

図 II-1-15 コンテンツ作成ツール（目標時間の設定と、メッセージの選択）

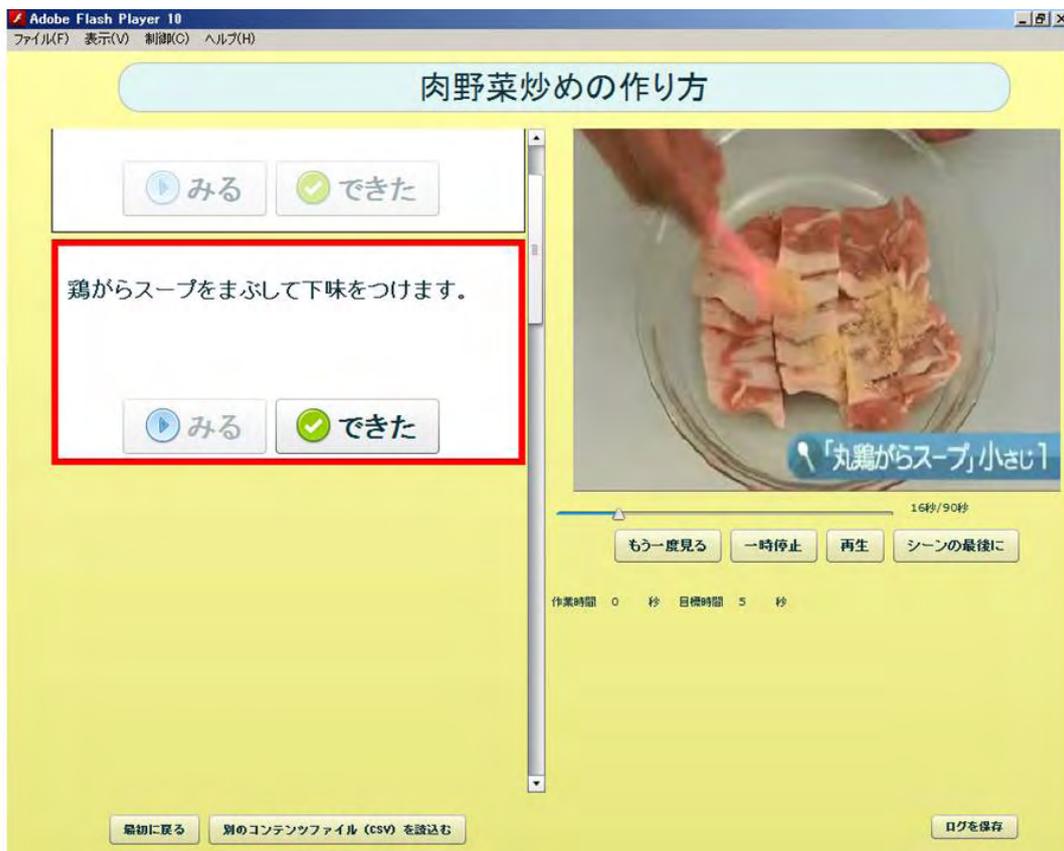


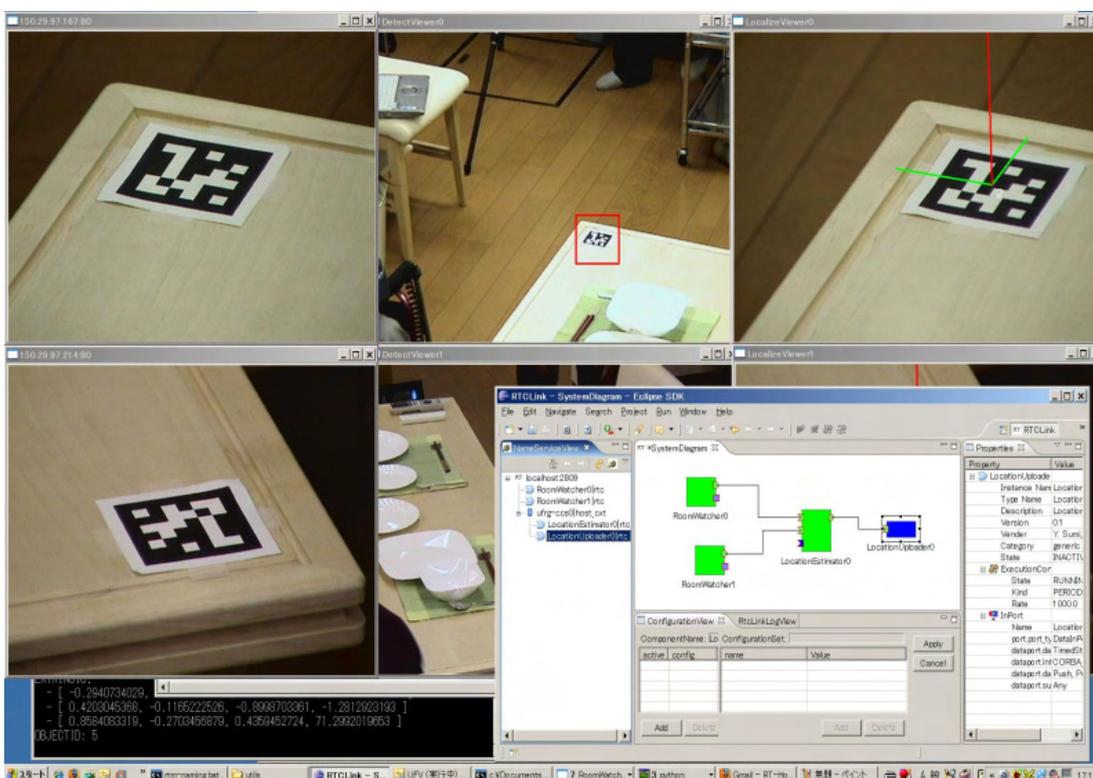
図 II-1-16 オンライン動画を用いてコンテンツを作成した例 1

(<http://www.ajinomoto.co.jp/recipe/standard/nikuyasai/movie/index.html>)

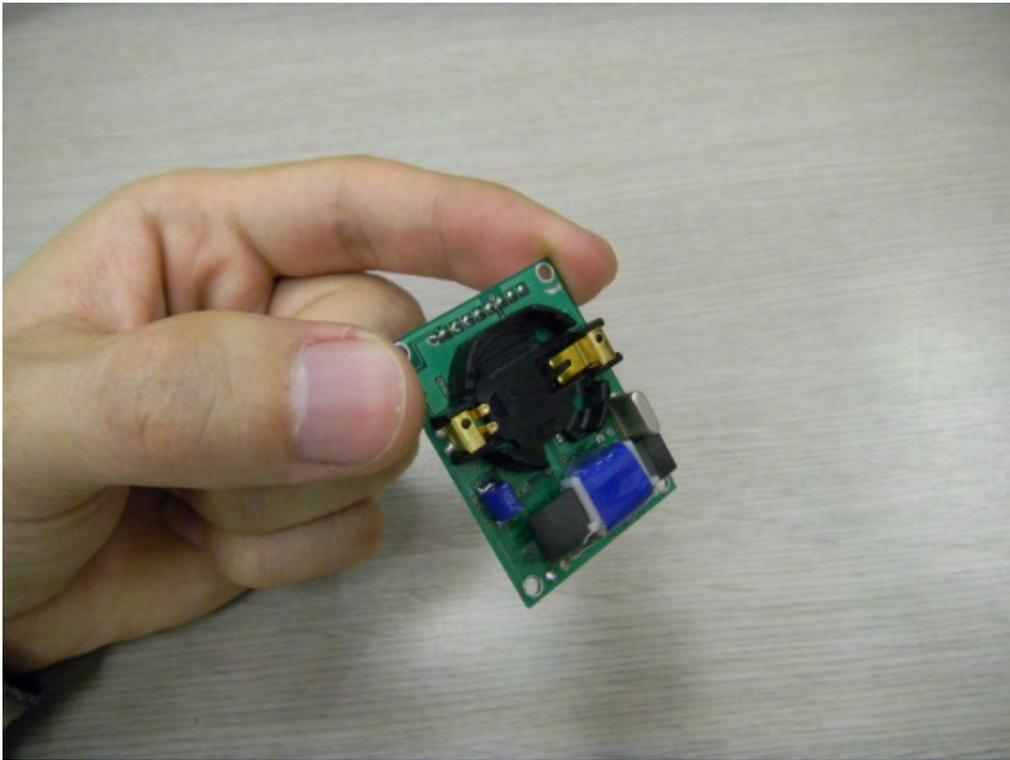


図 II-1-17 オンライン動画を用いてコンテンツを作成した例 2

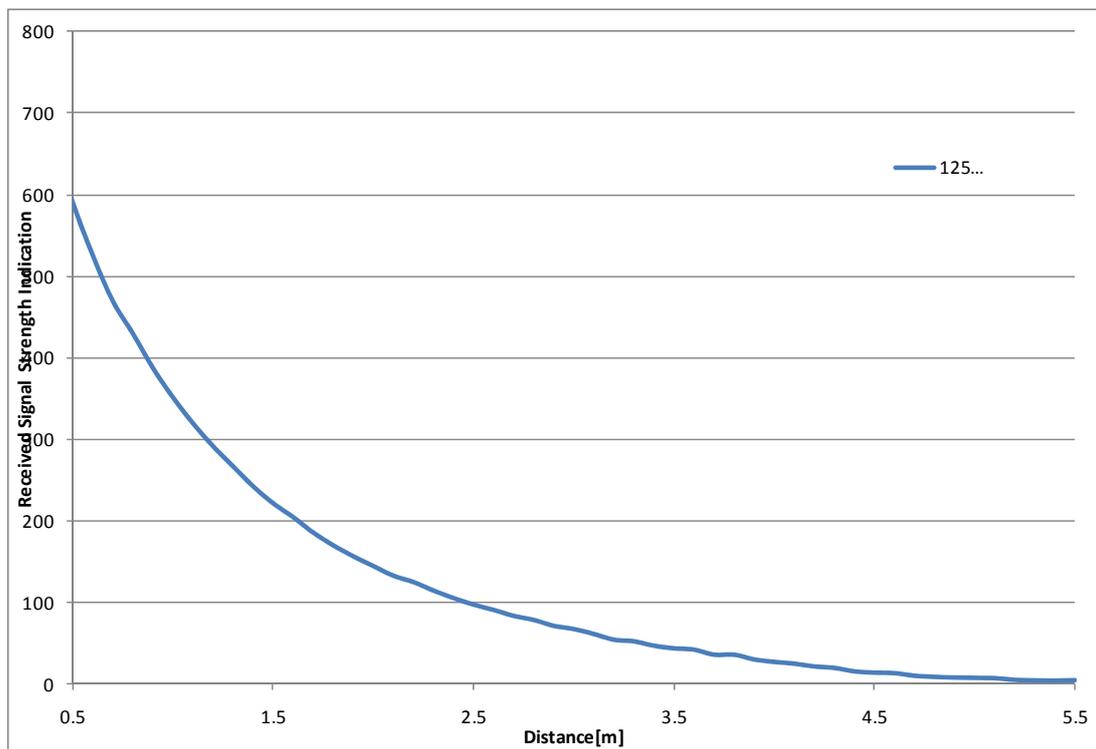
(http://www.city.nobeoka.miyazaki.jp/99/kyumei_susume/aed.html)



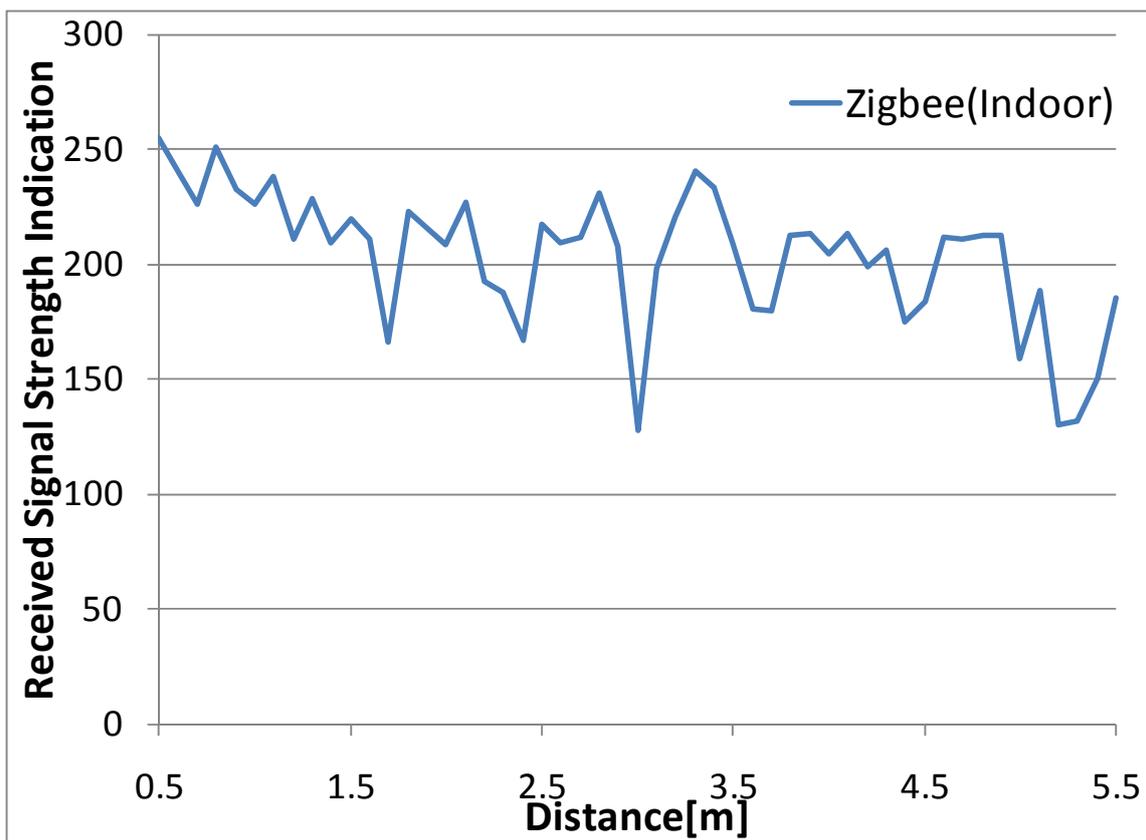
図II-1-18 WEBカメラによる家具位置の認識



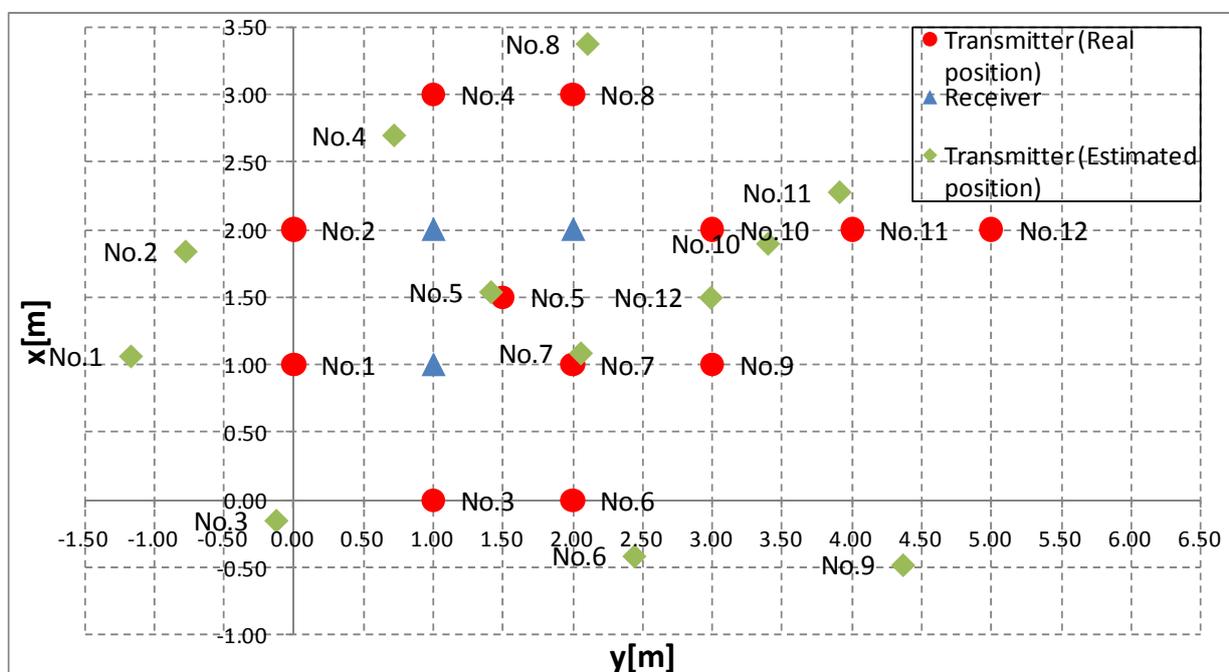
図II-1-19 電波強度により3次元位置を計測する無線タグ



図II-1-20 無線タグによる電波強度の計測結果



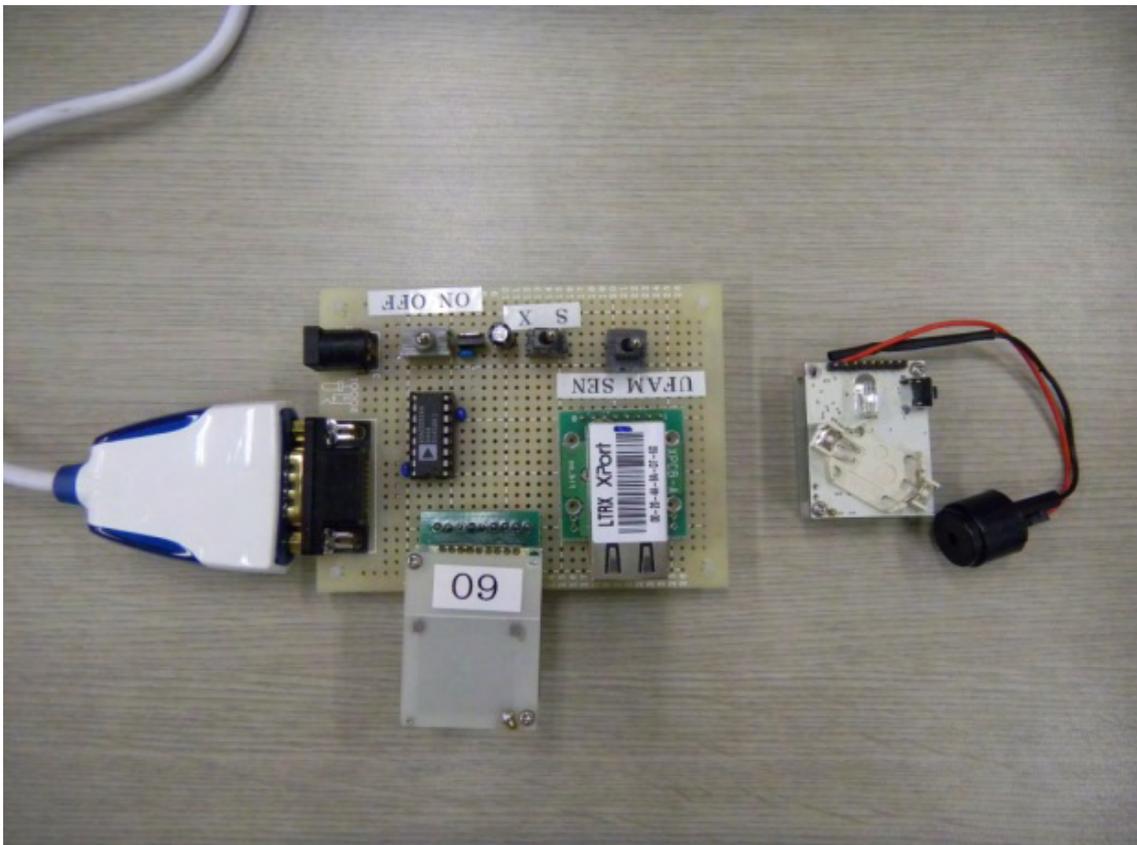
図II-1-21 既製のZigbee無線機器を利用した電波強度の計測結果



図II-1-22 無線タグによる位置計測実験結果

表II-1-1 無線タグによる位置計測実験データ

	Transmitter (Real position)		Transmitter (Estimated position)		Error[m]
	x[m]	y[m]	x[m]	y[m]	
No.1	1.00	0.00	1.07	-1.17	1.17
No.2	2.00	0.00	1.84	-0.77	0.79
No.3	0.00	1.00	-0.15	-0.12	1.13
No.4	3.00	1.00	2.70	0.72	0.41
No.5	1.50	1.50	1.54	1.41	0.09
No.6	0.00	2.00	-0.41	2.44	0.60
No.7	1.00	2.00	1.09	2.06	0.11
No.8	3.00	2.00	3.38	2.11	0.39
No.9	1.00	3.00	-0.48	4.37	2.01
No.10	2.00	3.00	1.90	3.40	0.41
No.11	2.00	4.00	2.28	3.91	0.29
No.12	2.00	5.00	1.50	2.99	2.07
No.13	2.00	6.00	1.50	1.50	4.53



図II-1-23 ブザー付き無線タグ（右）とサーバーに設置する無線集約局（左）

障害者自立支援機器等研究開発プロジェクト

分担研究報告書

音声による操作インタフェースに関する研究

研究分担者 児島 宏明、佐宗 晃

研究要旨

障害者が自立して住みやすい住環境モデルの構築に関する研究の一環として、音声による操作インタフェースの開発を行った。複数のマイクからの信号を同時に処理して、状況に応じた最適な結果を選択するとともに、障害者の不明瞭な発声にも対応可能な音声認識システムを開発した。その際に、音声インタフェース部分と操作対象機器の制御部分とを分離して、これらの間をネットワークで繋ぐことにより、ユーザインタフェースと操作対象とを自由に組み合わせることが可能となり、ユーザが使い易いものを選んでカスタマイズできるようにした。

A. 研究開発目的

近年、組込用プロセッサの小型化・高性能化と、半導体メモリなど記憶装置の小型化・大容量化により、多様で多機能な家電製品が急速に普及し、家庭生活における利便性が大きく向上した。その半面、このように複雑化した機能を完全に使いこなすことは、健常者にとっても難しくなりつつある。それを補うために、メニュー画面などのグラフィカルなユーザインタフェースを多用することで、複雑な機能を整理してユーザに提示しようとする工夫が行われるが、肢体不自由や視覚障害がある場合には、これが却って操作を困難にすることがある。そのために、ユーザの特性に応じて使い易い操作インタフェースを利用可能にすることにより、障害者の自立を

支援することが、本研究の課題である。

音声は人間が意志を伝達する際の最も自然で親しみやすい手段である。家電製品の複雑化した機能をリモコンボタンで操作するのは非常に煩雑であり、これが声で操作できるようになれば、健常者を含めて利便性が大きく向上する。特に、ボタン操作が困難な肢体不自由者や、メニュー画面の確認が困難な視覚障害者にとって、その有効性は高い。これを実現するために、既存の要素技術をベースとして、それを実用的で使い易いものに改良し、普及のための技術的課題を検討して解決することが、本分担研究の目的である。さらに、音声以外のインタフェースも含めた統一的なプラットフォームの上に構築することにより、ユーザが使い易いものを自由に組み合わせるカスタマイズできるようにするこ

とも、本研究開発の目的とした。

B. 研究開発方法

声によって機器を制御したいというニーズは古くからあり、近年の音声認識技術の進展により、PC上の音声ワープロ（ディクテーションシステム）や、電話での自動応答システムなど、身近に見られるようになってきた。家電機器を操作する環境制御装置（ESC）についても、音声認識を利用可能な市販製品がいくつか登場している。しかし、未だに実生活で誰でもが使える形で普及するには至っておらず、実用化への課題は多い。その課題の主なものとしては、音声認識精度の問題と、トータルなシステムとしての装置の実装の問題がある。

音声認識精度の問題に関しては、国内外の多くの機関で、性能向上のための努力が続けられている。現在の音声認識技術は、1980年代後半から研究が進んだ、隠れマルコフモデル（HMM）と単語連鎖モデルに基づく統計的モデル化手法が基礎になって大きく進展し、一般的手法としてほぼ確立している。これにより、それ以前の手法と比べて、高い認識精度を比較的容易に実現できるようになった。しかし、これにより実現した技術レベルとしては、静かな環境で新聞記事のような整った文章を明瞭に読み上げる、というような条件では、期待通りの認識精度が得られるが、そこから外れた実環境での利用場面では、想定

した精度が得られない場合が多く、実用化への障壁となっている。実環境で性能が低下する主な原因としては、a)現在の音声認識が、平均的で明瞭な発声にしか対応できていないこと、b)実際の使用環境における多様な雑音に対処できていないこと、c)ユーザが置かれている状況や文脈などから可能性を絞るというようなインテリジェントな処理が不十分であること、が挙げられる。

これらに対応するための技術として、我々の研究グループでは、本プロジェクトに先立ち、様々な要素技術の研究を進めてきた。そのうち、上記のa)やb)に対応するための技術として、2004年度から3年間にわたって実施した、科学技術振興調整費重要課題解決型プログラム「障害者の安全で快適な生活の支援技術の開発（研究代表者：山内繁）」において、重度障害者の不明瞭な発声にも対応可能な音声認識手法の研究と、それをを用いて声で制御可能な電動車いすの開発を進めた。その際に、多様な音声を精密にモデル化する手法の研究を行い、通常用いられる音素より細かい単位によるモデルの記述手法や、音響モデルの状態を効率よくモデル化する手法に基づいて、研究開発を進めることにより、前述のa)の問題に対応した。また、8個のマイクを用いてマイクロホンアレイを構成し、外部の雑音を抑制して、車いすに座ったユーザの口の位置に指向性を集中するとともに、音声認識モデルにおける独自の特徴補正手法を併用することで、雑音の影響を低減した。また、

マイクへの接触音や咳などのような音声でない音を、コマンド音声から区別するために、ピッチ（基本周波数）の信頼度を利用した独自の判別技術（VAD）を開発した。これらにより、前述のb)の問題に対応した。また、2007年度から実施した産業技術総合研究所の所内プロジェクトと、2008年度からの科学研究費補助金「実環境情報サービスのためのユビキタス音声認識技術の研究開発」において研究を進め、部屋に複数配置したマイクや位置センサの情報に基づいて、ユーザの状況や意図を推定し、それに応じた処理を行う研究を進めた。前述のc)は広範囲な問題を含む困難な課題であるが、上記により、これについての初期の基礎的成果が得られた。本プロジェクトは、家電を中心とする機器の操作を対象とするため、車いすと比べてコマンドが多く操作が複雑であることや、障害者の生活の支援を目的とする点が前述の先行プロジェクトと異なるが、先行プロジェクトの成果を発展させて、本プロジェクトに取り入れることにより、前述のa)b)c)の問題点に対応するという研究開発方法をとった。

また、音声認識技術がある程度成熟しても実用化に結びつきにくい要因として、トータルなシステムとしての実装上の問題も大きい。高価で大掛かりな装置では普及の妨げとなるため、できるだけ小型で低コストな実装を意識して開発を進めた。また、マイク等を常に持ち歩く必要があったり、装着の煩わしさなども、普及の妨げとなる。本プロジェクト

では、ヘッドセットマイクなどの装着を必要とせず、ユーザがマイクをほとんど意識することなく利用できることを目指した。また、音声認識に特化した閉じたシステムとして実装すると、汎用性のない特殊なシステムとなって、広い普及につながらない。そのため、音声認識以外にも、カメラを用いた画像認識や、既存の押しボタンや各種センサなど、多様な入力インタフェースを自由組み合わせて利用可能な共通のプロトコルを策定し、RTミドルウェアに基づく共通のプラットフォームの上で開発を進めた。

開発した技術の有効性を検証するために、実際に障害の当事者の協力を得て、開発したシステムを利用してもらい、その評価をフィードバックしながら研究開発を進めた。その際に、実験協力者の人権や倫理面への配慮を徹底するため、産業技術総合研究所の人間工学実験審査と、国立障害者リハビリテーションセンターの倫理審査に申請し、その承認を得た。本実験は、危険や苦痛を伴うものではないが、実験協力者のプライバシーや個人情報の保護のため、実験データの扱いに厳重を期すとともに、実験前に実験内容や目的に関する説明を十分に行い、疲労に対する配慮や、中止による不利益がないことなど、インフォームドコンセントを徹底した。これらにより、本研究方法における倫理面での問題は無いと判断した。

C. 研究開発結果

障害者が自立して住みやすい住環境モデルを構築するための、音声による操作インタフェースを実現するための研究開発を行った。そのための具体的な対象として、リビングにおける操作と、寝室における操作を想定して、プロトタイプシステムを構築した。操作対象機器としては、赤外線リモコン等で操作可能な機器であれば基本的に対応可能とした。操作対象機器としては、以下のようなものを想定した。

1. テレビ
2. ラジオ
3. CDプレーヤ
4. ビデオディスクプレーヤ
5. 音楽プレーヤ
6. ビデオテープレコーダ
7. アンプ
8. 照明
9. 扇風機
10. エアコン
11. ドア
12. 窓
13. カーテン
14. ブラインド
15. ベッド
16. テーブル
17. 配膳カート
18. 緊急連絡

19. 電話
20. カメラ
21. パソコン
22. 玩具
23. ゲーム機

しかし、操作対象機器の種類は一定ではなく、次々と開発される新たな機器に対応できる必要がある。例えば、録画機器としては、数年前はビデオテープレコーダが一般的であったが、現在ではDVDやブルーレイやHDDなど様々な機器が普及している。また、音楽プレーヤについても、CDだけでなくネットワークダウンロードに対応した多様な機器が販売されている。また、同じテレビでも、その機能は、地上デジタルや録画機能やネットワーク対応など、大きく変化している。これらの変化に柔軟に対応できるようなしくみを、予め想定する必要がある。

これらの機器を音声で操作する手順として、ここでは、まず操作対象機器を選択し、次にその機能を選択するという2段階の階層構造を想定する。ユーザにとっては、常に今、階層構造のどの状態にあるかを意識しながら操作する必要がある、というデメリットがあるが、階層を無くした場合には、全ての機器の各機能のコマンド語が一意になるように設計するか、または、他のセンサを併用するなどして、ユーザの状況や文脈から対象機器を推定する必要がある、困難である。後者については他のプロジェクトで基礎的な成

果を得ているが、センサのコストや推定精度の問題などから、今回の目的には合わない判断し、このような2階層の構造を採用した。階層構造としては、近年の高機能化により、各機器の中でも機能やメニューが階層構造を持ち、複雑化する傾向があるが、3階層以上を想定すると、ユーザにとって状態の把握が困難になると考え、ここでは、各機器の機能については、リモコンボタンに対応付けることを基本とすることにより、階層構造を持たないようにした。

音声で機器を操作する際に、各機器と各操作機能に対応して、音声コマンドのコマンド語を定義する必要がある。コマンド語としては、各機器の一般的な名称と、リモコンや説明書に表示された機能を表示する語彙が基本となるが、それに加えて、ユーザの発声のしやすさを考慮して選定した。操作機能は、リモコンのボタンに対応付けることを基本としたが、コマンド語としては、ひとつの機能に対して複数のコマンド語を対応付けられるようにした。例えば、「消音」ボタンに対して、「ショウオン」の他に「ミュート」なども対応付けられるようにした。また、「NHK総合」「NHK教育」などの長い単語は「総合」や「教育」だけにしたり、「日テレ」などの省略語も入れて、短いコマンド語で操作できるようにした。また、ユーザによって、例えば「NHK」に対して、「エヌエイチケー」「エヌエッチケー」「エヌエチケー」など多様な言い方がある。特に、障害によって滑らかな

発声が困難な場合には、さらに多くの発声のバリエーションを考慮する必要があるため、それに対応できるようにした。他にも考慮すべき点として、コマンド語のセットとしては、音声認識の観点から区別しやすいことが望ましい。今回のシステムでは、認識精度に大きく影響するもののみを手作業で差し換えたが、これを自動的に検出することも技術的には可能であり、今後の改良要素である。

次に、音声認識の処理を行う音声認識エンジンについて述べる。不明瞭な発声を含む多様な音声の特徴を効率的にモデル化するために、音声認識のための音響モデルの構造としては、隠れマルコフモデル (HMM) の改良版として提案されたHMnetを採用した³。HMnetの状態数は全体で2000状態で、各状態の出力分布の混合数は8とした。これらの条件は、認識精度と処理速度及びシステム規模とのトレードオフを考慮して決定した。音声信号はサンプリング周波数16kHz、16bitでデジタル化し、10msごとの特徴ベクトルとして認識に用いた。特徴量としては、12次元のメル周波数ケプストラム係数 (MFCC) と平均パワー、及びそれらの差分を含めた計26次元のパラメータを用いた。音響モデルを学習する際には、「日本音響学会新聞記事読み上げコーパス (JNAS)」に収録された男女各100名のそれぞれ約100文の音声サンプルを用いた。音

³ S. Suk, H. Kojima "Tied-State Multi-path HMnet Model using Three-Domain Successive State Splitting," Proc. Interspeech 2009, pp.1419-1422, 2009/09.

声認識結果を得るためのデコーダには「大規模連続音声認識エンジンJulius」の記述文法音声認識キットJulianを用いた。

音声認識に用いるマイクとしては、一般的にマイクと口元との距離が近い方が、認識精度の点で有利であるため、従来、ヘッドセットマイクやハンドマイクなどを利用することが多かった。しかしこれらは、日常生活での携行や装着の煩わしさや、肢体不自由な状況での装着や保持の困難などの問題があり、この課題に適したマイクの実装を検討する必要がある。そのため、マイクを部屋の中の必要なところに複数配置することにより、ユーザがほとんどマイクを意識することなく利用できる方式を開発した。部屋にマイクを配置する場合、口元からの距離が遠くなるため、認識精度の低下が生じやすい。それに対しては、多数のマイクを並べて、伝達時間の差を利用して指向特性を制御可能な、マイクロホンアレイの技術が有効である。しかし、マイクロホンアレイを部屋の中に複数配置するには、全体としてかなり多数のマイクと音声入力装置が必要になるため、本プロジェクトでは、普及のコストの面などから、マイクロホンアレイは採用しなかった。その代わりに、モノラルのマイクを複数配置して、それらの音声信号を同時に処理可能な、マルチチャンネル音声認識システムを開発した。ここでの実装では、8チャンネルまでの入力を同時に処理可能なシステムとした。また、実環境での多様な雑音に対応するために、マイクへの

接触音や咳などのような音声でない音を、コマンド音声から区別する処理を実装した。そのために、ピッチ（基本周波数）の信頼度を利用する独自の音声・非音声判別（VAD）手法を利用した。これらを実装した音声認識システムの画面を図II-2-1に示す。この例では4チャンネルのマイクに対応して入力信号の状況が表示されている。この画面は、ユーザが利用時に見るための画面ではなく、利用機器の変更や追加などカスタマイズをしたり、システムの動作状況を確認するための画面であり、主にシステム開発者やシステムの設定者、あるいは介助者が利用することを想定して、画面を設計している。ユーザがこのシステムを利用する際には、画面によるフィードバックは基本的には必要なく、認識結果は、合成音声で知ることができる。

このような音声認識システムを用いた実際の応用場面として、リビングルームでの利用と、寝室での利用を想定し、デモシステムを開発した。リビングルームでの利用を想定したマイクの設置例を図II-2-2に示す。ここでは、リビングのテーブルに設置した固定式のマイクと、車いす等に取り付けた小型ワイヤレスマイクとを併用し、同時に処理できるようにしている。これにより、車いす上から任意の場所で音声コマンドを発したり、車いすにマイクを装備していない場合でも、テーブルに近づいて音声コマンドを発したり、多様な状況に対応できるようになっている。ワイヤレスマイクには、GHz帯を用いてPCMで音

声を伝送可能な市販のものを用いた。充電電池を内蔵した小型のマイクなので、設置場所の自由度が高い。また、寝室での利用を想定し、電動リクライニングベッドに4個のマイクを配置した例を図II-2-3に示す。図の赤丸部分に超小型のシリコンマイク（MEMSマイク）を埋め込んでいる。半導体チップサイズの超小型マイクであるため、マットの隙間等に挟み込む形で容易に設置できる。その際に、できるだけマットやクッション等の雑音を拾わないように、スポンジなどによるカバーを工夫した。横に寝た状態や、リクライニングを起こして座った状態など、様々な状況に対応できるように、枕元や手すり部分など複数箇所にマイクを配置し、それらの処理結果を統合した最適な認識結果を得られるようにした。音声認識の観点からは、マイクを口の前方に設置するのが望ましいが、ユーザの邪魔や接触の危険を考慮して、総合的に検討した結果、最終的にこのような配置とした。また、複数の音声信号チャンネルのひとつにオーディオ機器からの音を入力することにより、機器からの音の影響を抑えるエコーキャンセリングも可能にした。

このようなシステムを、音声認識だけで閉じた単体のシステムとするのではなく、時代の変化やユーザの症状の変化など、状況に合わせて自由にカスタマイズできることを目指した。すなわち、操作対象として多様な家電機器や情報機器を容易に追加可能にしたり、ユーザの特性や操作機能との親和性に応じ

て、入力インタフェースに関しても、音声認識以外の、ジェスチャやスイッチなど他のインタフェースと交換したり、組み合わせたりできるようにした。例えば、テレビ操作の際の使い易い組み合わせとして、チャンネルの選択などは音声認識で行い、シーンの選択などはジェスチャ認識で行う、というような選択が可能になる。そのために、図II-2-4のように、入力インタフェースと機器の制御とを分離し、その間をネットワークで接続する構成とした。接続のためのプロトコルとしては、産業技術総合研究所を中心に開発され、標準仕様としてロボット制御分野を中心に普及が進められているRTミドルウェアを共通プラットフォームとし、それに基づいた実装を行った。これにより、多様な機器への接続が容易になり、ユーザの選択の幅が広がるとともに、システム全体の普及促進につながると期待できる。

開発したシステムの有効性を検証するために、実際に障害の当事者の協力を得て、開発したシステムを利用してもらい、その評価をフィードバックしながら研究開発を進めた。リビングでの操作に関しては、例えばテレビの操作に関しては、番組の録画予約とその再生などができるようなシステムを用意した。図II-2-5は、脳性マヒによる肢体不自由と軽度の発声の障害を伴う実験協力者により、テレビ、CD、照明、扇風機などの家電機器を、音声認識で操作している様子である。また、図II-2-6はSNAによる肢体不自由な実験協力

者により、音声認識で配膳カートを操作している様子である。配膳カートはRT要素として実装されたアクティブキャスターが装着され、電動で前後左右に自由に移動できるようにしている。この他にも、ダイニングテーブルに装着したアクティブキャスターにより、「どかす」などの音声コマンドで、テーブルを移動させ、車いすの走行をしやすくするなどの実験を行った。いずれも、現実的な時間内に目標とする操作を完了することができ、システムが生活支援に役に立つという感想が得られた。これらの実験において、音声コマンドに対応した音声データとして、脳性マヒ者の音声データ約500サンプルを収録するとともに、健常者の音声データ（男女各15名、220単語、3回発声、5種類のマイク）も別途収録し、音声認識エンジンの改良や性能評価に利用した。

D. 考察

住環境の中で、多様な機器を音声で操作可能なシステムを構築し、実際に障害の当事者が試用して、目的をひととおり達成できることを確認した。音声認識インターフェースが肢体不自由者の生活の支援に有用であることがわかった。しかし、まだ実用のために改良の余地は大きい。音声認識システムに関しては、さらなる高精度化が望まれる。障害者の不明瞭な音声を含めた発音の大きな変動に対しても性能を維持できる手法をさらに改良し

ていく必要がある。そのための主な手法としては、ユーザの声の音響的特徴に合わせて音響モデルを修正する話者適応技術と、認識対象単語の文字（記号）による記述のレベルで表記の揺れを正確に表現する手法とがある。前者については、最大事後確率（MAP）推定法や、最尤線形回帰（MLLR）法などが確立されている。しかし、日常生活で容易に利用できるようにするためには、話者適応化のプロセスをユーザや介助者が容易にできるような、わかりやすい設定インターフェースが必要である。また、後者に関しては、単語を記述する単位として、通常は音素の単位が用いられるが、我々のグループではそれをより詳細化した独自の記述単位を開発し、精密な記述を可能にしている。しかし、音素記述がローマ字やカナに容易に対応可能であるのに対し、独自の符号はユーザに理解しにくいいため、設定やカスタマイズが困難になる。そのため、今回は音素の単位を採用し、図II-2-7のように、画面上のマウス操作で設定画面を開き、記述内容を容易に編集できるインターフェースを用意した。この画面のデザインに関しても、今後はより視覚的にわかりやすいものに改良していくことが望ましい。また、独自の符号を用いる場合には、その記述内容をわかりやすく表現するためのインターフェースを開発することが必要である。また、記述の自動生成の手順の簡略化を進め、上記インターフェースとの融合していく必要がある。制御プロトコルに関しては、現在は情報の内

容をシンプルにし、各種機器の接続を容易にするために、リモコンのボタンに相当する制御機能のレベルでミドルウェア化しているが、将来的には、入力インタフェース側や機器側の内部状態も含めた細かい情報をやり取りできるように、より詳細なレベルでミドルウェア化することが望ましい。例えば、音声認識システムのRTミドルウェア化に関しては、システムを構成する音声入力部、特徴抽出部、発音辞書管理部などのそれぞれについて独立したモジュールとして設計することも可能であり、今後の検討課題である。本プロジェクトにおいて、入力インタフェースと操作対象機器とを分離し、それをRTミドルウェアに基づく共通プラットフォームとして実装したことによる大きな利点のひとつは、音声認識だけでなく他の入力インタフェースも併用して、ユーザにとって使い易いものを自由に組み合わせられる点である。例えば、本プロジェクトの分担者により開発された「ジェスチャによる操作インタフェース」と組み合わせることにより、例えば、テレビ操作において、チャンネルの選択などは音声認識で行い、シーンの選択などはジェスチャ認識で行う、というような選択が可能になる。また、科学研究費補助金等の助成を受けて佐宗らが開発した「発声を伴った頭部ジェスチャ認識」(図II-2-8)⁴との統合も進めた。これは、マイクロホンアレイを利用して、口

元の位置を推定することにより、音響的な情報から頭部の動きを認識するシステムである。単語を発声できなくても何らかの音が出せれば、マイクによる低コストなジェスチャ認識が可能になる。本プロジェクトにおいて、これらを統合して動作させるためのしくみを用意したが、統合したシステムを用いたユーザによる有効性の評価は、今後の課題である。

E. 結論

障害者が自立して住みやすい住環境モデルの構築に関する研究の一環として、音声による操作インタフェースの開発を行った。複数のマイクからの信号を同時に処理して、状況に応じた最適な結果を選択するとともに、障害者の不明瞭な発声にも対応可能な音声認識システムを開発した。その際に、音声インタフェース部分と操作対象機器の制御部分とを分離して、これらの間をネットワークで繋ぐことにより、ユーザインタフェースと操作対象とを自由に組み合わせることが可能となり、ユーザが使い易いものを選んでカスタマイズできるようにした。今後も、障害者支援としての有効性や認識精度の評価をより詳細に進めるとともに、より実用的なシステムを目指して改良を続け、認識精度の向上とインタフェースの改善により、障害者や介助者にとって使い易いシステムにしていく予定である。

⁴ 橋本, 佐宗「発声を伴った頭部ジェスチャ認識を用いた家電操作インタフェース」日本音響学会講演論文集, pp.423-424, 2010/03.

F. 健康危険情報

(総括研究報告書にまとめて記入)

G. 研究発表

1. 論文発表

該当なし。

2. 学会発表

該当なし。

H. 知的財産権の出願・登録状況

(予定を含む。)

1. 特許取得

該当なし。

2. 実用新案登録

該当なし。

3. その他

該当なし。



図 II-2-1 システムの操作設定画面

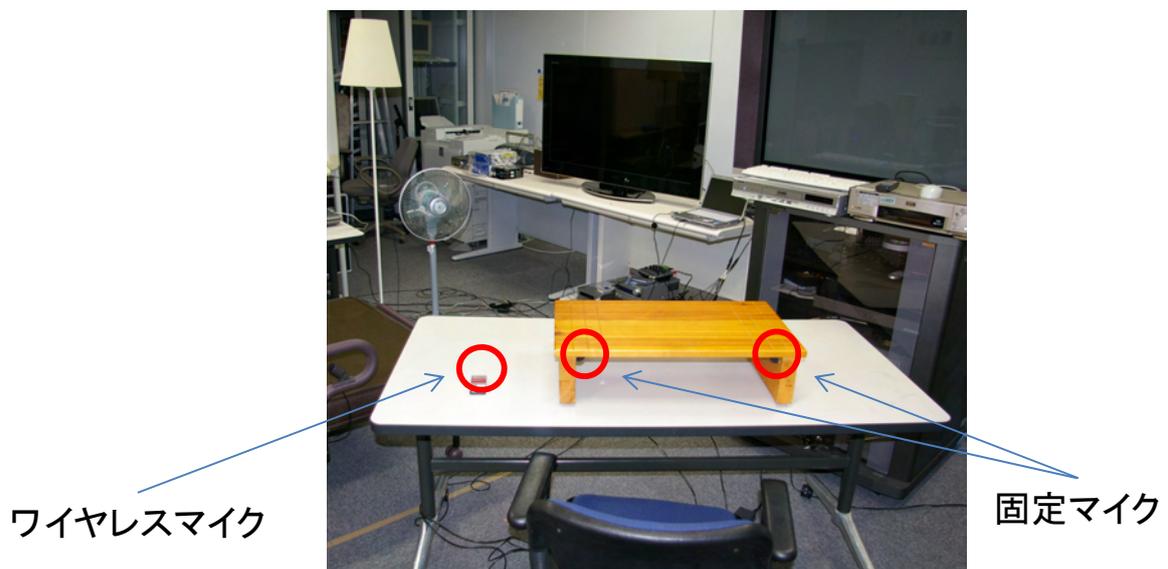


図 II-2-2 リビングルーム向けのマイクの設置例