで、テンキーを利用したテンキーリモコンとの統合を行なったところ、音声やテンキーを単体で使用した場合と比べて両方を使える状況では、音声とテンキーを場合によって組み合わせるというだけでなく、2つのうちでより好んだほうを利用して操作することができるために、操作時間が短くなった。

また、これらの応用として、対象に健常者を含めた視覚に依存しない新しいインタフェースとして、タッチパッドを用いた Sunamoji と小型ジョイスティックとボタンを併用した Ubimoji の二つを試作した。Ubimoji と Windows Media Player を比較した評価実験では、認識率の問題などから Ubimoji のほうが操作時間が長くなったが、サブタスクでの反応時間は Ubimoji の方が速いという結果になった。

8.2. 今後の展望

視覚障害者向けリモコンは今後、音声認識の精度や操作性を高めるとともに、他の家電製品に対しても適応させ、複数の家電製品を同時に動作する場合やそれぞれの家電製品の特性から、操作する際に起きる問題などの評価をする必要がある。また、将来的にはエージェントを介し、コマンドだけでなく会話や提案を取り入れた家電操作についても検討していきたいと考えている。

Sunamoji や Ubimoji も、認識精度や操作性を改善し、他のアプリケーションの操作を含めた評価実験を進めていく必要がある。特に、視覚を使わずに操作できるインタフェースとして、自動車内や、モバイル環境への適応だけでなく、視覚障害者にも使用してもらえるように改良していきたいと考えている。

本研究に関する発表

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. Yasumura, M., Yoshida, R. and Yoshida, M., Prototyping and Evaluation of New Remote Controls for People with Visual Impairment, ICCHP 2006, Springer LNCS 4061, pp.461-468, (2006).
3. 吉田諒, 安村通晃：音声とテンキーを統合した視覚障害者用携帯電話型家電リモコンの試作と評価, 情報処理学会第 122 回ヒューマンインタフェース研究会研究報告,(2007).
4. 吉田 諒, 安村通晃, Sunamoji: 指先ジェスチャ入力を用いたインタフェースの提案と試作, WISS2006. (Dec. 2006).

謝辞

本研究を進めるにあたり，多大な御助言・御指導を賜りました慶應義塾大学環境情報学部安村通見教授に深く感謝いたします。

また，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(株)東芝の多鹿さん，タッチパッドおよびジョイスティックのご提供頂いた Synaptics Japan の陳さん，並びにヒアリング調査，アンケート調査にご協力いただいた方々，評価実験に参加して下さった実験協力者の方々に深く感謝いたします。

慶應義塾大学安村研究室のメンバーの皆様にはさまざまな貴重な助言を頂きました。特に，同じ研究チームとして共同で研究を行ってきた吉田恵さんには多くの場面で力を貸して頂き，この場で御礼申し上げたいと思います。また，研究活動を支えて下さったその他多くの方々に深く感謝し，謝辞とさせていただきます。

2007年1月
慶應義塾大学環境情報学部4年
吉田 諒

付録

情報機器の操作に関するアンケート

アンケート100人に聞きました！

<http://www.enquete.ne.jp/hundred/survey/20061031-8/>

2006年10月31日-2007年1月30日

回答者：32名

性別

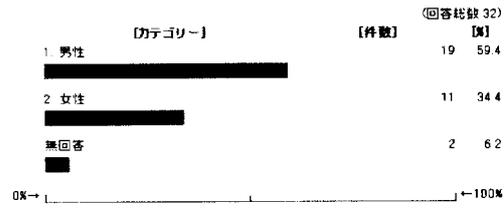


図 8.1: 回答者性別

年齢

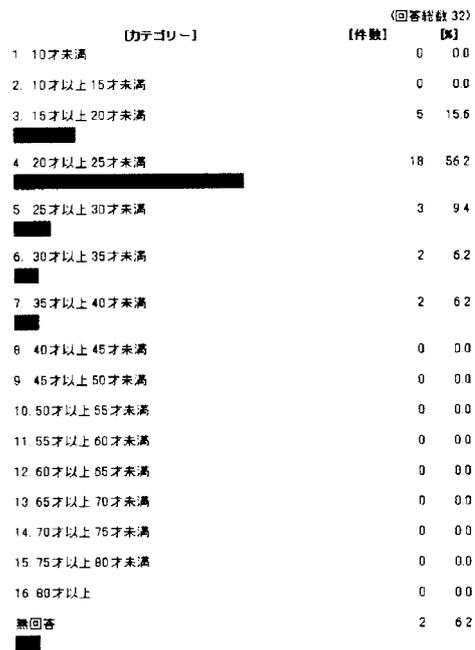


図 8.2: 回答者年齢分布

Q1 あなたが普段利用している携帯型音楽プレイヤーは次のうちどれですか？

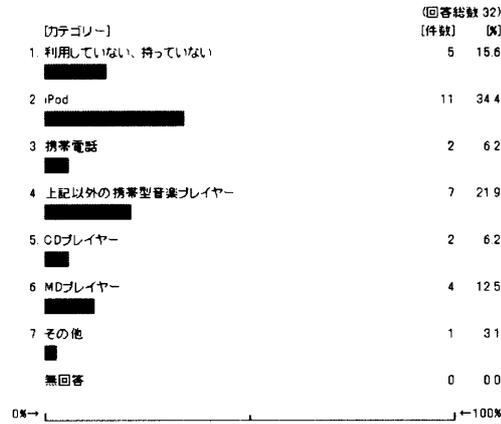


図 8.3: あなたが普段利用している携帯型音楽プレイヤーは次のうちどれですか？

Q2. 上記で答えたものの操作を行なう際、面倒だと思えますか？(5点評価)

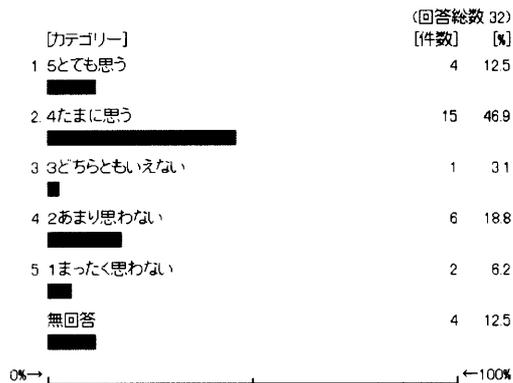


図 8.4: 上記で答えたものの操作を行なう際、面倒だと思えますか？(5点評価)

Q3. どのようなことが面倒だと感じますか？



図 8.5: どのようなことが面倒だと感じますか？ (いくつでもお選びください)

Q4. 上の質問で「その他」と答えた方

性別	年齢	職業	回答
男性	20才以上 25才未満	学生・生徒	iPodのジョグダイヤルは、特にnanoくらい小さくなると、押したつもりがないのに反応したりしてしまう。小さくなるほど、ボタンも小さくなって、そのボタンだけを押すのが困難になりつつある。
男性	15才以上 20才未満	学生・生徒	CDを取り替えるときにかばんから出さないといけないこと。操作自体は入れたままでも可能。
男性	20才以上 25才未満	学生・生徒	暗所で操作するときに、省エネモードからバックライトを起動させるのが大変。
男性	30才以上 35才未満	教育関連職	SONY製品はデザインや性能を重視するため、故障が多すぎる。
女性	30才以上 35才未満	公務員	取扱説明書を読むのが面倒

図 8.6: 上の質問で「その他」と答えた方

Q5. あなたが普段利用している携帯電話の操作を行なう際、面倒だと思いませんか？(5点評価)

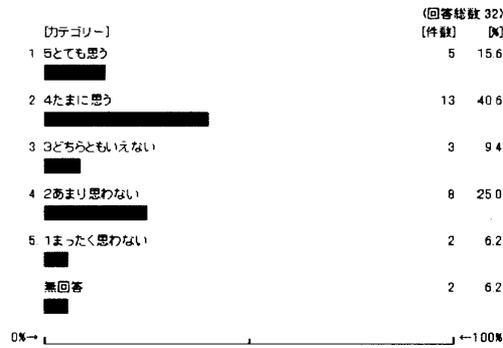


図 8.7: あなたが普段利用している携帯電話の操作を行なう際、面倒だと思いませんか？(5点評価)

Q6. どのようなことが面倒だと感じますか？



図 8.8: どのようなことが面倒だと感じますか？(いくつでもお選びください)

Q7. 上の質問で「その他」と答えた方

性別	年齢	職業	回答
男性	20才以上 25才未満	学生・生徒	携帯がよくフリーズする・あまり多くのデータを保存できないためちよくちよく消す必要がある
男性	20才以上 25才未満	学生・生徒	メール作成の際の漢字変換がデタラメで鍵が立ちます。携帯から写真を取り出すのが面倒。
男性	20才以上 25才未満	学生・生徒	赤外線通信機能がついていないのでメールアドレスの登録が面倒
男性	15才以上 20才未満	学生・生徒	アドレス登録

図 8.9: 上の質問で「その他」と答えた方

Q8. あなたが普段利用している車載機器（カーナビ、ステレオ、エアコン等）の操作を行なう際、面倒だと思ふことがありますか？（5点評価）

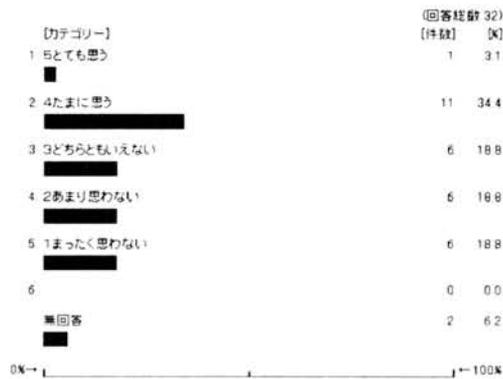


図 8.10: あなたが普段利用している車載機器（カーナビ、ステレオ、エアコン等）の操作を行なう際、面倒だと思ふことがありますか？（5点評価）

Q9. どのようなことが面倒だと感じますか？



図 8.11: どのようなことが面倒だと感じますか？ (いくつでもお選びください)

Q10. 上の質問で「その他」と答えた方

性別	年齢	職業	回答
男性	20才以上 25才未満	学生・生徒	温度を覚えると自動的に風量も変わってしまう点。速度を上げると自動的に操作できなくなってしまう。→安全上正しいが、信号1コ向けてスローダウンし始めたら操作させて欲しい。でないし、どこかに停車しないとカーナビをいじれない。
男性	20才以上 25才未満	学生・生徒	持っていない

図 8.12: 上の質問で「その他」と答えた方

Q11. 情報機器全般の操作を面倒だと感じますか。(5点評価)

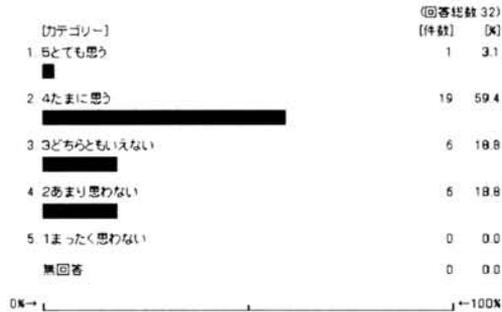


図 8.13: 情報機器全般の操作を面倒だと感じますか。(5点評価)

Q12. 情報機器全般の操作に対する不満や今後期待することを教えてください。

性別	年齢	職業	回答
男性	20才以上 25才未満	学生・生徒	例えば、車の中でFMトランスミッターを使って iPadの曲を聴いているのですが、本来iPadで曲送りとかしないといけないのに、ついつい車の方のボタンを押してしまう。こっぴつたところで瞬時に同期してくれたりすると便利。
男性	20才以上 25才未満	学生・生徒	何かを始めようとするときに、環境を整えるのが大変。モチベーションがたかくなれない。何かと、大事なときにトラブルに見舞われることが多い。数年置きに買い替えなければならない。
女性	25才以上 30才未満	事務系会社員	パソコン:今の状態でとってもいいけど、もっと安くなってほしいな。あとウイルスソフト最初から内蔵されてたらいのの(´・ω・`)
男性	25才以上 30才未満	公務員	自分が積極的に情報を求めていないときに、適度なリコメンドを与えてくれるような機能が情報機器全般にあればいいと思う。(今もあるかも)
男性	15才以上 20才未満	学生・生徒	私はあまり面倒に感じることはないのですが、親は苦手なのでそういう人にも使いやすい物が出ればいいなと思います。
男性	20才以上 25才未満	学生・生徒	様々な機能が充実するのはありがたいが、素人にもすぐに使いこなせるように、使いやすさを追求してほしい。
男性	20才以上 25才未満	学生・生徒	耐久性が低くて低い。カバンから出す→画面を開く→操作、の一連の動作が面倒。
男性	20才以上 25才未満	学生・生徒	最近、付随する機能などが多く、複雑でどう使うのか分かり難い場合が多々ある。
男性	30才以上 35才未満	教育関連職	あまり必要と思えない機能が増えて、操作性や耐久性が落ちている気がする。
男性	20才以上 25才未満	学生・生徒	ユーザの気持ちを汲み取って、掘り出しやすに思ったことをしてくれる機能
男性	20才以上 25才未満	学生・生徒	・マニュアルの説明が下手すぎる・操作手順が多すぎる・ピンキリすぎる
男性	20才以上 25才未満	学生・生徒	リモコンをなくすと困る機能が意外と見つけない
女性	15才以上 20才未満	学生・生徒	ipad、高いくせに使いにくくてイラつく!!!
女性	20才以上 25才未満	医療関連職	もっと簡単に操作できるようにしてほしい
女性	20才以上 25才未満	学生・生徒	検索機能が向上することを期待します
男性	20才以上 25才未満	学生・生徒	音声認識等の機能も取り入れて欲しい。
男性	20才以上 25才未満	学生・生徒	操作が直感的であることを期待します
男性	15才以上 20才未満	学生・生徒	操作の簡略化に期待します

図 8.14: 情報機器全般の操作に対する不満や今後期待することを教えてください。

参考文献

- [1] 渡辺哲也, 指田忠司, 長岡英司, 岡田伸一, 視覚障害者のインターネット利用状況とその課題—ユーザ調査とPDF文書のアクセシビリティ—, ヒューマンインタフェース学会論文誌 Vol.6, No.1, pp.139-146, (2004).
- [2] 総務省 平成13年度身体障害児・者実態調査結果
<http://www.mhlw.go.jp/houdou/2002/08/h0808-2.html>
- [3] 宇根正美, 尾田継之,
障害者の携帯電話利用について
兵庫県立福祉のまちづくり工学研究所:
<http://www.assistech.hwc.or.jp/ASSISTECH/ru2/report/ru2200108ppb.pdf>
- [4] 吉田恵, 安村通晃, テンキー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).
- [5] Scott, N. and Galan, J. : The Total Access System. CHI ' 01 pp.13-14 (2001).
- [6] Zimmermann, G., Vanderheiden, G. and Gilman, A. : Prototype Implementations for a Universal Remote Console Specification. CHI02 pp.510-511 (2002).
- [7] 安村通晃, 伊賀聡一郎, 福井寿文, 音声対話システムの試作と評価, 慶應義塾大学湘南藤沢学会, KEIO-IEIRM 93-009, ISBN 4-906483-14-3 (1993).
- [8] Innotec Systems Inc. : Voice operated Remote Control.
<http://www.innotechsystems.com/voicefire.htm>
- [9] 塚田浩二, 安村通晃, Ubi-Finger:モバイル指向ジェスチャ入力デバイスの研究, 情報処理学会論文誌, Vol.43, No.12, pp.3675-3684 (2002).
- [10] Wobbrock J.O., Myers B.A., Kembel J.A., EdgeWrite: A stylus-based text entry method designed for high accuracy and stability of motion., Proceedings of the ACM Symposium on User Interface Software and Technology, pp.61-70, (2003).

- [11] 下平博, 徳野淳子, 中井満, 角谷浩, 古屋博崇, 橋爪慎哉, 有谷秀明, 漢野救泰, 前川満良, 細川啓子, 嵯峨山茂樹ウェアラブル環境を想定した視覚障害者用オンライン手書き文字入力インタフェース, 信学技報 WIT2002-71, pp.7-12, (2003).
- [12] 吉田恵, 安村通晃, 触覚と音声を用いた視覚障害者用家電リモコンの提案と評価, 情報処理学会ヒューマンインタフェース研究会, (2007).

非視覚情報を活用した新しいインタフェースの試作と評価

2007年3月30日 初版発行

著者 吉田 諒

監修 安村通見

発行 慶應義塾大学 湘南藤沢学会

〒252-0816 神奈川県藤沢市遠藤5322

TEL:0466-49-3437

Printed in Japan 印刷・製本 ワキプリントピア

SFC-SWP 2006-A-001

■ 本論文は研究プロジェクトにおいて優秀と認められ、出版されたものです。