

日常物体の方向の視覚的認知

新美 亮輔
横澤 一彦

東京大学大学院人文社会系研究科
東京大学大学院人文社会系研究科

Visual recognition of depth-orientation of familiar objects was studied. Subjects were asked to detect 15° orientation difference of simultaneously presented two familiar objects. We found that 15° difference was easy to detect at objects' front and back views, while it was relatively difficult at oblique views. The result suggests that orientation recognition is imprecise in oblique views because those views mainly provide view-invariant visual features and object-centered representations that lack orientation information.

Keywords: object recognition, familiar object, depth rotation, view dependency.

問題と目的

物体が観察者に対してどのような方向を向いているかを認知し、物体中心表象と観察者中心表象を換算できることは、物体の認知や、道具などの物体を使用する際に重要だと考えられる。しかし、物体の方向そのものがどのように認知されているかについて、あまり知られていない。これまで、物体の方向に依存して物体認知の成績が変化することは知られている。たとえば、物体を正面から見た場合には、物体を斜めから見た場合よりも、物体の同定課題の成績が低下する

(e.g. Lawson, Humphreys, & Jolicoeur, 2000)。この現象は物体認知の視点依存性と呼ばれている。斜めのある方向にある物体の像からは、物体の方向に依存しない視覚的特徴を利用して物体中心座標に基づいた3次元的な物体表象が得やすいため、物体認知が容易になると考えられている。物体中心座標に基づいた物体表象とは、観察者に対する物体の方向に関係のない表象形式であるため、この場合には物体の方向という情報はあまり得られていないと考えられる。一方で、正面などの特殊な方向においては、物体中心座標に基づいた表象が得にくく、その方向に特異的な視覚的特徴や表象が得られていると考えられる。この場合には物体認知は相対的に難しくなるが、しかしその方向に特異的な視覚的特徴が得られているため、物体の方向はわかりやすくなると考えられる。したがって、物体の方向認知の精度は、物体の方向（正面や斜めなど）に依存して変化すると仮説を立てた。

この仮説を実験的に検討するため、図1のように2つの日常物体の画像を同時に提示し、両者に物体の方向の違い（15°）があるかどうかを判断する課題を行った。正面とそこから15°異なる方向との間の方向の違いの検出が容易だが、斜めの方向（たとえば45°）とそこから15°異なる方向との間では難しくなると予測した。実験1では同じ物体の画像について、実験2では異なる物体の画像について同じ課題を行った。

方法

被験者。 実験1には12名が、実験2には別の12名が参加した。

実験 1



実験 2



図1. 実験1および実験2の異試行の刺激例。

刺激。 自然な前後・上下が明確で、左右対称な形状を持つ日常物体18種のカラーCG画像を用いた。細長いもしくは平らな形状の物体は物体の方向によって輪郭形状が大きく異なり、それが方向の違いの手がかりになると考えられたため、そのような物体は避け、物体の奥行き・幅・高さのうち最長と最短の比が1.7以下となる物体のみを用いた。また、奥行きが最長の物体、幅が最長の物体、高さが最長の物体を同数ずつ含めた。

手続き。 被験者は、注視点の後に画面上に提示される物体の2つの画像を観察し、両者で物体の方向が違いか同じかをできるだけ早くキー押しで回答した。画像は反応が行われるか5000msが経過するまで提示された。片方の画像は物体を0°（正面）、45°、90°（横）、135°、180°（後ろ）のいずれかから見た画像だった。もう一方には、同じ方向の画像が提示される（同試行）か、もしくは±15°どちらかにずれた方向から見た画像が提示された（異試行）。実験1ではこの2画像は同じ物体の画像とし、実験2では異なる物体の画像とした。同試行と異試行は全試行中同数で、その順序はランダムとした。物体認知にかかるコストを低減するため、実験に用いられた全物体の名称のリストが実験前に被験者に提示された。本試行は360試行から成り、その前に24試行から成る練習試行が行われた。練習試行では本試行で用いられない6種類の物体が用いられた。

結果

実験1の反応時間および誤答率の結果（表1）から、0°・180°で物体の方向認知の成績が良いことがわかった。物体の方向の効果について1要因の分散分析と下位検定（テューキーのHSD法）を行った結果、異

表1. 実験1の結果.

| | | 物体の方向 | | | | |
|--------------|-----|-------|------|------|------|------|
| | | 0° | 45° | 90° | 135° | 180° |
| 反応時間 (ms) | 異試行 | 955 | 1497 | 1258 | 1464 | 1007 |
| | 同試行 | 1401 | 1722 | 1702 | 1746 | 1306 |
| 誤答率 (%) | | 6.2 | 13.3 | 15.5 | 14.4 | 5.6 |

表2. 実験2の結果.

| | | 物体の方向 | | | | |
|--------------|-----|-------|------|------|------|------|
| | | 0° | 45° | 90° | 135° | 180° |
| 反応時間 (ms) | 異試行 | 1023 | 1246 | 1112 | 1219 | 1000 |
| | 同試行 | 1026 | 1299 | 1167 | 1355 | 958 |
| 誤答率 (%) | | 5.8 | 40.0 | 27.9 | 38.9 | 6.1 |

試行の反応時間は0°・180°が他の3条件より速く、また90°も45°・135°より速かった(ともに $p<.01$)。同試行でも0°・180°の反応時間は他より速かった($p<.01$)。誤答率は、0°・180°で他の3条件より有意に低かった($p<.01$)。

実験後に被験者に画像のどのような点に注目したか内観報告を求めたところ、(1)2画像間での色や反射光・陰影の違い、(2)物体のパーツの位置関係の違い(たとえばカエルの右足と左足が重なっているかどうか)、(3)直線的な輪郭線の傾き、(4)輪郭形状の違い、(5)物体の正面や側面など特定の面が見えているかどうか、といった回答が得られた。実験1では同物体の画像が提示されたため、画像の局所的な相違点を探せば課題が遂行でき、総じて被験者は局所的な相違点を探そうとしていたことが示唆された。このうち、0°や180°、90°での成績上昇の原因として考えられるのは直線的輪郭線の傾きである。刺激物体にはイスや家などの直線的な人工物もあり、これらを正面や真横から観察した像には水平な輪郭線がある。しかし物体の向きが15°ずれるとこれらの輪郭線は斜めになるため、物体の方向の違いの手がかりとなり得る。そこで、実験に用いた18物体の輪郭線がどの程度直線的かを実験に参加していない12名の被験者が評定し、直線的な10物体と曲線的な8物体に分類した。実験1の実験結果をこの分類に従って分けて分析した結果、反応時間ではどちらの分類でも同様の傾向だったが、誤答率では傾向が異なり、曲線物体の場合には90°での誤答率が高かった。直線物体では、直線的な輪郭線が水平か傾いているかといった局所的な視覚特徴の違いが利用された結果、90°で成績が向上していたと考えられる。

実験2では異なる物体の画像が提示されたために、上記のような局所的な画像の違いを利用することはできなかった。そのため、課題の難易度が増し、実験2の結果(表2)では誤答率が全体的に高くなっていた。しかし物体の方向の効果は実験1と同様の傾向を示し

ていた。実験1と同様の分析を行ったところ、誤答率は0°・180°で他より有意に低く、また90°でも45°・135°より有意に低かった(ともに $p<.01$)。反応時間は、異試行・同試行どちらも0°・180°で他より速かった($p<.01$)。したがって、局所的な相違点が利用できなくとも、0°と180°では物体の方向の認知が正確になっていたと言える。90°での成績向上は直線的な輪郭線の効果であると考えられる。

考察

物体の方向の視覚的認知は正面と後ろで正確だが、斜めでは相対的に不正確であることがわかった。正面や後ろの物体の像では方向の情報が正確に得られているが、斜めの像ではあまり正確に得られていないと言える。斜めの方向にある物体の像からは、主として物体の方向に依存しない視覚的特徴(輪郭線のY字状交点など、Biederman, 1987)が抽出されているため、物体の方向が15°変化してもそれらの視覚的特徴には変化がなく、方向の変化を検出しにくいと考えられる。一方、正面や後ろ(および真横)の向きの物体の像からは、それらの方向に特異的な視覚的特徴が得られていると考えられる。具体的には、水平な直線的輪郭線や、輪郭の対称性などである。方向が変化すると、これらの特徴には質的な変化が起こる(水平ではなくなる、対称性が失われる、等)ため、物体の方向の変化が容易に検出されると考えられる。今回の実験では輪郭の対称性に注目したという内観報告は得られていないが、対称性が物体の方向の手がかりとして用いられるという報告もあり(McBeath, Schiano, & Tversky, 1997)、無意識的に用いられていた可能性がある。

こういった結果から、物体の方向の認知の正確さは一定ではなく、物体の絶対的な方向に依存して大きく変化することがわかった。その変化は物体の方向に依存的な視覚的特徴と非依存的な視覚的特徴のどちらが主に得られているかどうかに関係しており、また物体中心座標に基づいた物体表象の得やすさが物体の方向に依存して変化していると考えられる。

引用文献

- Biederman, I. (1987). Recognition-by-components: A theory of human image understanding. *Psychological Review*, *94*, 115-147.
- Lawson, R., Humphreys, G. W., & Jolicoeur, P. (2000). The combined effects of plane disorientation and foreshortening on picture naming: One manipulation or two? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *26*, 568-581.
- McBeath, M. K., Schiano, D. J., & Tversky, B. (1997). Three-dimensional bilateral symmetry bias in judgments of figural identity and orientation. *Psychological Science*, *8*, 217-223.