

3 本指ロボットアームを用いた肢体不自由者食事介助システムの開発

Development of crippled person meal aid system using a three-finger robot arm

○山中 匠（首都大） 森 泰親（首都大）

Takumi YAMANAKA, Yasuchika MORI

Tokyo Metropolitan University

Abstract: In this paper, we propose an autonomous meal assistance robot system that by the user to select the container, cutlery such as spoons and forks and gripping trajectory, necessary to gripping of the food is determined. The feature of this system is that by keeping associated in advance cutlery and trajectory every feature of the food, it is determined by the type of container such as dishes and PET bottles. Furthermore, separating the cutlery from the arm and attaching with three fingers robot arm, can realize a multiple of gripping method in one manipulation. In the experiment, by selecting the container by voice, it has succeeded in gripping and transportation of solid or semi-solid and beverages.

Key Words: Meal Assist, Assistive Robot, Manipulation,

1. はじめに

近年，我が国では高齢化による肢体不自由者の増加と介護者不足に伴い，介護ロボットの開発が進んでいる．入浴・排泄などある介護の仕事の中でも，食事は1日3回長時間つきっきりになり介護者にとって大きな負担となるため，使用者が自律して食事を行えるようなシステムが必要である．現在製品化されている食事介助ロボット”My Spoon”⁽¹⁾は，ジョイスティックにより食事選択やロボットアーム操作を使用者自らが行うものであり，肢体不自由者による操作は困難である．また先行研究では，一口大に切った食品を押し出すことで口元まで運ぶ機能を備えているもの⁽²⁾等が存在するが，使用者にとって食事が作業的になってしまい，食事を楽しむ感覚が薄れるという課題点がある．そこで本研究では，非接触により患者の意思を伝え，より健康者の食卓に近づけた環境で，自動で食品を把持し口元まで運ぶシステムの開発を行っている．本稿では，介護者の負担を軽減し使用者が自律して食事を楽しむために，複数の食品を把持するためのシステムを提案する．

2. 食事介助ロボットシステム

2.1. システム構成

本システムの構成を Fig.1 に示す．大別してPC，カメラ，マイク及び3本指ロボットアームで構成されている．Kinova社の3本指6軸ロボットアーム（JACO）の指先にWebカメラを搭載し，Open CVを用いて画像処理を行いPCによりアームを制御する．食卓上の容器の位置認識及び容器内の食品の検出において，食卓の上部にカメラを取り付けた際にロボットアームとのオクルージョンが発生するため，ロボットアームの手先に取り付けている．

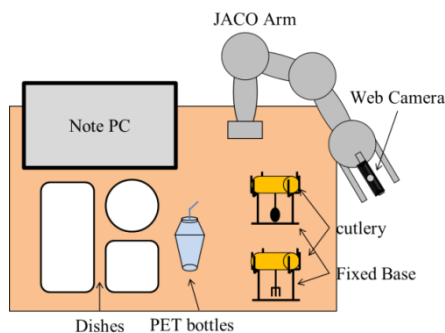
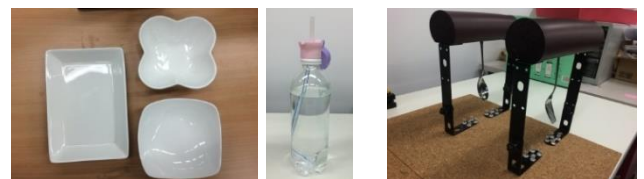


Fig.1 Meal assist robot

また，容器には大きさ深さの異なる3種類の皿とストローを付属したペットボトルを用いる．カトラリーには3本指ロボットアームで上から掴みやすくするために，工場などで安全対策等に使用されるかまぼこ型のクッションにスプーン及びフォークを刺したものをを用い，専用ベースの上に配置する．(Fig.2)



(a) Container

(b) Cutlery

Fig.2 Tableware required for this system

2.2. 提案手法

先行研究において特定のカトラリー（スプーン・フォーク等）を用いた食品把持方法⁽³⁾についての研究がなされてきたが，複数種類ある食卓上の環境において一つのマニピュレータでそれぞれの把持方法を統合し，必要に応じて使い分ける必要がある．また，My Spoon⁽¹⁾のようにアームの手先にスプーンとフォークを取り付け，必要に応じて片方が突き出て他方が開くという仕組みは，不使用時のカトラリーが口元以外の箇所に接近するため，使用者にとってストレスとなるといった課題が挙げられる．そこで本システムでは，固形物にはフォークのような突起物で刺したり，液体物にはスプーンのような深みのあるもので水平に移動させたりといったように，食品ごとに必要なカトラリーと取得から口元までの軌道が異なるという点に着目し，食品を撮影して種類を認識するのではなく，食品に適した容器を介助者が分類することで決定されるシステムを提案する．食器と軌道の関係表を Table 1 に示し，全体のシステムのフローを Fig.3 に示す．

まず，介助者が Table 1 に従い適切な容器に食品を入れ食卓上に配膳する．使用開始時にアームについたカメラで食卓全体を俯瞰して撮影し，容器とカトラリーの種類および位置を認識・計測する．その後，使用者が音声による容器の選択により Table 1 で決定されたカトラリーを装着し，容器の上面に移動する．あらかじめ撮影しておいた空の容器のテンプレート画像との差分処理を行うことにより食品

を検出し指定の把持軌道により口元まで運搬する。

本システムの特徴は、あらかじめカトラリーを搭載するのではなく、アームが必要なカトラリーを把持した上で食品を把持することで、カトラリーが使用者の視界を阻害することがなく、必要なカトラリーや容器、把持軌道が追加された場合でもシステムの追加が容易であるという点である。また、カトラリーを装着せず3本指を用いることでペットボトルに入った飲料物の把持も可能になる。

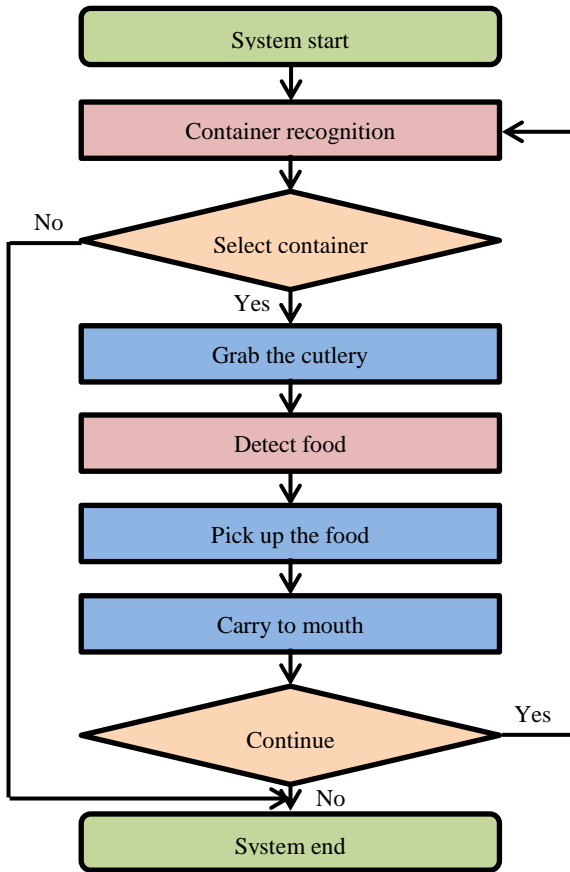


Fig.3 Flow chart of this system

Table 1 Relational table between tableware and trajectory

Container	Food	Cutlery	Gripping trajectory
Dish A	Liquid	Spoon	Scoop
Dish B	Semisolid	Spoon	Scrape off
Dish C	Solid	Fork	Prick centroid
PET Bottle	Drink	None	Grip

3. 容器選択による食事介助実験

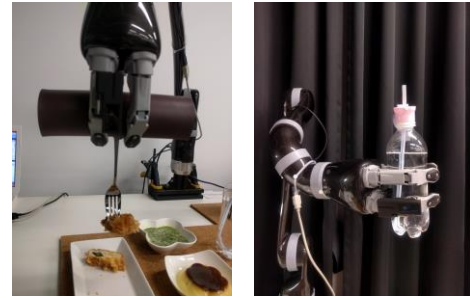
今回は、全体のシステムの検証を行うために、皿の位置、カトラリーの位置を固定した状態で使用者が容器を選択し、カトラリーの装着と食品把持・運搬までの食事介助実験を行った。安全のため口元の検出は行っておらず、カトラリーは追従せずに固定位置で止まる。

3.1. 固形物及びペットボトルによる実験

まず、固形物である大学芋とペットボトルの把持の様子を Fig.4 に示す。画像重心にフォークの先を刺すことによって大学芋の把持に成功した。また、カトラリーを持たず3本指でペットボトルの把持することで、こぼさずに飲料水の運搬に成功した。

3.2. 半固形物による実験

次に、半固形物であるゼリーの食事介助実験を行った。スプーンによる削り取り軌道生成に際し、検出した食品に対し外接矩形を配置していくことで一口サイズ(Fig.5)を実現しスプーンからこぼさずに運搬できた。7回でおおよそ口元まで運ぶことに成功した (Fig.6)。上部からのカラー画像を元に食品の検出を行っており、ゼリーから染み出した液体物と把持すべき物体との識別が困難なためすべてを取りきることができないため、使用者の目視での判断により中断するものとする。



(a) Solid (b) PET bottles
Fig.4 Experiments with Solid and Drink



Fig.5 position of semisolid

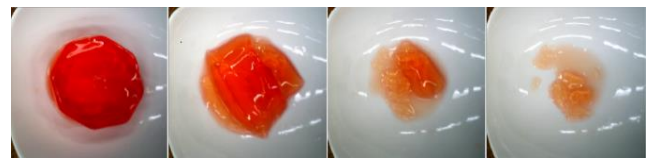


Fig.6 Experiments with jelly
(Processing times: From left 0,3,6,7 times)

4. おわりに

本研究では、3本指ロボットアームを用いカトラリーをエンドエフェクタから分離することで、複数の食品を把持する食事介助ロボットシステムを開発した。今後は、それぞれの把持精度を向上させる。また、カトラリー及び皿にマーカーを付加し、位置・姿勢を認識することで、食卓上の任意の位置に配置できるシステムの追加を検討していく。

参考文献

- (1) Ryoji Soyama, Sumio Ishii, The Development of Meal-Assistance Robot 'My Spoon' -Selectable Operation Interfaces-, Proc. of the 8th International Conference on Rehabilitation Robotics, pp.88-91, 2003
- (2) 小松真司, 田中幹也, 上肢障害者のための食事支援ロボット, 第7回生活支援工学系学会連合大会, 2009
- (3) 平松翔太, 矢野賢一, 頭部姿勢情報に基づく食事支援ロボットの位置決め制御, 1D2-6, 生活支援工学系学会連合大会, 2010