

高齢者の生活支援技術に関する研究(まとめ)

藤沼 良夫* 佐川 克雄* 中嶋 勝也*
平野 聡* 筒井 崇* 大城 靖彦*
大高 理秀**

1. 緒言

我が国は、2010 年ごろ四人に一人が高齢者という超高齢社会になる。超高齢社会に対応するには、高齢者の自立が重要であり、自立を支援する機材が必要となる。そこで本研究では、この中のコミュニケーションと移動を支援するための機器として、コミュニケーションボックスと電圧椅子の開発を行った。また、製品化をめざして県内中小企業（茨城県高齢者支援機器開発技術研究組合を組織）および大学と共同研究を実施することにより、県内中小企業の活性化と、地域に密着した新産業創出を目的としている¹²³。

本研究が製品化をめざしたことから、外販のデザイナー、福祉専門家、ユーザ、および技術者よりなるワーキンググループを組織して市場調査や開発コンセプトを作成し⁴、並行して必要技術の開発を実施しコミュニケーションボックスと電圧椅子を開発した⁵⁶。本報告は、平成9年度に実施した研究内容について記す。

なお本研究は、平成7年度から平成9年度まで中小企業庁補助による「地域産業官共同形成事業」として実施したものである。

2. コミュニケーションボックス

2.1 PHS による音声と非音声の同時通信

コミュニケーションボックスは、話す・聞く・書く・読む・見る・示すなどの意思伝達手段を、音声通信・文字通信・筆談通信・画像通信などの通信技術で実現しようとするものである⁷。これらの機能を実現するためには、音声と同時に文字や手書き図形などのデータを伝送する必要がある。

そこで、音声に含まれる空き時間を利用し（図1）、PHSの非制限デジタルペアで実現する音声とデータの同時伝送方式を構築した。送信部と受信部の構成をそれぞれ図2、図3に示す。同時伝送の目標は、良好な音声品質と2400bps以上のデータ伝送である。

図4は、音声に含まれる無音時間を利用してデータ伝送をしたときの、5秒ごとの平均データ伝送速度の変化である。データ伝送速度は、時間によって常に変化していることがわかる。また無音の判定レベルを一定にしているため、音量の変化によっても伝送速度が大きく変化している。さらに、短時間内に複数回発生する無音時間すべてでデータ伝送を行うと、音声に“途切れ感”が出てしまい、音質が低下した。

途切れ感を軽減する対策としては、一回のデータ出力から次のデータ出力までの最小時間（不感時間）を規定し、その間の無音時間を無視する操作を行った。この操作により、データ伝送時の途切れ感を軽減できた。

また、有音・無音を判定するしきい値の自動調整を行うことにより、時間や音量による伝送速度変化を安定化させることができた。図5に、不感時間としきい値の自動調整を同時に行ったときの伝送速度変化を示す。これらの処理により、2400bps以上のデータ伝送量を確保するとともに、PHSに対して遜色の無い音質が得られた⁸。

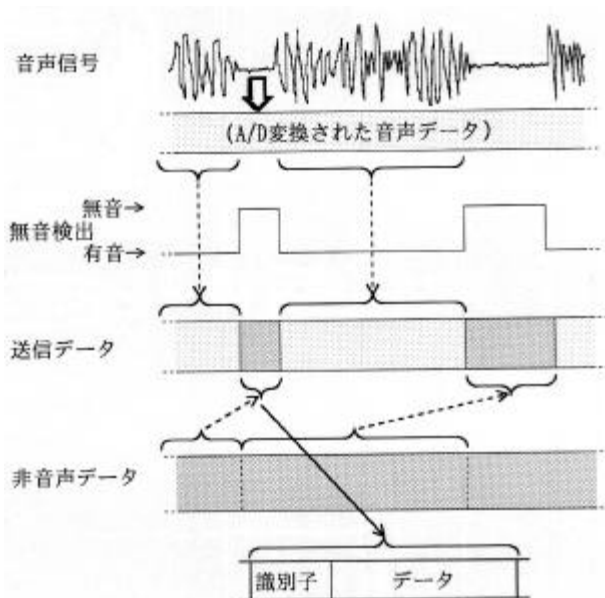


図1 無音時間による音声とデータの同時伝送

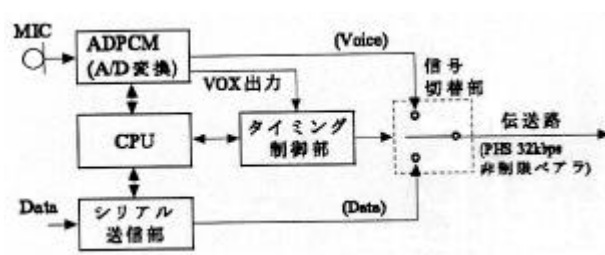


図2 送信部

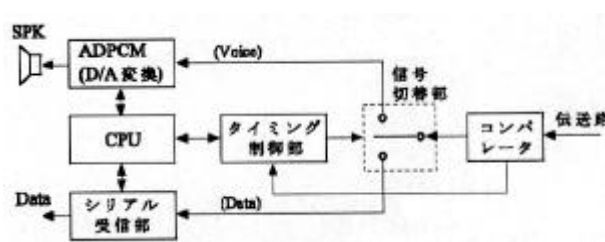


図3 受信部

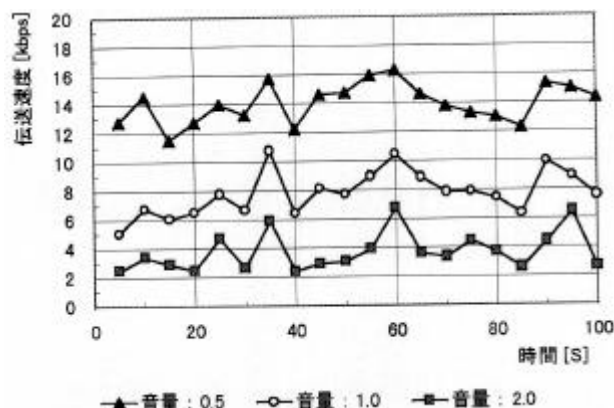


図4 5秒ごとの伝送速度変化

2.2 視覚補助機能

高齢者の視覚には、加齢とともに焦点調節力の低下、神経系の感度低下、ガラス体の白濁、水晶体の黄濁等の障害が発生する。特に水晶体の黄濁による分光特性の変化は色覚に影響を及ぼすため、ディスプレイによる表示を行う場合には補色の工夫が必要となる。

そこで市販のペイントツールを用い、ディスプレイの表示内容に対する高齢者の色覚を評価する方法について提案した。この評価を用い、色覚が変化した場合でも比較的影響が少な、配色を策定した。

コミュニケーションボックス端末の試作では、これらの策定結果に加え、加齢変化や変化の個人差に対応するために、文字の大きさ、文字色、背景色等を、使用者が設定できる機能を実装した。これらの機能により、高齢者の加齢による色覚変化に対して、ある程度の補加が可能であると思われる。

2.3 聴覚補正機能

高齢者の聴覚には、高音(周波数1kHz以上)が聞こえにくくなる(周波数特性の低下)、小さい音が聞こえにくくなる(ゲイン特性の低下)、小さい音量では聞こえず大きい音量ではそのまま聞こえる(ダイナミックレンジの低下)などの特性を持つ。これらの特性に対する補正を行う方法について策定した。

周波数特性の低下に対しては、階段状の周波数ゲイン特性を持つアンプ、ゲイン特性の低下に対しては周音帯専用アンプ、またダイナミックレンジの低下に対しては、AGCアンプをそれぞれ用い、回路の試作を行った。

2.4 コミュニケーションボックスの試作

以下の試作を行った。

1) コミュニケーションボックス端末用ソフトウェア

平成8年度に試作した「実証用PHSシステム」を基本に、手書き図形表示の高速化、手書き図形および画像データ研削の最適化、視覚補正機能およびチューニング機能の実装、緊急通報機能を実現するソフトウェアの開発を行った。また細部の表示や操作について改良を行った。

このソフトウェアは、端末として使用した携帯型パーソナルコンピュータに実装した。試作したコミュニケーションボックス端末を図6に示す。

2) サーバ用ソフトウェア

コミュニケーションボックスサーバは、端末間での「お知らせ」や「お更し」などのサービスの提供を目的とするものである。

平成8年度に試作した「コミュニケーションボックス用サーバソフト」に、メンテナンス機能および手書きによるメール・お知らせを可能とする機能を追加した。

3) インターフェースカード

空き時間を利用した音声とデータの同時伝送を、PHSの32kbps非制限デジタルベアラサービス上で実現するための、インターフェースカードを試作した。

またコミュニケーションボックスに必要な機能として、聴覚補正機能およびチューニング機能、緊急通報機能を実現するハードウェア等を実装した。試作したインターフェースカードを図7に示す。

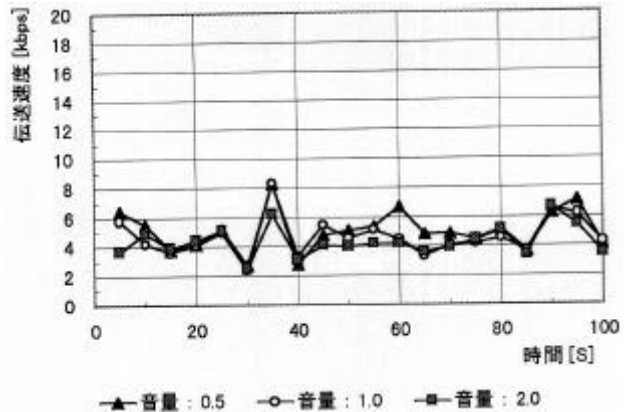


図5 「不感時間」としきい値聴取を同時に
行ったときの5秒毎の伝送速度推移

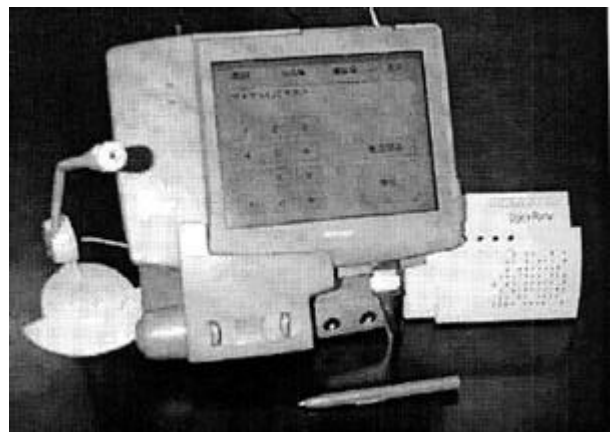


図6 試作したコミュニケーションボックス端末

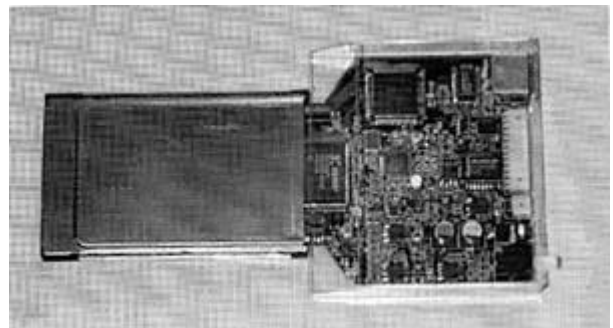


図7 試作したインターフェースカード

3. 電動椅子

電動椅子は、屋外用電動三輪椅子と屋内用の前輪にキャストを有する電動四輪椅子を開発した。電動三輪椅子は、前年度に試作したPerMe-1において策定した重心位置、部材サイズ、衝撃減衰結果、およびハンドル操作機構等により策定した前輪キャスト角等¹⁰⁾を反映し、茨城県高齢者支援機器開発技術研究組合が中心となり、外装カバーはセンターにおいて三次元CADを使用し設計¹²⁾を行いPerMe-3を開発した。電動四輪椅子Fit-2は、路面形状によるホイールインモータ採用四輪1号椅子の疲労寿命推定結果、及びドライブユニットを採用したFit-1の結果をもとに、大幅な見直しを実施してセンターが中心となり開発をおこなった。

3.1 三輪電動カバーPerMe-3の試作

電動カバーPerMe-3(図8)は、元々高齢者向けとして開発され、そのコンセプトは、

- 1) 街中へ、自然へもっと自由に気軽に出かけたいという夢を実現、
- 2) 安全性と使いやすさを追求したヒューマンスケールなムーバー、
- 3) 折りたたみ機構でシートの濡れや汚れをシャットアウト(図9)である。

3.2 四輪電動ムーバー Fit-2 の試作

Fit-2 は、上肢が正常で足に不自由を抱える高齢者や下肢コンディenserを持つ障害者を利用者と想定し、オフィスワークなど主に屋内での軽作業(デスクワークやテーブル上での手作業)を行う際にご使用することを想定して開発した。屋内軽作業に適した構造を持つその構造は、

- 1) 太ももまで机やテーブルの下に入り込める椅子のような形状、
- 2) 駆動系とバッテリーを一体化したドライブユニット(図10)、
- 3) 分解、折りたたみ可能とした。

これまでの電動車椅子には、太ももまで机の下に入って行けるものがなく、実用的ではなかった。Fitによるこの新しいコンセプトが、電動車椅子の形態を大きく変えて行くことになると思われる。

3.3 ドライブユニットの開発

平成8年度に試作したFit-1は、屋内兼用車椅子として開発を行った¹³⁾。故に、一充電走行距離を長くするため、大きなバッテリーを選定する必要があり、ドライブユニットが大きくなってしまった。これに対しFit-2は、利用シーンを屋内としたため、走行距離も短く充電が容易な環境であり、小さなバッテリーを選定する事ができた。更に、モータの小型化を行ったため、デザインの自由度が高まり、椅子のような形状をした車椅子の実現可能な駆動ユニットとなった。また、総重量も20kgと軽量となったため、持ち運びが容易となった。

ドライブユニットの車体フレームへの着脱に関しては、Fit-1ではネジ止めとしたため、着脱に若干の時間を要した。これに対しFit-2ではピン止めとする事で、ドライブユニットの着脱ワンタッチで可能となった。

以上のように、ドライブユニットは型量で着脱容易であり、台車や頻りに使用する機器への転用など、車椅子以外の用途も考えられる。

3.4 モータ駆動ソフトの開発

製品開発においては、デザインやJIS規格などの制約により、モータの外観形状が制約が生じることがある。ドライブユニットの小型化を行うに当たっても、モータをドライブユニットに合うモータ外形寸法と長さとする必要が生じ、扁平化などの外形寸法の制約が生じた。そこで、制約されたモータ形状を満足しながら、必要なモータ特性を確保する設計が不可欠となり、モータ駆動ソフトの開発を行った。本ソフトの特徴は、モータ外形寸法の各部の寸法を、必要なモータ特性を確保した上で自動計算する点である。

具体的には、磁石外形寸法や製品のデータベースより決定する、スロット外径、内径、ティース幅は、磁石の磁束が飽和しない磁路を確保する、磁石の厚さは磁石の種類によってステータに対する割合を変化させる、巻線数はモータ電流より決定する、巻線巻き数は温度上昇により決定する、巻線数には巻線スペースより決定する。以上のように、巻線と勘を必要とする部分を自動計算する。本ソフトを用いて自動計算した結果を図11に示す。この計算を行う際には、ステータ外径を72mmとして、必要なモータの推定時速6km(2618rpm)の際モータトルクが1.37kgf・cm 時速2km(873rpm)の際モータトルクが6.13kgf・cm以上として自動計算を実行している。

本ソフトは、電動車椅子用120度電磁SPM(surface permanent magnet motor)DC ブラシレスモータの自動設計ソフトである。しかし、入力部を変



図8 PerMe-3



図9 折りたたみ状態



図10 ドライブユニット

更することにより各用途のモータ駆動が可能となるなど、必要とするモータに合わせたプログラムの一部変更や追加を行うことにより、様々なモータ駆動への適用が可能となる。

3.5 走りパターンとモータ消費電流の推定

電動車椅子ユーザーが最も抱える事象は、バッテリー切れである。よって、販売世帯毎に走りパターンを作成し消費電流を推定する事で、走り可能距離を導出し、ユーザーの不安を取り除く必要がある。

そこで、市販の電動車椅子に距離計、傾斜角センサ、そのモータ部分には電圧計、電流を取り付け走りパターンを測定した。一例として、勝馬馬前の走りパターンを図12に示す。この走りパターンから、開発モータの電圧、電流、回転数、トルクをモータ駆動に用いた式より逆算し、推定することが可能である。図12をもとに、Fit-2について消費電流と電圧を推定した結果を図13に示す。これより、走り可能距離を推定出来る。

この方法は、一度走りパターンを行った乗り手について、車種毎に走りパターンをやり直す必要が無いという利点を持つ。また、販売想定世帯の走りパターンを先に作り、その地域に適した消費電力の少ないモータ駆動を行うことも可能である。

4. 結言

コミュニケーションボックスについては、コミュニケーションボックス端末用ソフトウェア、サーバ用ソフトウェア、およびインターフェースカードが完成した。この試作により、高齢者用の新しいコミュニケーションツールの提案ができた。今後は、実用化への道を模索していく。

電動ムーバーについては、三輪タイプの PerMe-3、および四輪タイプの Fit-2 が完成した。商品化を行っていく場合、PerMe-3 では原価低減、Fit-2 では操作性の向上などの策が必要であるが、共に希望であり、テレビや新聞報道により数多くの問い合わせも受けている。PerMe-3 については、原価低減したものを、平成10年夏頃、株コーポによりモニター販売される予定である。また、Fit-2 については、現在意匠出願中であるため、全体像の掲載を控えた。

謝辞

最後までりましたが、この事業を実施するにあたり、ご指導、ご協力を頂いた客員研究員、受入技術者、茨城県高齢者支援機器開発技術研究組合、ワーキンググループ、および技術に関してご指導頂いた方々に深く感謝致します。

参考文献

- 1) WEDGE, 1月号Vol.9(1997)32
- 2) 藤沼: 「コミュニケーションボックスと電動ムーバー」, いっしょいっしょ Vol.42, No.7(1997)44
- 3) 藤沼: 「高齢者の生活支援技術に関する研究」, 平成9年度茨城県東部研究成果発表会予稿集(1997)13
- 4) 佐川平野他: 「高齢者用電動車イスの開発について」, 人間工学・福祉技術シンポジウム資料集(1996)27
- 5) 茨城県工業技術センター研究報告第24号(1996)23
- 6) 茨城県工業技術センター研究報告第25号(1997)34
- 7) 中嶋筒井他: 「高齢者用コミュニケーションボックスの開発」, 人間工学・福祉技術シンポジウム資料集(1997)31
- 8) 中嶋筒井: 「無音時間を利用したPHSによる音声とデータの同時伝送」, 電子情報通信学会総合大会講演論文集, B-8-88(1998)
- 9) 樋口他: 「車載ディスプレイの遠隔支援のための高齢者の視覚特性の再現と補正」, 電気論C, 117巻1号, (1997)27
- 10) 福田: 「生体認証システム論」, 産業図書, (1995)189
- 11) 佐川大城他: 「高齢者用電動車イスの開発について 第2報」, 人間工学・福祉技術シンポジウム資料集(1997)28
- 12) 茨城県工業技術センター研究報告第26号(1998)
- 13) 平野大高他: 「電動四輪ムーバーFitの開発」, 第12回人間工学カンファレンス講演論文集(1997)57

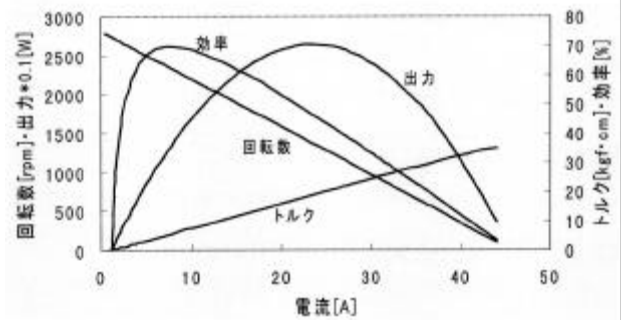


図11 モータ特性グラフ

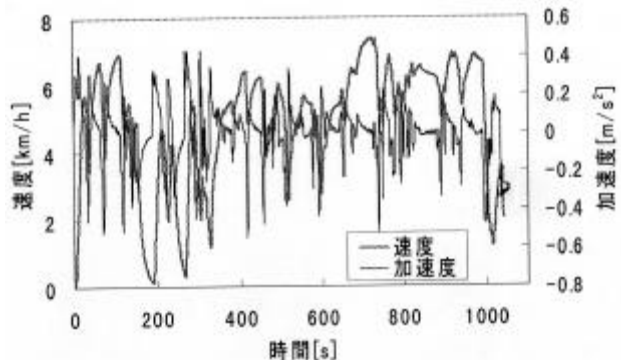


図12 勝田肩痛リハビリター

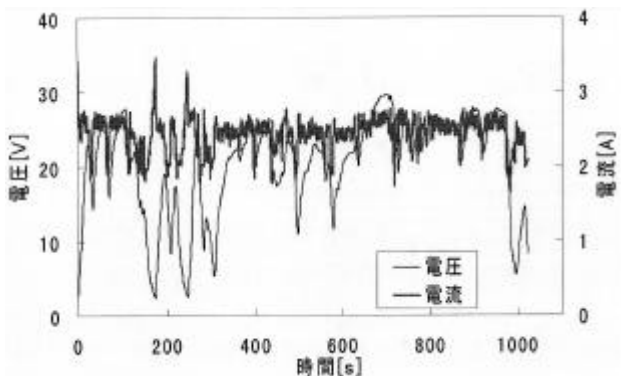


図13 Fit-2 推定値