

音声入力インタフェースを用いた対話型食事支援システムの開発研究

Development of interactive meal support system with voice input interface

矢部 雄介 (Yusuke YABE)

指導：鈴木 亮一 教授

Key Words: Meal support system, Voice input interface, Interactive system

1. はじめに

現在日本において、けがや病気により上肢を十分に動かすことができない人々の人口は年々増加してきている。厚生労働省が実施した身体障害児・者等実態調査によると、平成 18 年度における身体障害児・者の総数は約 358 万人であると言われている。そのうち上肢を切断または、上肢に障害を抱える人は約 54 万人いる¹⁾。このような人々が 1 人で日常生活をおくるのは、困難であり、介助者など周りの人のサポートが必要である。

このような人々を対象とした食事支援システムがいくつか開発されているが、それらの支援システムの中で実用化されているものの多くは、接触型の操作インタフェースを用いている²⁾。したがって、上肢が完全に動かせないユーザにとっては負担が大きいと考えられる。そこで、荻野は音声入力インタフェースを用いた食事支援システムを提案した³⁾。また同様に、小澤は、画像処理技術を用いた口唇の開閉を操作インタフェースとする飲み物支援システムを提案した⁴⁾。これらの食事支援システムはどちらも非接触型の操作インタフェースを用いており、完全に上肢が使えないユーザでも比較的容易にシステムを操作することが可能であると考えられる。しかし、それらのシステムは各々独立した支援システムであり、操作インタフェースも異なっており、同時に操作することが難しい。

そこで、本研究では先に挙げた 2 つの支援システムを、飲み物支援システムの口唇の開閉によるインタフェースを変更し、食べ物支援システムの音声入力インタフェースを主に操作インタフェースを統合し、食べ物支援システムに飲み物支援システムを組み込む形で統合する手法を提案する。また、その手法を用いて 2 つの支援システムの統合を行う。

ここで、食べ物支援システムの対話機能に注目する。現在、対話機能を用いたシステムは奈良県生駒市コミュニケーションセンターに設置されている情報案内システム「たけまるくん」⁵⁾など多種多様な分野で用いられている。一方、食事支援システムの分野においては対話機能を用いているシステムはあまりない。そこで本研究では、対話機能を拡張させ食事での会話を充実させる機能を、統合した食事支援システムに付加する。また、提案した手法により統合した食事支援システムが動作することを実験により確認する。同様に、付加した対話機能についても動作することを実験により確認する。

2. 食べ物支援システムと飲み物支援システムの統合

本章に用いている図等は参考文献 3), 4)より引用した

ものを基に一部変更して使用している。

2. 1 食べ物支援システムと飲み物支援システムの統合手法

音声入力と画像による識別を比較すると音声入力の方が環境の変化やユーザの個人差に影響されにくい。また、画像による識別では、口唇の開閉しかパターンが無くインタフェースとして利用しにくい。そこで、今回は音声入力を主としてインタフェースの統合を行う。

本研究では、システムの統合を行うにあたり、主に音声入力を操作インタフェースとして用いる。そのため、飲み物支援システムの口唇の開閉によるインタフェースを変更し、食べ物支援システムの音声入力インタフェースを主に操作インタフェースを統合する。そして、食べ物支援システムに飲み物支援システムを組み込む形で統合を行う。

統合した食事支援システムの構成図を Fig. 2.1 に示す。

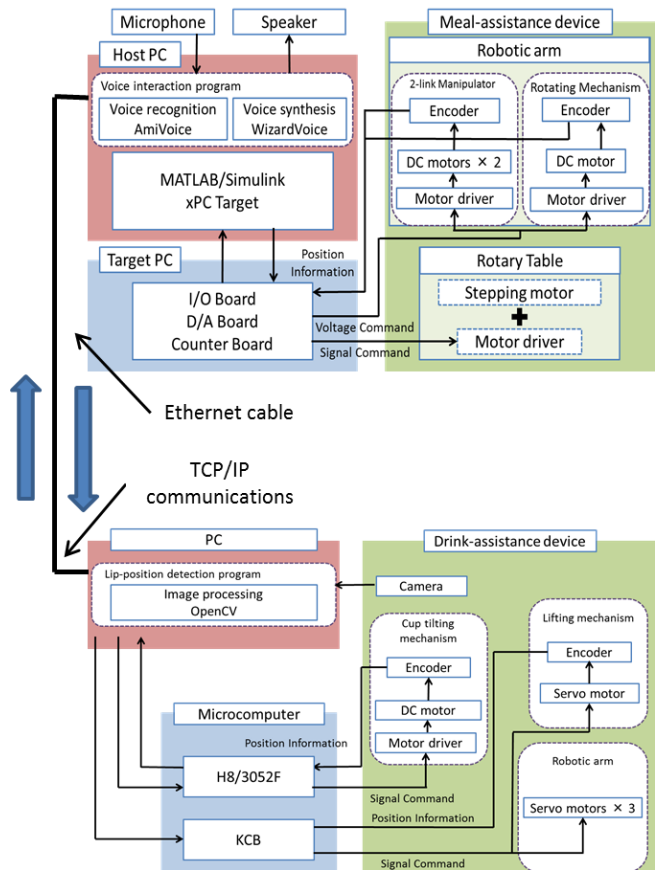


Fig. 2.1 System configuration of integrated meal-assistance

食べ物支援システムの操作インタフェースプログラムと飲み物支援システムの操作インタフェースプログラム間の通信には、TCP/IP を用いたプロセス間通信を用いる。そうすることにより双方向の通信が可能となる。

食べ物支援システムにおいては、複数回の支援が不可能であったため、複数回支援が可能となるように MATLAB/Simulink のモデルにリセット機能を付加した。また、飲み物支援システムの口唇認識プログラムにおいて、口唇の条件を緩めることにより口唇の検出率を向上させた。従来の口唇認識プログラムでは口唇の開閉を識別するために、口唇の色情報と形状情報を用いて口唇の形状と位置を検出していたが、著者がシステムを使用した際に形状情報が読み取れないことが多かったため形状情報を用いない色情報のみを用いる手法に変更した。これは、本研究では、口唇の形状を識別する必要は無く、口唇の位置情報のみが必要であったためである。また、色情報による識別もより簡略化し、口唇認識プログラムの簡素化を行った。

2. 2 統合した食事支援システムの動作・操作手順

統合した食べ物・飲み物支援システムの動作・操作手順を以下に示す。動作・操作手順において、変更した手順についてはアンダーラインで示す。また、統合した食べ物・飲み物支援システムの動作・操作手順をフローチャートにしたものを Fig. 2.2 に示す。Fig. 2.2 の濃い文字はユーザの発話や行動を示し、薄い文字はシステムの発話や動作を示す。

① システムの開始

食べ物支援システムと飲み物支援システムを初期位置にセットする。ユーザの前にはマイクが設置されており、ユーザはそのマイクに向かって音声で指示を出してシステムを操作する。また、飲み物支援システムは、ユーザの口唇の位置を検出して支援を行うので、ユーザの目の届く位置に PC のディスプレイが設置されておりユーザはそのディスプレイを見ながら口唇が検出されていることを確認する。飲み物支援システムはモータの電源を入れることでコップを初期位置へ移動させる。ユーザが「いただきます」と発話をする、システムから「どれにしますか」と返答がされ、支援が開始される。

② 食べたい器または飲み物支援を指定

ユーザがシステムに食べたい器の色または飲み物支援を「赤」、「青」、「黒」、「緑」、「飲み物」の 5 つから音声で指定する。その後、食べたい器を指定した場合はシステムから「これで良いですか」と返答がされ、飲み物支援を指定した場合はシステムから「飲み物で良いですか」と返答がされる。それに対してユーザが「お願いします」などと了承すると、指定した食べ物の支援または飲み物の支援が開始される。このとき飲み物支援を指定した場合、TCP/IP を用いたプロセス間通信によって操作が飲み物支援システム側に移る。

以下からは食べ物を支援する際の動作・操作手順は③A のように番号の後に A を付ける。また、飲み物を支援する際の動作・操作手順は③B のように番号の後に B を付ける。まず、②において食べ物支援を指定した場合の動作・操作手順を示す。

③A 回転台の駆動

回転台が回転し、ユーザが②で指定した色の器の食べ

物をロボットアーム先端のスプーンが掬える位置まで移動させる。それと同時にシステムからユーザに対して、「食べますか」という発話がされる。

④A 食べ物を掬う

回転台が停止した後、ユーザが「食べます」など食べることを了承する発話を返すと、ロボットアームの 2 リンクマニピュレータ部が駆動し、食べ物を掬う。

⑤A 食べ物の運搬

ロボットアーム下部の回転部が、ロボットアーム先端のスプーンがユーザの口唇に接触するまで回転し、食べ物をユーザの口元まで移動させる。

⑥A 食べ物の摂取の認識及びロボットアームの初期位置への移動

ユーザが食べ物を摂取すると、ユーザの口内のスプーンの様子をシステムが検出して摂食行動を認識し、ロボットアームを初期位置に戻す。

⑦A 回転台の初期位置への移動

ロボットアームが初期位置に戻った後、ユーザが「次へ」と発話すると、回転台が初期位置に戻る。その後システムから「どれにしますか」という発話がなされ②の状態に戻る。

以上が食べ物支援を指定した場合の動作・操作手順である。次に②において、飲み物支援を指定した場合の動作・操作手順を示す。

③B 口唇の位置検出

ユーザが②の動作で飲み物支援を指定した場合、システムはカメラの画像よりユーザの口唇の位置を検出する。

④B コップを口元まで運搬

システムがユーザの口唇の位置を検出すると、ロボットアームが駆動してコップをユーザの口元へ移動させる。

⑤B コップを傾ける

システムが、ユーザの口唇に接触するまでコップを傾けさせる。

⑥B 飲み物支援開始

コップがユーザの口唇と接触すると、コップと口唇の接触点を中心としてコップが回転しユーザに飲み物の支援を行う。

⑦B 飲み物支援の停止

ユーザが口唇でコップを上を押すと、システムは飲み物支援を停止する。その後、ユーザが「次へ」と発話すると、システムから「どれにしますか」という発話がなされ②の状態に戻る。

以上が②において飲み物支援を指定した場合の動作・操作手順である。次の手順からは共通の手順であるので⑨～とする。

⑨ 複数回の支援

ユーザは食べ物が食べたい場合は、②において食べ物支援を指定し、その後③A～⑦A の手順を行うことで、飲み物が飲みたいときは、②において飲み物支援を指定し、その後③B～⑦B の手順を行うことで食べ物と飲み物を自分の好きな順番で操作することができる。

⑩ 食事支援の終了

食べ物支援システムと飲み物支援システムが停止している状態で、ユーザが「ごちそうさま」と発話するとシ

システムは支援を終了する。

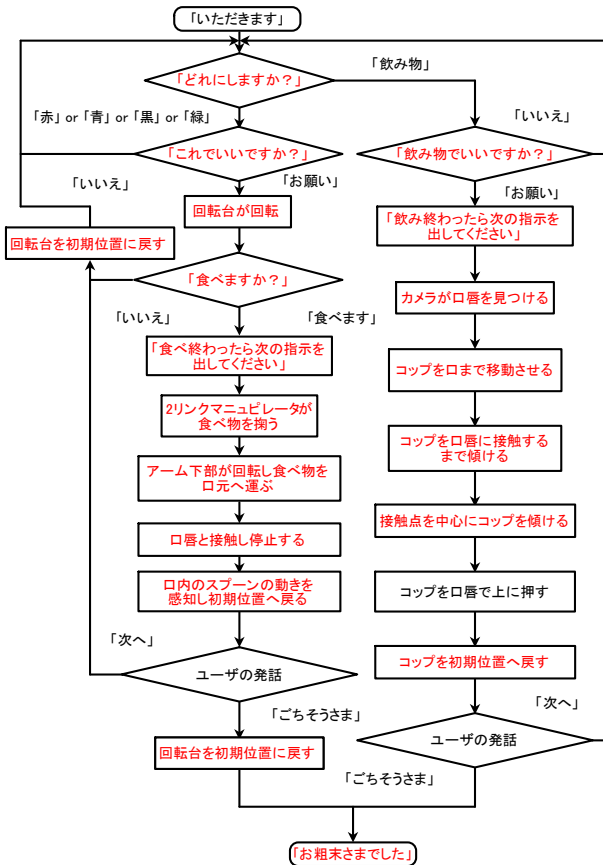


Fig. 2.2 Flow of interactive operation interface

3. 音声対話機能の拡張

荻野が提案した音声入力による操作インターフェースとして用いた食べ物支援システムには、ユーザが食べ物支援システムを使用する際に、ユーザの誤操作を防止するために対話機能が付加されている³⁾。しかし、その対話機能はあくまでもユーザの誤操作を防止するための機能であるため、ユーザの発話は器の色の指定、支援の開始、終了の指示など全てで 14 種類だけの簡単なものであった。また音声認識も単語のみを受け付け、赤い器を指定したい場合に、「赤色をお願いします」などと発話しても認識されないことがあった。また、一方で、対話機能を誤動作防止以外のことに活用することにより、ユーザの食事をより充実したものにできると考えられる。

そこで、本研究では、ユーザの発話の自由度を高めるとともに、システムの発話のパリエーションを増やし食事が単調にならないようにする。また、ユーザの嗜好などを引き出し記録することによりユーザの食事を充実させるような機能を考える。具体的な変更した点や機能は、次の通りである。

- i 音声認識システムの認識する文のパターンを変更し、簡単な文章なら認識できるように変更する。
- ii システムが応答する際の文章を複数パターン用意し、それらの文章の中からランダムに応答文を決定するように変更する。
- iii 料理の説明を行う発話をする機能を実装する。
- iv 食後の感想を聞く発話をする機能を実装し、その結果などをログファイルに出力する機能を実装する。

Fig.3.1 に iii の機能の概要を、フローチャートを基に説明

する図を示す。Fig.3.2 に iv の機能の概要を、フローチャートを基に説明する図を示す。Fig.3.1 と Fig.3.2 のフローチャート内の薄い文字はシステムの発話や処理を示し、濃い文字はユーザの発話や選択を示す。また、フローチャート内の「」はシステムまたはユーザの発話を示す。

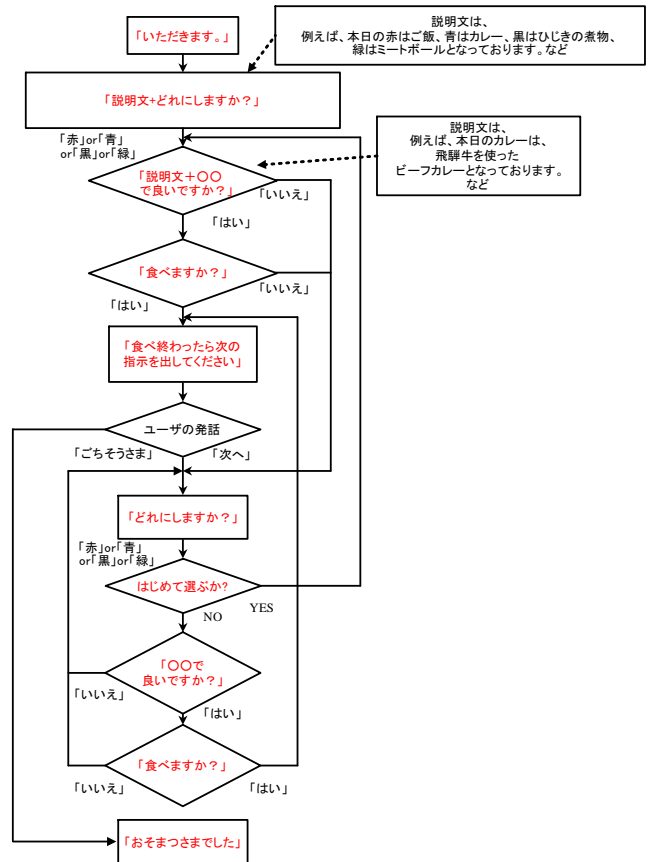


Fig. 3.1 Summary of Cooking Description Function

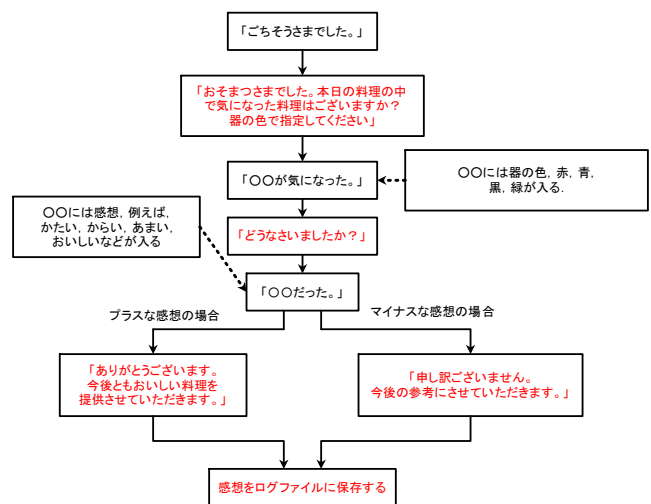


Fig. 3.2 Summary of function ask for users' opinions

4. 動作検証実験

4. 1 統合した食事支援システム動作検証実験

動作検証実験は健常者 1 人の協力の下行った。動作検証実験は、被験者に統合した食事支援システムを操作してもらおうというかたちで実験を行った。被験者には、まずテーブルの上に初期状態にセットされた食事支援シ

テムの前に座ってもらう。次にテーブルの上に置かれたマイクに向かって、音声による指示をシステムに出してもらい、支援システムを操作してもらう。という方法で実験を行った。本動作実験において着目した点は、食事支援システムと飲み物支援システムがスムーズに切り替えられるかという点である。被験者には事前に支援システムの操作方法を伝え実験を行った。

検証を行った点は次の 4 通りのシステムの移行である。

- I 食べ物支援システムから食べ物支援システムへ移行
- II 飲み物支援システムから飲み物支援システムへ移行
- III 食べ物支援システムから飲み物支援システムへ移行
- IV 飲み物支援システムから食べ物支援システムへ移行

I の動作は食べ物支援システムのみで複数回連続で食べ物支援可能であるか検証するものである。II の動作は飲み物支援システムのみで複数回連続で飲み物支援可能であるか検証するものである。III の動作は食べ物支援システムで食べ物を支援した後に飲み物支援システムに移行して飲み物を支援可能であるか検証するものである。IV の動作は III とは逆に飲み物支援システムで飲み物を支援した後に食べ物支援システムに移行して食べ物を支援可能であるか検証するものである。

これら I～IV のシステムの移行が可能であればどの順序で食事支援システムを動作させても問題なく動作させることが可能となる。Fig. 4.1 に食事支援システムの移行パターンを示す。図中の数字は先にあげたシステム移行の番号である

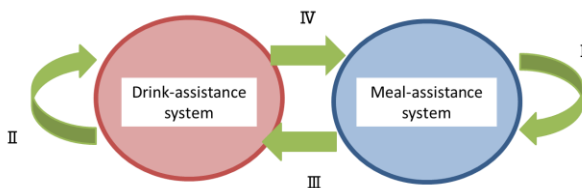


Fig. 4.1 Shift pattern of meal-assistance system

動作検証実験の結果、食べ物支援システムから食べ物支援システムへ、飲み物支援システムから飲み物支援システムへ、食べ物支援システムから飲み物支援システムへ、飲み物支援システムから食べ物支援システムへ、すべてのシステムの移行に関して可能であることが実験により確かめられた。これにより、今回提案した統合手法を用いることで食べ物支援システムと飲み物支援システムを統合した食事支援システムは食べ物と飲み物をユーザの要望に応じて提供できることがわかった。

4.2 拡張した対話機能の動作検証実験

動作検証実験は健常者 1 人の協力の下行った。動作検証実験は、被験者に変更や機能の追加を行った操作インタフェースを使用してもらうというかたちで実験を行った。被験者には、まずテーブルの上に初期状態にセットされた食事支援システムの前に座ってもらう。次にテーブルの上に置かれたマイクに向かって、音声による指示をシステムに出してもらい、対話機能を使用する。という方法で実験を行った。実験の際には食事支援装置は実際には動かさず対話機能が動作するかという点のみに注目した。被験者には事前に対話機能の概要を伝え実験を行った。検証を行った機能は次の 5 つの機能または変更した点である。

A 音声認識システムの認識する文のパターンを変更し、

簡単な文章なら認識できるように変更した点。

B システムが応答する際の文章を複数パターン用意し、それらの文章の中からランダムに応答文を決定するように変更した点。

C 料理の説明を行う発話をする機能。

D 食後の感想を聞く発話をする機能。

E 音声認識の結果をログファイルに出力する機能。

動作検証実験の結果から、A～E の機能または変更した点はしっかりと動作することが確かめられた。

5. おわりに

本研究では、上肢を切断または、上肢に障害を抱える人を対象とした食べ物支援システムと飲み物支援システムのシステム統合手法を提案した。また、提案した統合手法を用いて統合した食事支援システムが、ユーザの要望に応じて食べ物と飲み物を提供可能であることを確認した。他方、従来の食事支援システムに実装されていた音声対話機能を拡張させ、ユーザの発話の自由度を高めるとともに、システムの発話のバリエーションを増やし食事が単調にならないようにするとともに、ユーザの食事を充実させるような機能や変更した点をいくつか示し、それらの機能や変更した点が正しく動作することを確認した。

今後の展望として、対話機能をより拡張させて、対話のログを残す機能などを用いてユーザの食事の情報を介助者と共有することによりユーザの嗜好のみならず、食事のパターンや食事の状況などからユーザの健康管理などにも応用できると考えられる。今回の統合手法は音声入力インタフェースを主にシステムの統合を行ったが、今後はより重度の障害を抱える人向けに、他のインタフェースによる統合も望まれる。また、本研究では、健常者を対象に動作検証実験を行ったが今後は医療機関や介護施設などと協力して、このようなシステムを必要としている人に試用していただきそれを踏まえてシステムの改良を行っていく。

参考文献

- 1) 平成18年度身体障害児・者実態調査結果,
http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/shintai/06/dl/01_0001.pdf.
- 2) セコム株式会社 食事支援ロボットマイスプーン,
<http://www.secom.co.jp/personal/medical/myspoon.html>.
- 3) 荻野浩二, “音声入力インタフェースを有する食事支援システムの開発研究”, 金沢工業大学大学院工学研究科修士論文, 2014.
- 4) 小澤智, “上肢障害者を対象にした飲み物支援システムの開発・研究”, 金沢工業大学大学院工学研究科修士論文, 2014.
- 5) 西村竜一, 原直, 川波弘道, 李晃伸, 鹿野清宏, “特集 音声対話システムの実用化に向けて: 10年間の長期運営を支えた音声情報案内システム「たけまるくん」の技術”, 人工知能学会誌, Vol. 28, No. 1, pp. 52-59, 2013.

本研究に関する学術発表論文

- 1) 鈴木亮一, 矢部雄介, 小林伸明, 田中幹也, “上肢障害者のための食べ物・飲み物支援システムの統合”, 生活生命支援医療福祉工学系学会連合大会 2014 (LIFE2014) 講演論文集, OS2-4, 2014