

進行性筋疾患対象者のためのADL支援に関する報告

スイッチボックスの軽量化および音声認識モジュールを利用した下位コントローラーの開発

近畿職業能力開発大学校付属 京都職業能力開発短期大学校 電子情報技術科 藤本 周央

要約 平成23年7月1日、市立舞鶴市民病院リハビリテーション科から当校に対し「進行性筋疾患対象者の日常生活動作を支援する福祉機器に関する技術的相談について」の依頼があった。依頼内容は、ある対象者が利用しているオーダーメイドな福祉機器（上昇下降テーブル）の改良である。

本稿は「総合制作実習」の一環として、平成23年度は電子情報技術科卒業生の中尾 蘭奈とともに対象者とのヒアリングを計7回経て、既存スイッチボックスと比較し重さ1/12、容積比約38%減となるコンパクトなスイッチボックスを試作したこと、平成24年度は電子情報技術科卒業生の大田 愛梨、吉田 遙とともに対象者とのヒアリングを計11回経て、音声認識モジュールを利用した下位コントローラーを試作し、上昇下降テーブルの制御および音声認識を検証したことについての報告である。

1. はじめに

1.1 市立舞鶴市民病院からの依頼内容

進行性筋疾患対象者のADL（日常生活動作）支援は、対象者自身の残存機能を最大限に利用するようさまざまな方々（担当医、理学療法士、作業療法士、家族、公共機関、企業）とのチーム連携により考案^{1), 2)} および実施されている。

市立舞鶴市民病院リハビリテーション科は、さまざまな運動機能障害、運動能力低下を持つ対象者に対し、残存機能やADLの維持・拡大のための機能訓練、環境整備ならびにその家族への支援を実施している。

近年、対象者の家族間ならびに対象者同士のコミュニケーション手段は、パソコンや携帯、スマートフォンなどの情報端末を利用する機会が増えている。そのためADL支援の現場スタッフは、さまざまな対象者から、情報端末を利用した将来の残存機能に適応した福祉機器開発の要望（ニーズ）を耳に

している。しかしながら、現場スタッフでは、対象者からの要望に応えうる専門知識や技術を有しておらず、実際には、福祉機器開発メーカーや教育研究機関などへの協力をお願いしている。

今回の依頼内容は、ある対象者が実際に現在も自宅で利用しているオーダーメイドな福祉機器（上昇下降テーブル）の改良についての技術相談である。

当校としては今回の依頼に対し、市立舞鶴市民病院は別途福祉機器開発予算もなく人人体制にも限りがあることを考慮し、「技術相談支援」として受けることとした。よって今回の取り組みによる成果物はあくまでも試作であり、最終的には上昇下降テーブルをオーダーメイド製作したメーカーに対し、舞鶴市民病院から試作物を提案していただくことに至っている。

1.2 対象者の状況

現在対象者は、フルリクライニング可能な電動車椅子を利用している。そのため、図1のような「上昇下降テーブル」上で、食事やパソコン、読書、携

帯操作などの日常動作に合うように対象者自身がテーブルの高さをそのつど、図2のようなスイッチボックスで微調整していた。

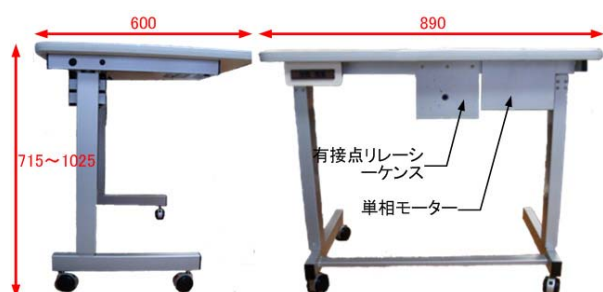


図1 上昇下降テーブル（単位[mm]）



図2 既存のスイッチボックス

対象者は、右前腕の筋力がないため右手を持ち上げることができない。そのため、テーブル上に置いてあるスイッチボックスを掴んで操作するためには、上半身をひねりながら右前腕（主に右手首）を荷重移動させ、図3のようにスイッチボックスに寄り添うようにし、親指または人差し指をボタンスイッチに乗せる。



図3 対象者が既存スイッチボックスを操作する様子

当然ながら各指を動かす筋力もないため、健常者のようにスイッチボックスを右手親指と小指で抱え込むように掴むこともできない。そのため親指でボタンスイッチを押す場合、手首を支点とし上半身をひねることで右手全体の重さを親指に乗せボタンス

イッチを押す。

依頼を受けた当初、人差し指は、親指を除くほかの手指よりも筋力が残存し、可動範囲（机上から7[cm]）もあり押す力も残っていたが、病状は時々刻々と進行し、約2年経過した現在、既存スイッチボックスでのテーブル操作は不可能となり、将来的にボタンスイッチを押すことも困難な状況が見え隠れしている。

1.3 対象者からの要望

対象者とのヒアリングを通して、以下のような要望があった。

- (イ) 既存スイッチボックスの高さを低く、軽く、移動しやすく改良すること。
- (ロ) 何らかの方法（情報端末による音声など）で、テーブルを上昇下降制御するシステムを作ってほしいこと

(ロ)の要望は、何かの拍子にスイッチが押された際、テーブルを止めたくても止めることができない危険な体験から、情報端末の音声認識機能を利用したテーブル制御を切望しているが、一方で音声による誤認識や認識失敗時の危険性（リスク）は全くゼロにできないことも説明している。

1.4 目的

平成23年度は、(イ)の要望に応えるため、中尾とともにスイッチボックスの筐体、ボタンスイッチ、ケーブル等をそれぞれ改良することを目的とした。

平成24年度は、(ロ)の要望に応えるため大田および吉田とともに、音声認識モジュールを利用³⁾した下位コントローラーを試作し、音声認識率の検証を行うこととした。

2. 平成23年度取り組み

対象者および家族、病院スタッフと計7回のヒアリングを経て、図4のようなスイッチボックスを試作した。表1は、既存スイッチボックスと改良スイッチボックスの仕様を比較している。

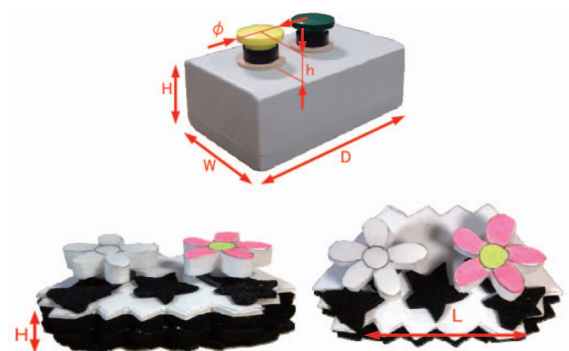


図4 既存スイッチボックスと改良スイッチボックス

表1 スwitchボックスサイズの比較

記号	既存スイッチボックス	改良スイッチボックス
サイズ [mm]	W×D×H： 65×103×40	L×H： 約40×15
押しボタン径	φ：24 [mm]	約20 [mm]
押しボタン高さ	17 [mm]	約10 [mm]
重さ	120 [g]	約10 [g]

改良スイッチボックスは、材質を発砲スチロールボードで製作したことで既存スイッチボックスと比較して1/12の重さへ軽量化できた。また形状を三角柱にすることで対象者の可動指（親指と人差し指）でスイッチボックスの移動が容易になった。さらに、ボタンスイッチを親指で押しやすいような配置とし、表面に星形導電スポンジによる凹凸をつけることで、指先に引っ掛けやすくする工夫も施した。

スイッチボックス自体の容積も既存スイッチボックスと比較して38%とコンパクトサイズにしたことで、対象者がスイッチボックスを持ち上げたときは、本人をはじめ私たちも驚嘆し、非常に好評であった。

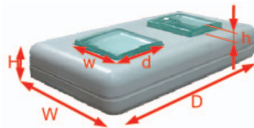
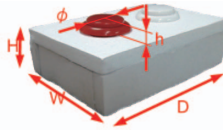
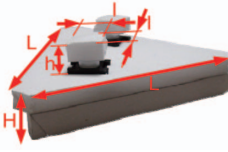


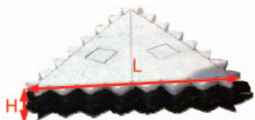
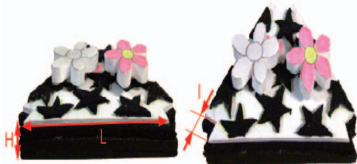
図5 改良スイッチボックスを持ち上げている様子

耐久性に不安要素を持つが、今現在もこのスイッチボックスは壊れることなく利用いただいている。この改良スイッチボックスに至るまで、スイッチボックスを6回試作した。

以下、表2に経過をまとめる。ただし各スイッチボックスのサイズは、紙面の制約上割愛する。

表2 平成23年度のヒアリング経過

内容
【平成23年7月5日（火）第1回目ヒアリング】 初顔合わせ、対象者の要望をヒアリングし、既存スイッチボックスを調査。ヒアリング後、スイッチボックス①を試作。  図6 スwitchボックス①
【平成23年9月13日（火）第2回目ヒアリング】 スイッチボックス①を持参し、上昇下降テーブルで動作確認およびヒアリングを行う。ヒアリング後、スイッチボックス②を試作。  図7 スwitchボックス②
【平成23年11月29日（火）第3回目ヒアリング】 スイッチボックス②を持参しヒアリング。ヒアリング後、スイッチボックス③を試作。  図8 スwitchボックス③
【平成24年1月10日（火）第4回目ヒアリング】 スイッチボックス③を持参し、ヒアリングを行う。
【平成24年1月31日（火）第5回目ヒアリング】 スイッチボックス④を対象者宅で製作。「上昇下降テーブル」の動作確認を行う。  図9 スwitchボックス④ 次回ヒアリングまで約2週間モニタを実施。ヒアリング後、スイッチボックス⑤（ボタンスイッチなしの状態）を試作。

 図10 スイッチボックス⑤
【平成24年2月14日（火）第6回目ヒアリング】 スイッチボックス④のモニタ結果をヒアリング。スイッチボックス⑤（ボタンスイッチなしの状態）のヒアリングを行う。
【平成24年2月25日（土）近畿職業能力開発大学校 ポリテクビジョン2012】 「進行性筋疾患対象者に対するADL支援」発表⁴⁾ 発表者は、電子情報技術科卒 中尾 蘭奈。
【平成24年3月6日（火）第7回目ヒアリング】 スイッチボックス⑥を持参しヒアリングを行う。急遽、スイッチボックス⑥をもとに改良スイッチボックスを対象者宅で製作。上昇下降テーブルと配線し、以降現在も利用いただく。これまでの活動報告を対象者および関係者へ報告。
 図11 スイッチボックス⑥
【平成24年3月16日（金）記者発表】 平成23年度の取り組みについて記者発表（学生 中尾は不在）。
【平成24年3月19日（水）取材】 平成23年度に取り組んだ学生 中尾に対する取材。
【平成24年3月23日（金）】朝日新聞掲載
【平成24年3月24日（土）】産経新聞掲載
【平成24年4月1日（日）】北近畿経済新聞掲載
【平成24年4月11日（水）】京都新聞掲載
【平成24年4月16日（水）】MSN産経ニュース掲載

3. 平成24年度の取り組み

対象者および家族、病院スタッフと計11回のヒアリングを実施した。表3に経過を示す。

表3 平成24年度のヒアリング経過

内容
【平成24年6月21日（木）第1回目ヒアリング】 初顔合わせ後、下位コントローラーの位置を確認、対象者が所属する患者会について意見交換。音声認識の危険性および対策について対象者と相談。

【平成24年8月2日（木）第2回目ヒアリング】 市販音声マイクを利用したテーブル制御方法について対象者と相談。
【平成24年8月29日（水）第3回目ヒアリング】 さまざまな市販音声マイクの中から動画通信に最適なマイクを選定。Bluetooth通信テストも兼ねる。
【平成24年9月27日（木）第4回目ヒアリング】 音声認識モジュールを利用した下位コントローラーについて対象者と相談。
【平成24年11月2日（木）第5回目ヒアリング】 音声認識モジュールに付属するアプリケーションを利用し、各モードの音声認識を検証。
【平成24年11月12日（木）職業能力開発総合大発表】 「進行性筋疾患対象者のためのADL支援に関する取り組み報告」発表⁵⁾。 発表者は、電子情報技術科卒 大田 愛里、吉田 遥
【平成24年12月6日（木）第6回目ヒアリング】 職業能力開発総合大学校での発表報告など。
【平成24年12月20日（火）第7回目ヒアリング】 不特定話者（SI）モードのテスト、下位コントローラー取り付け位置の確認など。
【平成25年1月8日（木）第8回目ヒアリング】 試作した下位コントローラーの音声認識を検証。
【平成25年1月31日（木）第9回目ヒアリング】 下位コントローラーでテーブルを上昇下降するため、既存スイッチボックスとの分配配線を行う。
【平成25年2月14日（木）第10回目ヒアリング】 下位コントローラーによる上昇下降をテスト。
【平成25年2月23日（土）近畿職業能力開発大学校 ポリテクビジョン2013】 「進行性筋疾患対象者のためのADL支援に関する取り組み報告」発表⁶⁾。 発表者は、電子情報技術科卒 大田 愛里、吉田 遥
【平成25年2月28日（木）第11回目ヒアリング】 近能大発表報告、テーブル上昇下降テストなど。
【平成25年2月23日（土）ポリテクビジョン2013 in 舞鶴】 「進行性筋疾患対象者のためのADL支援に関する取り組み報告」発表⁷⁾。 発表者は、電子情報技術科卒 大田 愛里、吉田 遥
【平成25年3月6日（水）記者発表】 平成24年度の取り組みについて記者発表。
【平成25年3月7日（木）】産経新聞掲載
【平成25年3月7日（木）】MSN産経ニュース掲載
【平成25年3月9日（土）】朝日新聞掲載
【平成25年3月17日（日）】毎日新聞掲載
【平成25年3月19日（火）】舞鶴市民新聞掲載

4. 音声認識システムについて

音声認識による「上昇下降テーブル」制御システムのイメージを図12に示す。



図12 音声認識システムのイメージ

下位コントローラーは、情報端末や市販マイクなどの上位コントローラーからの指令により、テーブルを上昇下降制御する。上位と下位コントローラーの通信方式は、対象者との相談した結果、無線方式を採用することとした。さまざまな無線方式を検討し、対象者へ提案した結果、平成25年度は、Bluetoothによる通信方式による上位コントローラーの開発を進めている。

4.1 下位コントローラーについて

4.1.1 ハードウェア

図13に下位コントローラーの概要（ブロック図）を示す。

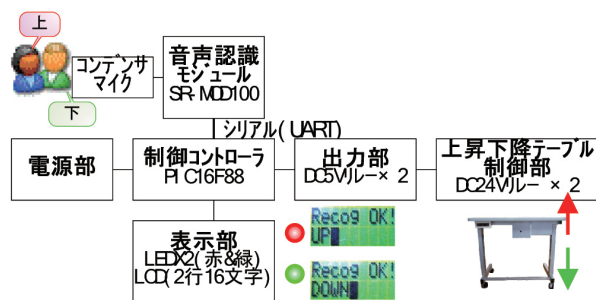


図13 下位コントローラーのブロック図

音声認識モジュールと制御マイコン間は、シリアル通信でデータを送受信する。

上昇下降テーブルは、DC24[V]リレーによる単相モータで制御されているため、制御マイコンからの上昇下降信号をフォトカプラで絶縁し、DC5[V]リレーでDC24[V]リレーを制御することとした。

対象者は、「上」で上昇、「下」で下降する機能さ

えあればよいので、表示部のLCD（2行16文字）による動作確認は不要な機能である。しかしながら、自宅での下位コントローラーの動作確認および音声認識結果（認識成功，認識失敗，誤認識）を判定するため、対象者に説明し機能追加している。

表示部の赤色LEDは、上昇中に点灯する高輝度LEDである。また緑色LEDは、下降中に点灯する高輝度LEDである。ブロック図に記入していないが、電源投入時に点灯するフルイルミネーションLEDも追加している。

この下位コントローラーは、テーブル裏に取り付ける予定なので、コンデンサマイクと計3個のLEDは別モジュールとして机の上に置くこととした。下位コントローラーとモジュールは、柔軟なセンサケーブル（4芯AWG28）で接続する。

表4に下位コントローラーの主要部品の仕様を示す。

表4 主要部品

項目	仕様等
音声認識モジュール	マイクロテカニカ社製 SR-MOD100 5,250円、コンデンサマイク付属、UART通信、3種類の音声認識モード 
電源部	DC9[V] 2.3[A] を三端子レギュレーターで5[V]に降圧
コントローラー	PIC16F88, HSモード20[MHz], I/O 16点, UART
表示部 (LCD)	秋月通商 SD1602HULB-XA, 16×2行, 800円
出力部	フォトカプラ 東芝製 TLP521-4 リレー オムロン製 G2RL-2, DC5[V], 2a2b×2

図14 SR-MOD100

図15に回路図を、図16に下位コントローラーを示す。

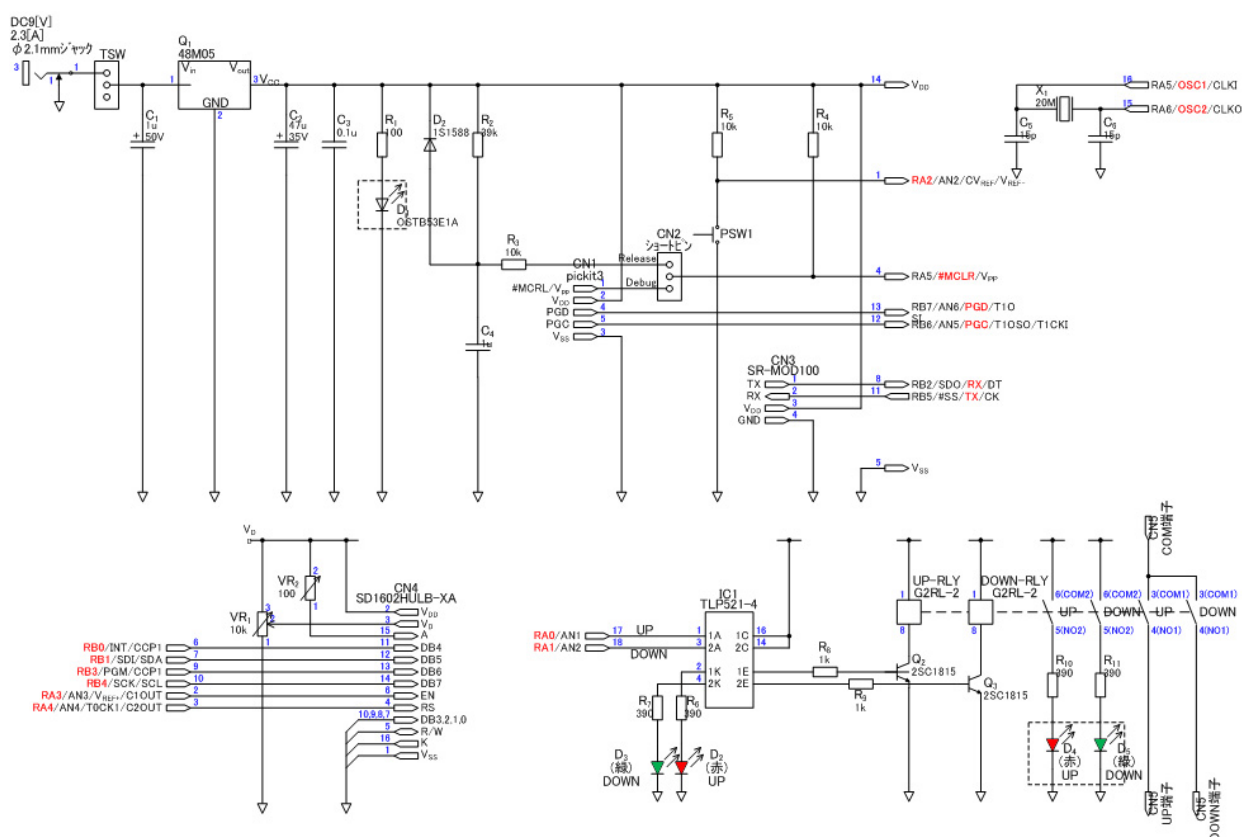


図15 回路図

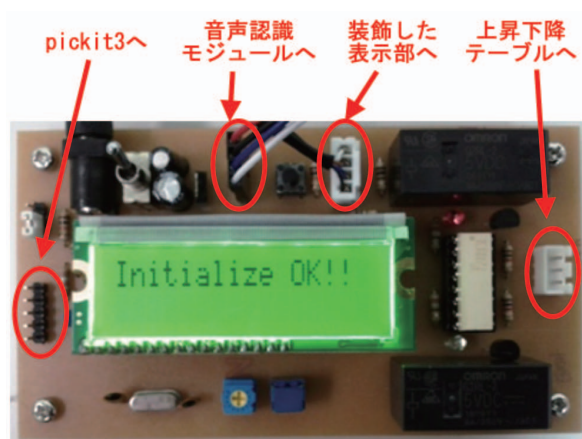


図16 下位コントローラー

図17に下位コントローラーとは別のモジュールを示す。このモジュールは、上昇下降時に点灯するLED 2個、電源LEDを載せた基板とコンデンサマイクをフォトフレームに取り付け、周囲を花やリボンで装飾することで、女性らしくちょっとしたインテリアとなるよう工夫した。

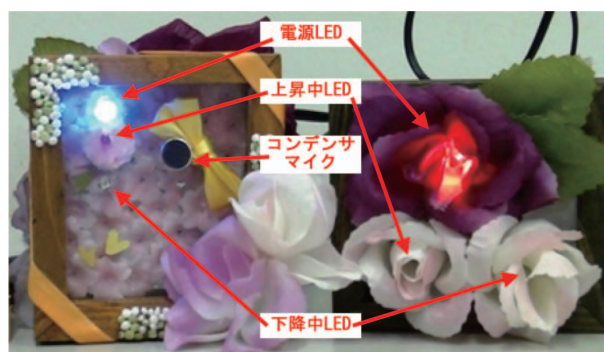


図17 装飾を施した別モジュール
(左が大田, 右が吉田製作)

4.1.2 開発環境について

表5に開発環境を示す。

表5 開発環境

項目	仕様等
IDE	マイクロエレクトロニカ社 mikroC PRO Ver5.8 60日限定版
デバッグ環境	MPLAB IDE Ver8.88
ライター	pickit3

PICマイコン各機能のライブラリが豊富なマイク

ロエレクトロニカ社のCコンパイラを採用した。

4.1.3 音声認識モジュールについて

今回利用した音声認識モジュールは、音声認識開始前に、以下3つのモードのいずれかを選択する必要がある。

① 特定話者モード (SDモード)

SVモードと合わせて任意のフレーズを32個登録できる。フレーズを登録学習させた話者と、一致する話者でないと認識ができないモード。

② 不特定話者モード (SIモード)

あらかじめ登録されている計25個のフレーズ（ワードセットは3種類）に対して、話者を特定せず認識できるモード。あらかじめ登録されているフレーズを表6に示す。

表6 SIモード登録フレーズ

ワードセット No.	登録フレーズ
1	アクション, 進め, 曲がれ, 走れ, 見ろ, 攻撃, 止まれ, こんにちは
2	左, 右, 上, 下, 前, 後ろ
3	ゼロ, イチ, ニ, サン, ヨン, ゴ, ロク, ナナ, ハチ, キュウまたはク, ジュウ

SIモードでは、音声認識開始前にワードセットNo. の指定が必要である。

③ 話者特定モード (SVモード)

登録したフレーズを最大5人の話者で区別して認識できるモード。同一フレーズでも話者を区別して認識可能。

音声認識モジュールは、エンドユーザへ以下のような反応を返す。

* 認識成功 (Recognition OK)

認識成功とは、学習登録したフレーズもしくはあらかじめ登録されているフレーズ（例えば「上」）を、話者が発声し一致した場合である。

* 認識失敗 (Recognition Error)

認識失敗とは、制限時間内に話者が発声しないような無音声な場合、もしくは発声したが音声認識モジュールが認識できない雑音レベルだった場合である。

* 誤認識 (Error)

誤認識とは、認識失敗と異なり、話者が発声したフレーズとは想定外の学習登録したフレーズもしくはあらかじめ登録されているフレーズで認識した場合である（例えば、「上」と発声したのに「下」で認識した）。

4.1.4 音声認識モジュール各モードの動作検証

平成24年11月2日（金）に対象者宅で、音声認識モジュールの各モードの動作検証を行った。下位コントローラーが未完成だったため、音声認識モジュールと付属のアプリケーションソフト（EasyVR）を利用し検証した。

① 特定話者モード (SDモード) の動作結果

本来ならフレーズ登録した話者のみ認識するモードだが、フレーズ登録者以外の話者でも認識成功してしまった。

② 不特定話者モード (SIモード) の動作結果

あらかじめ登録されているフレーズであれば、不特定の話者で認識した。ここで意図的にあらかじめ登録されているフレーズを含む歌を、対象者宅のTVから流した結果、認識成功してしまった。

③ 話者特定モード (SVモード) の動作結果

フレーズ登録したそれぞれの話者で認識した。しかしながら、フレーズ登録した話者であっても、声のトーン、イントネーション、フレーズ時間（話す速度）によって誤認識および認識失敗することがわかった。

以上の結果から、テーブルを上昇下降する「上」と「下」があらかじめフレーズとして登録されている不特定話者モード (SIモード) を、下位コントローラーで採用することとした。

4.2 不特定話者モード (SIモード) 処理手順

音声認識モジュールは、PICマイコンのUARTによる通信方法で制御できる。認識処理の流れを図18に示す。

①認識開始コマンドでSIモードおよびワードセットを指定する。図18ではワードセットNo. 2を指

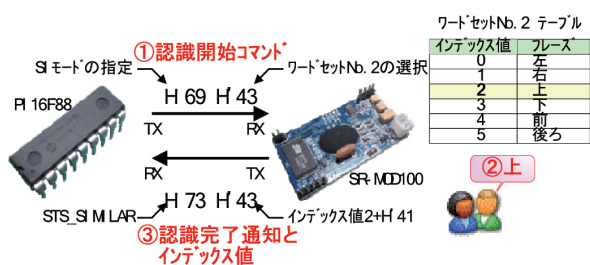


図18 認識処理の流れ

定している。よって、あらかじめ登録されているキーワードは、「左」、「右」、「上」、「下」、「前」、「後ろ」の6種類である。②話者がコンデンサマイクに「上」と発声する。③音声認識モジュールが音声を「上」と認識すると、PICマイコンへ「上」のインデックス値2とH'41を足した値H'43をPICマイコンへ返す。

PICマイコンのフローを図19に示す。

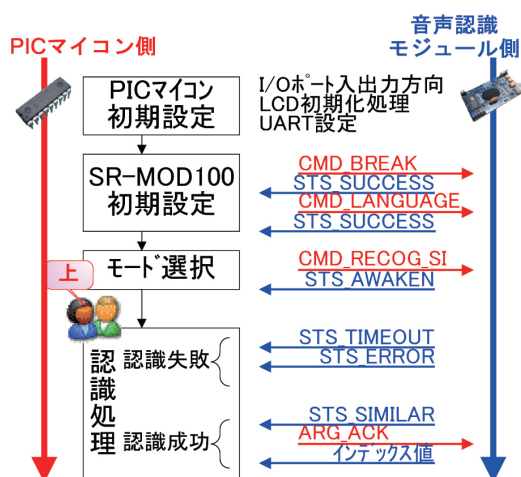


図19 制御フロー

PICマイコンおよび音声認識モジュールの初期化処理後、モード選択コマンド「CMD_RECOG_SI」を音声認識モジュールへ送信すると、電源投入時スリープモードの音声認識モジュールがウェイクアップし「STS_AWAKEN」コマンドを返し音声認識を開始する。認識時間5秒以内（初期値）に発声し、認識成功すると「STS_SIMILAR」コマンドをPICマイコンへ返す。PICマイコンは続けて「ARG_ACK」コマンドを送信することで、音声認識モジュールはインデックス値を返す。

認識時間をすぎると「STS_TIMEOUT」コマン

ドを、認識できない場合は「STS_ERROR」コマンドをPICマイコンへ返す。

5. SIモードの音声認識検証

5.1 検証環境について

平成25年2月14日（木）に対象者宅にて、SIモードの音声認識検証を行った。日常生活動作を想定し、対象者は机に向かった状態とし、コンデンサマイクから約1[m]離し、それぞれ対象者に向けて配置した。

配置場所は、図20、21のように上昇下降テーブルの両端奥左右に配置した。それぞれの下位コントローラーは、部品配置が異なるだけで、使用している部品やプログラムは全く同じである。

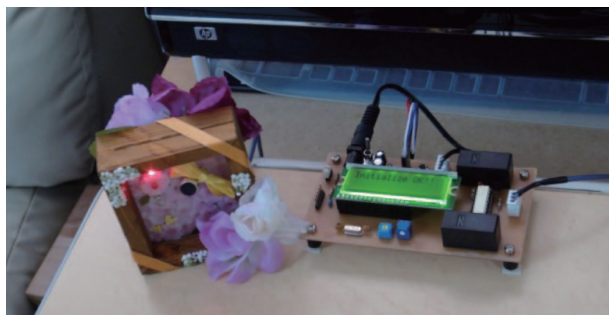


図20 大田製作の下位コントローラー
(テーブル左奥に配置)

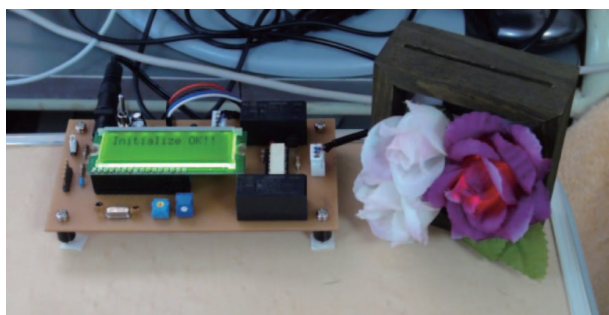


図21 吉田製作の下位コントローラー
(テーブル右奥に配置)

5.2 検証方法

対象者が「上」を5回発声し、そのつど、左右の下位コントローラーが、認識成功、認識失敗、誤認識するかを確認する。左右どちらかの下位コントローラーが「上」と認識成功すれば、テーブルは約

5 [mm] 上昇する。図22に上昇している様子を、図23に下降している様子を示す（上昇下降の様子を撮影するため、別モジュールは移動させている）。



図22 上昇の様子

上昇すると別モジュールの赤色高輝度LEDが点灯する。「上」を認識すると下位コントローラーは、1秒間DC5[V]リレーをONするため、結果的にテーブルの上昇移動量は約5 [mm] となる。

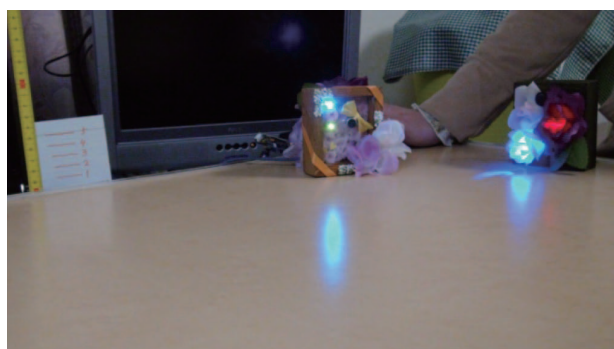


図23 下降の様子

下降すると別モジュールの緑色高輝度LEDが点灯する。

5.3 検証結果

表7に「上」の音声認識結果を示す。

結果から、5回中5回すべて左右の下位コントローラーは認識成功した。音声認識率は100%である。

表8に「下」の音声認識結果を示す。

表7 「上」の音声認識結果

	左			右		
	成功	失敗	誤認	成功	失敗	誤認
1	○			○		
2	○			○		
3	○			○		
4	○			○		
5	○			○		

表8 「下」の音声認識結果

	左			右		
	成功	失敗	誤認	成功	失敗	誤認
1		○			○	
2			○			○
3	○			○		
4	○				○	
5	○				○	

1回目にて両方の下位コントローラーが、認識失敗した。2回目にて両方の下位コントローラーが、「上」と誤認識した。4回目と5回目にて右の下位コントローラーは認識失敗したが、左の下位コントローラーは認識成功したので、テーブルは下降している。したがって音声認識率は60%である。

検証後、左右に配置していた下位コントローラーの位置を真中へ配置変更し、なおかつコンデンサマイクの向きを調整したが、表7, 8 とほぼ同様な結果であった。

以上の結果から、「下」の音声認識を向上させるためには、話者が発声する「下」のトーン、イントネーション、話す速度を意識する必要があった。

6. 今後について

今回は、音声認識モジュールを利用した下位コントローラーを製作しテーブル制御を試みたが、今後は以下の機能追加に取り組む。

① Bluetooth通信機能の追加

USBホスト機能を有するPIC24Fへ変更し、USB dongleタイプのBluetooth通信機能を追加する。現在、図24のようなBluetooth検証基板にて開発を進めている。

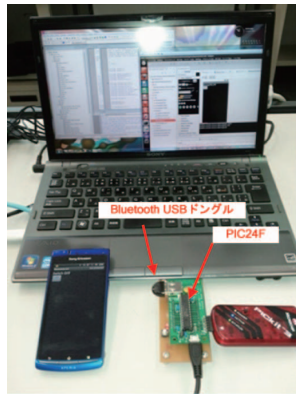


図24 Bluetooth通信の検証基板

② 人体感知機能などの追加

上位コントローラーが、意図しない音声認識を下位コントローラーへ誤指令することを想定し、上位コントローラーだけでなく下位コントローラーにも人体感知センサなど何らかの方法で誤動作を防ぐ仕組みを検討する。

7. 最後に

平成22年度における障害者数は約510万人⁸⁾、平成21年度における京都府の障害者数は約14.5万人⁹⁾、平成22年度舞鶴市では約5.1千人¹⁰⁾の障害者がいるが、今回は、ある対象者に限定した技術相談援助として取り組んだ。今後は、同じ悩みを有する人達に対し、技術者の自己満足とならないよう、常

に対象者からの要望や問題解決に図るとともに、一緒に喜びを分かち合いたい。学生にとっても、幾多の問題解決や困難を乗り越えるまたとない機会であり、単なるモノづくりで終始するのではなく、モノづくりの先にある価値を見いだせたのではないかと思う。

最後に、当初の計画が大幅に遅れたにもかかわらず、対象者をはじめとして家族ならびに関係者様の暖かなご支援をいただき、厚く御礼申し上げます。

<参考文献>

- 1) 与田光正（編著）：「福祉工学」，理工出版
- 2) 伊藤英一ほか：「コンピュータ入力装置の共通インタフェースに関する検討」，第15回リハ工学カンファレンス講演論文集，2000
- 3) “Interface2012年10月号”，pp.30-35，CQ出版
- 4) 中尾蘭奈：「近畿職業能力開発大学校 ポリテックビジョン2012」発表予稿，pp.47-48，2012
- 5) 大田愛・吉田遥：「第20回職業能力開発研究発表講演会」，予稿集，pp.174-175，2012
- 6) 大田愛・吉田遥：「ポリテックビジョン 2013」，近畿職業能力開発大学校発表予稿集，pp. 59-60，2013
- 7) 大田愛・吉田遥：「ポリテックビジョン in 舞鶴2013」，発表予稿集，pp.25-26，2013
- 8) “平成22年度 厚生労働省 統計要覧”，第3編社会福祉 第3章 障害福祉 第3-26表 身体障害者手帳交付台帳登録数，障害の種類×年度別
- 9) “平成21年度 京都府統計書”，第13章社会福祉・年金・医療保険 身体障害者福祉法 戦傷病者特別保護法による手帳交付状況
- 10) “平成22年度版舞鶴市統計書”，pp.54 身体障害者手帳所持者数