

## 把持動作のためのPreshaping行動に関する考察

5F-7

久保田 孝（宇宙科学研究所）

マーチン ブス・橋本 秀紀（東京大学生産技術研究所）

安達 基光・蓮尾 信也（富士通研究所）

## 1. はじめに

「物をつかむ」という動作を考えたとき、人間は指をどのくらい曲げて力をどのくらいかけるかということ意識せずに行っている。これは人間が物をつかむという作業の方法を経験的に知っており、何度も繰り返すうちに目的達成のために必要な動作パターンを習得していると思われる。そこで、このような人間動作の高次の動特性や巧緻性を解明し、人間の有する優れた運動機能メカニズムを発現しうる高度に柔軟な情報処理・制御技術確立することを大目的とする。その実現の第一ステップとして、人間が物をつかもうとするときに把持対象の形状および作業目的に応じて手の形を準備する”Preshaping”行動に関して検討を行ったので報告する。

## 2. ”Preshaping” 行動

ヒトがある物を手で掴もうとするときには、手をのばすあいだに、把持対象の形状や作業目的に応じて手の形を準備する”Preshaping”と呼ばれる行動がみられる[1]。 ”Preshaping”は、つかむ前に対象物の3次元形状の情報を脳内に獲得し、それをもとの手の運動計画を行っていることを示している[2][3]。従って、対象物の形状に関する脳内の情報表現は、視覚情報と体性感覚情報が統合されることによって形成されると考えられるが、その統合過程も情報表現も明らかになっていない。そこで、Preshaping行動を調べるために、データグローブを用いて、物をつかむ動作における各指の関節角度データの収集を行った。

## 3. 把持物体識別

Preshaping行動が、掴もうと手をのばしている間のどの状態で手に現れているか、また本当にそのような特徴があるのかということについて調べるために、以下の問題を設定した。

図1に示すように、指の動きの特徴量 ( $In$ ) を時系列データとして入力し、出力としては、物体の識別 ( $Out-O$ ) もしくは掴み方の判別 ( $Out-T$ ) を行う。この入出力関係をニューラルネットワークを用いて学習させ、指の動き情報から把持対象物体の識別及び掴み方の推定を行う。指の動きの特徴量としては、関節角度データをそのまま入力することも考えられるが、全関節数を入力すると学習に時間がかかる。そこで、指全体の動き量や親指に対する指先の相対的な位置関係を特徴量とする。

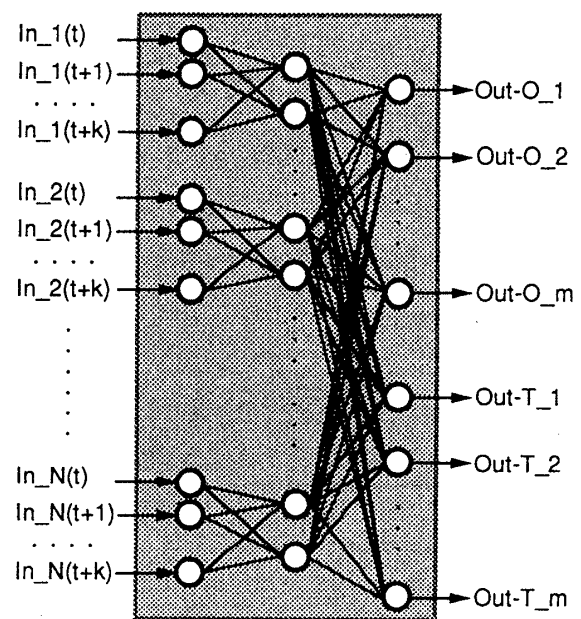


図1 つかみ方と対象物体の識別方法

A Study on Preshaping for Manipulation

\*Takashi Kubota, Martin Buss, Hideki Hashimoto, Motomitsu Adachi, and Shinya Hasuo

\*Institute of Space and Astronautical Science

3-1-1 Yoshinodai, Sagamihara-shi, Kanagawa 229, Japan

#### 4. 物体識別実験

手始めとして、データグローブによる指の動きから、つかもうとしている物体の識別を行った。5人の被験者に大きいボールと小さいボールを各5回ずつつかんでもらい、そのときの指の動きをコンピュータに取り込んだ。得られた50個の角度データを、ニューラルネットワークに学習させた。入力となる指の動きの特徴量は認識性能に左右するものであるが、ここでは指全体の総動き量を時系列データとして入力し、過去の履歴情報としては、 $k=10$ とした。出力層は、2個のニューロンからなり、大きいボールの場合には出力1が発火し、小さいボールの場合には出力2が発火するように学習させた。

学習の終了したニューラルネットワークに、未学習の指動き情報を入力し、有効性の検証を行った。図2に大きいボールの場合の結果を示す。図2(a)はフィルタリング処理後の指関節角度データを示している。図2(b)は、物体の後方を原点とした手の位置情報を示している。従って、曲線が極小となる時点が物体に接触した時刻となる。図2(c)は判別結果を示している。これより、出力1が発火し、出力2が抑制されており、正しく判別できたことを示している。小さいボールの場合にも同様に正しく認識されている。従って、ある対象物体に関する認識情報、さらにはどのようなつかみ方をするかという情報が、なんらかの形でPreshaping行動の中にあると考えられる。

図2において、大きいボールに接触した時刻は、動作が開始して約3.5[s]後であり、識別が可能となるのは、約3.0[s]後である。小さいボールの場合には、接触した時刻は約2.5[s]後であり、物体の識別が可能となるのは、約2.1[s]後である。したがって、Preshaping行動は手が動き始めてから接触の直前まで続き、その後の時間で指位置の微調整を行って、接触フェーズに移行するものと考えられる。ここでは、大きさの違う2種類のボールという比較的簡単な識別を行ったが、直方体や立方体の形をしたいくつかの物体に対しても同様に識別が可能であった。

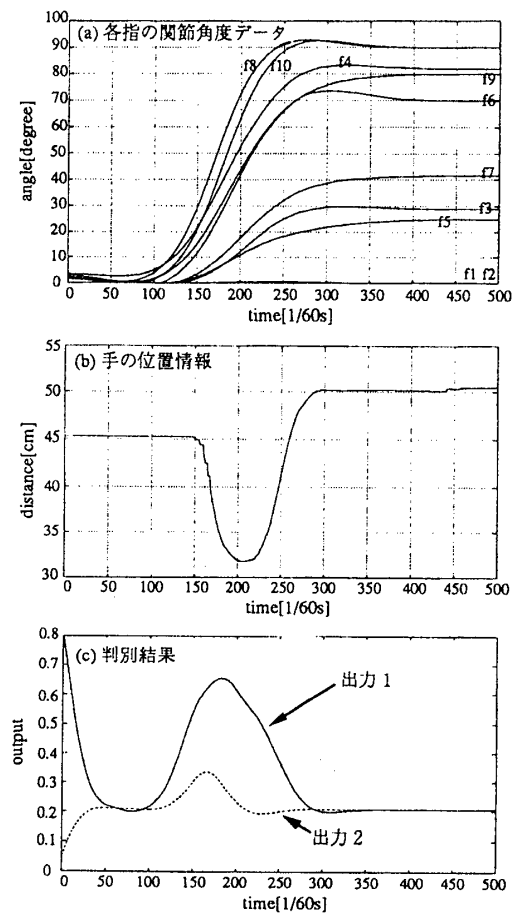


図2 大きいボールの識別結果

#### 5. おわりに

対象物をつかもうとするときに手の形を準備するPreshaping行動について検討を行った。手(指)の動きから何をつかもうとしていたのか、またどのような持ち方をしているのかの識別を行うことが可能であることがわかった。今後は、「つかむ」という目的達成のための制御戦略を構築する予定である。

#### 参考文献

- [1] C.Bard, et al., "Shape Analysis and Hand Preshaping for Grasping," IEEE Workshop on IROS'91, pp.64-69, 1991.
- [2] 佐藤, 柳瀬, 吉田, 近藤, 「行動認識のための人間動作に関する時系列データの解析」, 第7回ヒューマンインタフェースシンポジウム, pp.133-138, 1991.
- [3] 福村, 宇野, 鈴木, 川人, 「視覚情報と体性感覚情報を統合し把持対象の内部表現を獲得する神経回路モデル」, SICE'91, pp.837-838, 1991.