

対象物の把持位置に関する視覚と運動の独立性 Independence of Visually Estimated Grasping Position And Grasping Position When Lifting-up an Grasped Object

藤田 貴大 (PY)[†], 中山 健[‡], 片山 正純[‡]

Takahiro Fujita(PY), Takeshi Nakayama and Masazumi Katayama

[†] 福井大学大学院システム設計工学専攻 [‡] 福井大学大学院知能システム工学専攻

fujita@h.his.fukui-u.ac.jp

Abstract— In this paper, we investigated independence of visually estimated grasping positions and these when lifting-up a grasped object. As a result, we found that both of the grasping positions were significantly different even when subject had known each correct grasping position of target objects. This indicates the independence of vision and action. Moreover, we also examined grasping positions for a movement task that does not lift up a grasped object. It is interesting to note that these grasping positions were significantly different from grasping positions when lifting-up a grasped object and were not significantly different from visually estimated grasping positions. Finally, our findings are quite attractive in order to investigate a visuomotor system for grasping and reaching.

Keywords—vision, action, independence, grasping

1 序論

ヒトの運動において視覚情報は特に重要な役割を果たしている。この観点からヒトの視覚と運動の関係について活発に研究されており、視覚と運動の密接な関係が明らかになっている ([3] など)。その反面、最近ヒトの運動が知覚結果に影響されないという研究結果が報告されている ([1, 2] など)。例えば、Goodale ら [1] はエビングハウス錯視を用いた心理物理実験を行い、円のサイズ知覚に錯覚が生じている状態でその円をつかむ運動を行ったときの最大指先幅は錯視の影響を受けていないことを明らかにした。同様の観点から数多くの研究が行われてきたが、これらの研究の多くはサイズ知覚や立体知覚や重さ知覚などの知覚レベルでの錯覚を利用したものである。そこで、本研究では日常行っている把持運動に焦点を絞り、視覚的に推定した把持位置と実際に把持して持ち上げたときの把持位置を比較検討することにより、視覚と行動の独立性について検討する。

2 計測実験

2.1 実験環境

実験環境は、三次元運動計測装置 (OPTOTRAK3020, Northern Digital Inc.)、視覚提示シャッター (UMU ガラス, 日本板硝子)、把持位置を答えるためのレバー (矢印が連動して動く)、身体固定用の実験用椅子、頭部固定器具を用いて構築した (図 1)。把握運動と把持位置は三次元運動計測装置によって $200[H_z]$ で計測した。

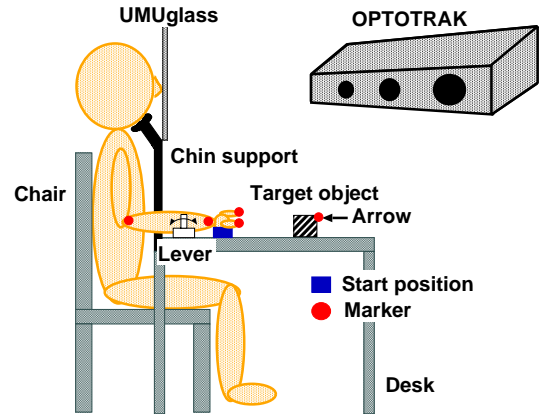
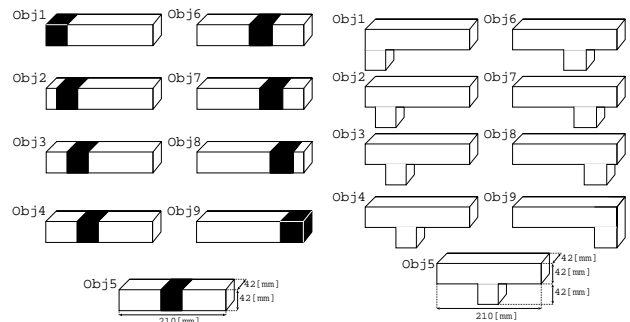


図 1: 実験環境



(a) 対象物 A

(b) 対象物 B

図 2: 対象物

2.2 対象物

図 2 に示す 2 種類の対象物を用いた。図 2(a) の対象物 A の一部が黒色になっており、黒い部分には重りが入っており白い部分より重くなっている。対象物 B は図 2(b) のように形状が異なっている。このように、それぞれの重心位置が異なるように作成した。

2.3 計測課題

本実験では、3 種類の課題で把持位置を計測した。

- 視覚推定課題 (VT): 対象物を把持する位置に矢印を合わせる。ただし、実際に把持運動は行わない。
- つまみ課題 (PT): 対象物まで手を伸ばし、把持する。ただし、把持した後に持ち上げない。
- 持ち上げ課題 (LT): 対象物まで手を伸ばし、把持して持ち上げる。

2.4 実験1

視覚と行動の独立性を調べることを目的とし、3つの計測課題を用いて以下の手順で把持位置を計測した。対象物Aと対象物Bのそれぞれの実験には10名の被験者が参加した(合計20名)。対象物Aを用いたグループには、実験前に黒色の立方体と白色の立方体を持ち上げてもらい、黒色の部分が重いことを教示した。

1. VTとPTの計測(9対象物×2課題=18試行)
2. LTの計測(9対象物×5回=45試行)
3. LTの試行を繰り返す(10分間)
4. LTの計測(9対象物×5回=45試行)
5. VTとPTの計測(9対象物×2課題=18試行)

2.5 実験2

つまみ課題(PT)と持ち上げ課題(LT)の2つの運動課題の把持位置と把握運動(把持運動と到達運動)について計測した。対象物Aの3種類の対象物(Obj1, Obj5, Obj8)を用いた。被験者は実験前にLTを繰り返すことにより各対象物の正しい把持位置(重心位置)を十分に学習し、その後以下の手順で計測を行った。

1. LTの計測(3対象物×20回=60試行)
2. PTの計測(3対象物×20回=60試行)

また、視覚フィードバックの影響についても調べるため、運動中に手と腕が見える視覚あり条件と運動中の手と腕が見えない視覚なし条件のそれぞれで上記計測を行った。ただし、視覚なし条件の計測を先に行った後に視覚あり条件での計測を行った。実験2には実験1に参加していない5名の被験者が参加した。

3 結果

3.1 実験1

手順1(VTとPT)、および手順2(LTの各対象物での第1試行)では、正しい把持位置(重心位置)を学習する前の試行であり(学習前)、手順4(LT)と手順5(VTとPT)は正しい把持位置を学習した後の試行である(学習後)。対象物Aの結果の1例を図3に示す。学習前と学習後のそれぞれの結果において、LTとVTの把持位置には有意な差が見られ($p < 0.01$)、対象物を把持して持ち上げるときの把持位置は、視覚的に推定した把持位置と異なっていることを示している。この結果は視覚的推定と行動の独立性を示している。

さらに、LTとPTは共に運動課題であるにも関わらずそれぞれの把持位置には有意差が見られた($p < 0.01$)。PTでは持ち上げないためにどの位置を把持してもいいはずであるが、興味深いことに、PTでの把持位置とVTで視覚的に推定した把持位置には有意な差は見られなかった($p \geq 0.05$)。つまり、PTでは視覚的に推定した把持位置と同じ位置をつまんでいることになる。

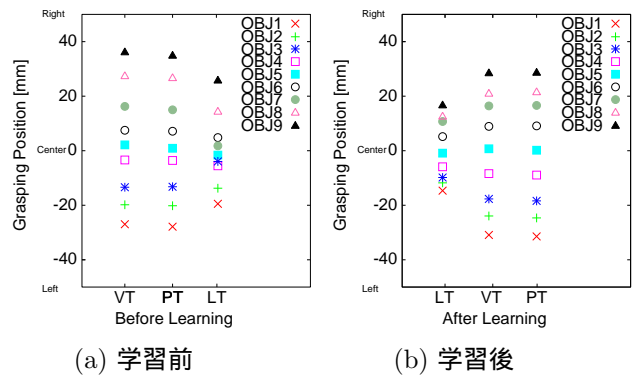


図3: 把持位置(対象物A)

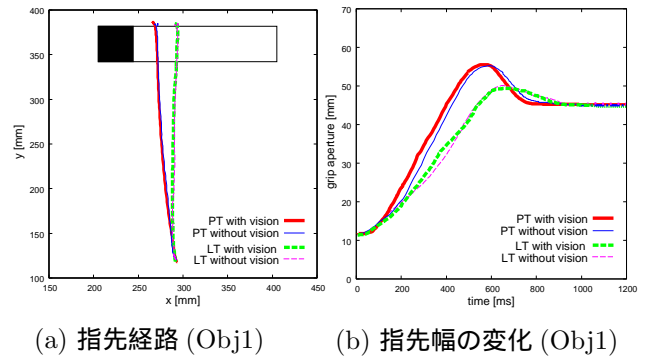


図4: 把握運動

最後に、学習後では正しい把持位置が分かっているにもかかわらず、学習後のVTとPTでは正しい把持位置になっていないことは非常に興味深い結果である。

3.2 実験2

全被験者において同様の傾向であるため、把握運動中の指示指の指先経路の典型的な結果を図4(a)に示し、図4(b)に把握運動中の指先幅の変化の1例を示す。LTとPTでの指先経路は運動開始直後から異なっており、到達運動の運動時間や最大接線速度などについても評価した結果、LTとPTでは有意な差が見られた($p < 0.01$)。一方、把握運動中の指先幅でもLTとPTでは運動開始直後から異なっており、把持運動の運動時間や最大指先幅などについても評価した結果、LTとPTでは有意な差が見られた($p < 0.01$)。これらの結果から、把握運動中の把持運動と到達運動の両運動は、LTとPTで運動開始直後から異なっている。また、到達運動および把持運動の両運動共に視覚あり条件と視覚なし条件では有意な差は見られなかった($p \geq 0.05$)。このため、運動中の自身の手・腕の視覚情報は把持位置と把握運動にほとんど影響を及ぼしていない。

参考文献

- [1] S. Aglioti, J.F. DeSouza, and M.A. Goodale. *Curr Biol*, Vol. 5, pp. 679–685, 1995.
- [2] J. R. Flanagan and M. A. Beltzner. *Nat Neurosci*, pp. 737–741, 2000.
- [3] A. M. Wing, P. Haggard, and J. R. Flanagan. *HAND AND BRAIN*. Academic Pr, 1996.