

# 対話式ヒューマンインターフェイスを備えた食事支援用ロボットハンドの開発

山本正幸、酒井義郎（感性デザイン工学科）  
石松隆和（長崎大学工学部機械システム工学科）  
笠上文男（株式会社 ダイヘン）

## Assistive robot hand with bilateral human-interface

Masayuki YAMAMOTO, Yoshiro SAKAI (KANSEI Design and Engineering)  
Takakazu ISHIMATSU (Mechanical System Engineering, Nagasaki University)  
Fumio KASAGAMI (DAIHEN Corporation)

### Abstract

A robotic aid system for the disabled who needs supports at meal is proposed. A feature of this system is that the robotic aid system can communicate the operator using the speech recognition and speech synthesis functions. Another feature is that the robotic aid system has a function of image processing. Using the image processing the system can recognize the environmental situations of the dishes, cups and so on. Due to this image processing function, the operator needs not to specify the position and the posture of the dishes and target objects. Furthermore, the bilateral communication using speech and image processing enables a friendly man-machine interface, since speech and visual information is essential in the human communication.

*Key Words: welfare technology, speech recognition, robot hand, image processing, human interface*

### 1. はじめに

現在、介護を必要とする障害者や高齢者の数に対して医療・介護スタッフの数が十分ではなく、全ての要介護者に対して十分な介護体制を整えられないのが現状である。そのため、医療・介護スタッフにかかる負担が多大になっているばかりか、要介護者にとっても負担や不満が存在する。そのような現状をふまえて、医療・介護の分野で支援ロボットを導入が検討されてきた。また、利用者の意思に基づき、利用者の四肢の代わりとなる支援ロボットは、要介護者の自立志向を促し、「自分の力で何かができる」という喜びを利用者に提供することができる。

現在まで、このような支援ロボットシステムの開発はいくつか行われており、上肢に障害を持つ人々のためのロボットハンドシステムは、HANDY1 や MANUS などが開発・利用されている。<sup>1)2)3)</sup>

このような介護支援ロボットは、対象が高齢者・障害者であるため、そのヒューマン・インターフェイスは、それぞれ利用者の能力

にあわせた、利用しやすいものでなければならない。たとえば、上述の HANDY1 は、障害者の簡単な指や腕の動きをタッチセンサによって検出し、ロボットの制御を行う。また、近年、セコム IS 研究所で発表された食事支援ロボット「マイ・スプーン」は、利用者の頭部の動きを検出することで、ロボットの制御を行うシステムであり、利用者の頭部に取り付けたレーザーポインタと利用者の前面に配置した光センサーパネルで自由にロボットハンドを動かすことができる。<sup>4)</sup>

このように、数種類の支援ロボットが障害者の残存能力にあわせたインターフェイス備え、障害者の支援のために開発されてきた。本研究でも同様に、障害者の残存能力にあわせた利用しやすい介護支援ロボットのインターフェイスの開発を目的としている。

本システムでは、ヒューマンインターフェイスとして、言葉による対話式インターフェイスを採用した。人間には、言語によるコミュニケーションが最もわかりやすく、直感的に利用できるためである。また、画像処理技術を

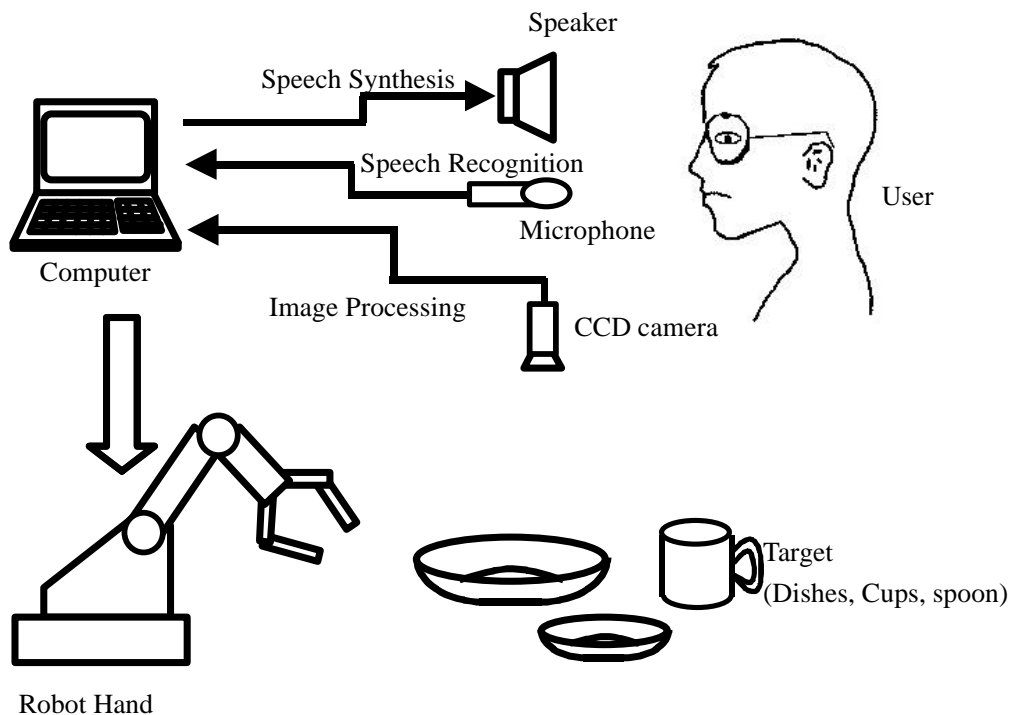


Fig.1 System Configuration

用いることで、人間が介護するようにシステムが利用者の状況を把握し、適切な支援を行えるように構築した。

つまり、本システムは、「となりに人がいるように」音声による利用者とコミュニケーションを行い、カメラの「目」によって利用者の状況を把握して支援するシステムを目指している。

本論文では、このシステムを用い、食事支援を想定して本システムの有効性と今後の課題について述べる。

## 2. システム概要

本システムの構成を Fig. 1 に示す。また、本システムの主な特徴を以下に述べる。

- 1) 音声認識ソフトウェアにより、利用者は音声によるロボットハンドの制御を行う事ができる。
- 2) システムから利用者への情報提示は、同様に音声合成ソフトウェアにより音声を用いて行う。
- 3) 食卓の上方に CCD カメラを取りつけ、食卓上の食器を画像処理により抽出する。これにより、配膳する者は自由に食卓に

食器を並べることができる。また、スプーン等で食べ物をすくう際にも、画像処理によって食べ物の位置を検出し、スプーン等ですくい取れるように制御を行う。

- 4) 使用する食器類には、黒い縁取りをつけて、画像処理の簡略化、高速化をはかる。また、縁取りをすることにより皿の外側と内側の領域を判断できるため食べ物か否かの判断も行える。
- 5) 利用者がシステムに伝える言葉は、なるべく簡潔な単語とする。例えば、「大皿」と発声すれば、システムが大皿の位置を検出し、スプーン等が必要か否かを判断して、利用者の口元まで自動的に運ぶように設計する。これにより、利用者は煩雑なロボットハンドの制御を行う必要がない。
- 6) システムから発せられる言葉は、人の話し言葉のようにプログラミングして、違和感や恐怖感を感じさせないように配慮する。
- 7) 皿の位置、利用者の口元の位置等、システムによる検出だけでは誤認識の可能性

があるものは、システムが利用者に音声によって確認することにより、誤動作を防ぎ、安全性を確保する。

- 8) 音声認識・音声合成、画像処理、ロボットハンドの制御等、全て1台のPCにより行うことで、システムの簡略化を行った。

本システムのロボットハンドとして、三菱電機より市販されている5軸の教育用ロボットアーム「ムーブマスター」を使用した。また、音声認識ソフトウェアとしてIBMの「ViaVoice98」、音声合成ソフトウェアとして同じくIBMの「ProTalker97」を使用した。制御・音声認識/音声合成用コンピュータには、Pentium 333MHzのパーソナルコンピュータを利用し、画像処理ボードとしてImagination社のモノクロキャプチャーボード「PX610」を使用した。

### 3. 食事支援動作

以下に本システムによる食事支援の手順を述べる。

#### システムの配置・配膳

Photo.1 に示すように、本システムを設置し、食卓に食器を並べる。このとき、上方のCCDカメラの視野内であれば、配膳位置は任意の場所でもよい。

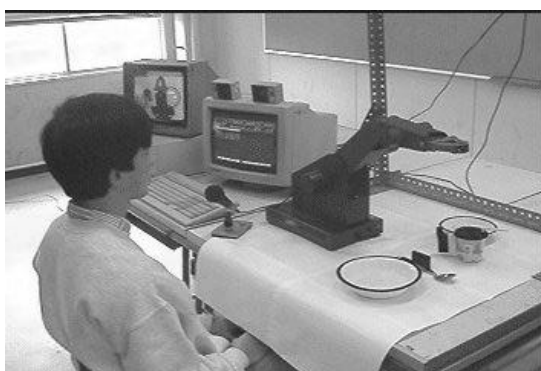


Photo.1 Starting environment

#### 食卓上の対象物の撮影

配膳された食器の位置を検出するために、システム上方に設置されたCCDカメラより映像を撮影する。



Photo.2 Image Capturing from CCD camera

#### 画像による物体認識

CCDカメラからの画像をパーソナルコンピュータで画像処理を行うことにより、食卓上にある食器をの中心位置、大きさ、形状を検出する。また、対象物の大きさ・形状より、あらかじめシステムに登録しておいた食器の名称と対象物を対応させる(大皿、小皿、スプーン等)。

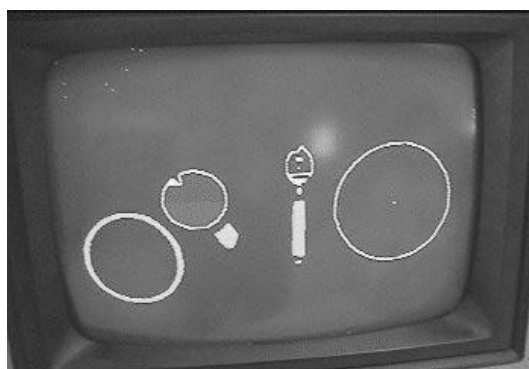


Photo.3 Image Processing

#### 物体認識結果の確認

で認識された食器の名称と位置が正しいか否かを確認する。対象となる食器をロボットハンドが指し示し、「これは大皿ですか？」のように音声によって利用者に尋ねる。利用者は、システムに対し「はい」または「いいえ」で返答し、名称が間違っていれば正しい名称を音声によって指示する。また、このとき、ロボットハンドの指し示した位置が対象となる食器の位置よりかけ離れているならば音声により微調整を行う。



Photo.4 Checking of cup

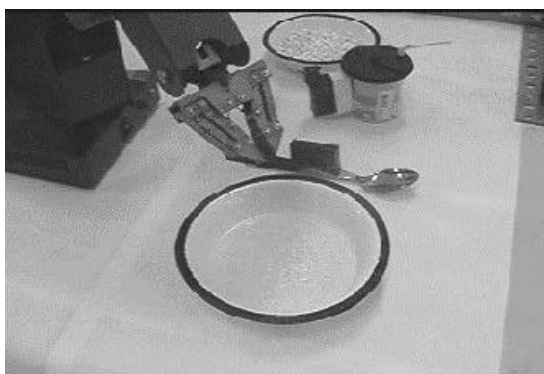


Photo.5 Checking of large dish

#### 利用者の口元の確認

利用者の口元の位置をロボットハンドで確認し、食べ物をどの位置まで運ぶのかを決定する。利用者は音声によってロボットハンドを移動させ、指示を行う。

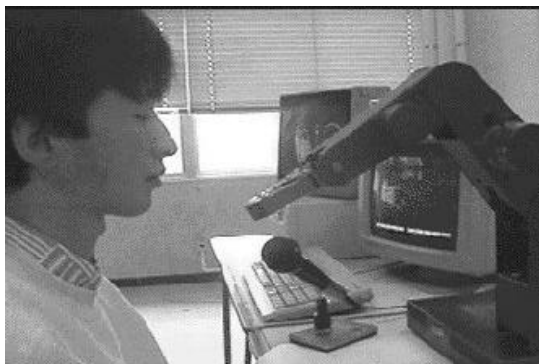


Photo.6 Checking of user's mouth

#### 食事

すべての確認が終了した後、食事動作を行なう。利用者は、先に認識された食器名称をシステムに告げると、システムは音声認識により理解し、その食器に盛られている食べ物をスプーンですくう。そして、利用者の口元

までゆっくりと運ぶ。

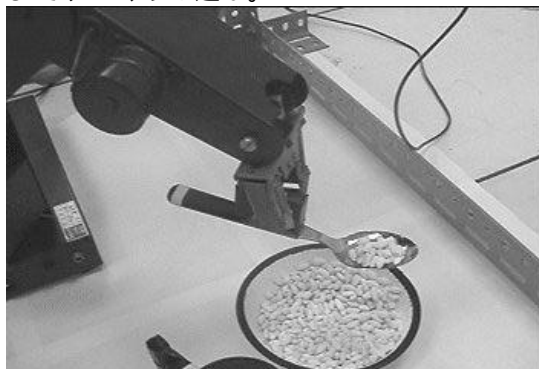


Photo.7 Taking of food with spoon



Photo.8 Eating

また、対象が飲み物の場合は、カップ等を持ち上げ、口元まで運ぶ。

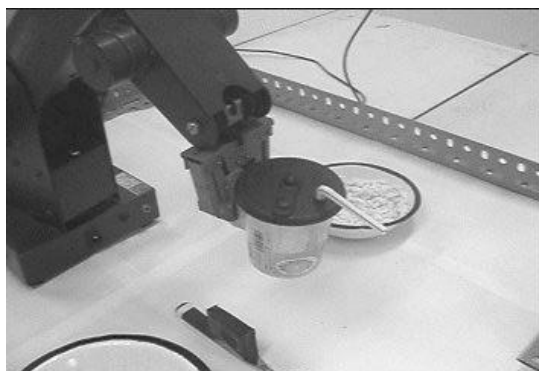


Photo.9 Taking of cup



終了

食事動作を終了させたいときは、利用者が「ごちそうさま」と発声することで、システムは食器を元の位置に戻し、終了する。

#### 4. 実験

本システムを用いて、食事支援動作を行った。食器として、大皿、小皿、スプーン、カップの4種を用い、大皿にお粥、小皿にナッツ、カップには冷茶を入れて配膳した。利用者がシステムに告げる言葉は簡単な単語であるため、誤認識もなく、利用者が希望する食べ物を食べることができた。

しかし、今回は市販のロボットハンドを利用したため、稼動範囲も狭く、食器の種類を増やすことが出来なかった。また、ロボットハンドの姿に威圧感があり、利用者に抵抗感を与えてしまった。

#### 5. まとめ

本研究は、「人間がとなりで介護するように」支援を行うロボットハンドシステムの開発を目的とした。

そこで、本論文では、音声認識・音声合成による対話式インターフェイス、画像処理技術による状況判断機能を備えた食事支援ロボットシステムの構築を行い、食事支援実験による有効性を検証した。利用者の残存能力として発声・可聴の能力を有する人に対して分かり易く、直感的なユーザ・インターフェイスの構築ができた。

#### 6. 今後の展開

現システムにおいても、対話式ヒューマンインターフェイスの有効性は示せたが、さらに利用しやすいインターフェイスを目指して、コマンド体系の発展、システムからの伝えられる言葉(会話)の充実をはかる予定である。

また、本実験では、市販のロボットハンド

Photo.10 Drinking

を使用したが、介護専用ロボットハンドとして、十分な稼動範囲と適切な力を備え、威圧感のない姿で、決して人を傷つけない安全機構を備えたロボットハンドの設計も検討中である。

#### 参考文献

- 1) M.Whittaker, "Handy1 Robotic Aid to Eating: A Study in Social Impact", Proc.RESNA Int.'92, pp.589-594, 1992
- 2) G.Verburg et al, "An Evaluation of the MANUS Wheelchair Mounted Manipulator", Proc.RESNA Int.'92, pp.602-604, 1992
- 3) 手嶋教之：“食事支援マニピュレータとその要素技術”，日本ロボット学会誌、Vol.14, No.5, pp624-627, 1996
- 4) 石井純夫：“四肢障害者のための食事支援ロボット”，日本ロボット学会誌、Vol.16, No.3, pp306-308, 1998
- 5) J.Hammel et al., "Clinical Evaluation of a desktop robotic assistant", J.Rehabil. Res.dev., vol.26, no.3, pp.1-16, 1989
- 6) J.R.Bach et al., "Wheelchair Mounted Robot Manipulators Long Term Use by Patients", Am.J. Phys. Med.Rehabil., Vol.69, no.2, pp.55-59, 1990

(平成11年11月30日 受理)