

3次元知覚における陰影と輪郭の相互作用

水野 力・塩入 諭・矢口博久・久保走一

千葉大学 工学部 画像工学科
〒263 千葉市稲毛区弥生町1-33

1. はじめに

陰影として同じ輝度分布を持つ画像において、その周囲の輪郭形状が異なると知覚される3次元形状が異なることが知られている。また、陰影と輪郭から予想される形状が大きく異なる場合、輝度分布は陰影として知覚されない傾向がある¹⁾。これらは、陰影による形状知覚が輪郭の影響を受けることを意味している。

本研究では、陰影と輪郭の各々から矛盾無く形状が予想される場合を“整合的”とし、整合的に知覚される条件を調査する。それに基づき、3次元形状知覚処理における陰影と輪郭形状の相互作用を検討することを目的とする。

2. 方法

呈示刺激には、計算機制御のCRTディスプレイ上に仮想した正弦波面を用いた(図1)。輪郭は正弦波であり、輝度分布は完全拡散反射面を仮定し、仮想面の法線ベクトルと、仮想光源からの光線ベクトルの内積を計算することにより求めた。

実験では輝度分布の位置や輪郭の振幅、光源方向などを変化させた刺激が被験者に呈示され、被験者は各刺激の輝度分布と輪郭が整合的に知覚されたか否かを応答する。各条件下で呈示刺激が整合的に知覚された割合を求めることから、整合的知覚の生じる条件について検討した。

3. 実験条件

以下の各条件下で実験を行なった。

(I) 輪郭の位置を変えずに、輝度分布の位置

1993年夏期研究会(7月27日)ポスター

(位相で表す)を変化する。光線の入射角は 40° である。

(II) 輝度分布を一定にし、輪郭の振幅を変化する。光線の入射角は 40° である。

(III) 光線の入射角が 0° で輪郭に対し輝度分布の周期を変化する。輪郭を固定し、輝度分布の位置は左端が固定であった。この場合、光源が仮想面の直上にあるとき、輪郭に対し輝度分布の周期が2倍であると、光源方向が仮想面に対し斜めであるように知覚される(図2)。

(IV) 輪郭、輝度分布とも、振幅、位置は一定で、光線の入射角を変化する。

なお、被験者は、I, IIが5名、IIIが2名、IVが3名である。

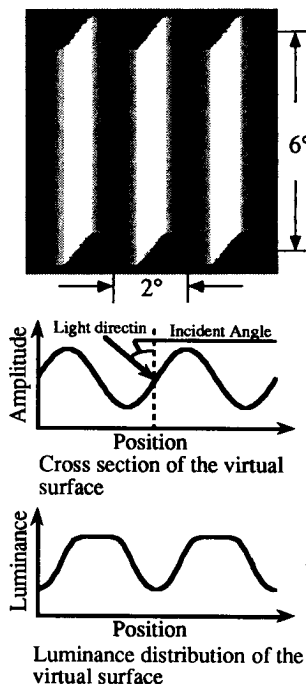


図1 刺激の概略

4. 結果

各条件下において被験者が整合的と応答した割合を図3に示す。縦軸は整合的であると判断した割合で、横軸は各条件下で変化させた変数である。

(I) 輪郭に対する陰影の位相差が 20° を越えると整合応答率は急激に減少し、 50° 以上ではほとんど整合的な応答は得られなかった。

(II) 輪郭の振幅が大きくなって、比較的高い割合で整合的と判断された。しかし振幅が 0.2° 以下において整合応答率は著しく低下した。

(III) 図2 bに対応する輝度分布の周期が輪郭の周期の2倍の条件においてどの被験者も整合的であるという結果を示したが、図2 aに対応する輝度分布の周期と輪郭の周期が同じ条件においては被験者間の差が大きく異なり、完全に整合的であるという結果の被験者と完全に不整合であるという結果の被験者に分かれた。

(IV) 入射角が 30° 以上において、整合的の判断が多いが、それ以下では、IIIと同じく被験者間の大きな差が見られた。入射角が 0° の場合に完全に整合的であるという被験者と完全に不整合であるという被験者に分かれた。

5. 考察

整合的な奥行き知覚に影響している要因として、輪郭の曲率と輝度勾配の相関の高さが考えられる。輪郭の曲率と輝度勾配を刺激中の各位置で計算し、その間の相関を求め、それと実験

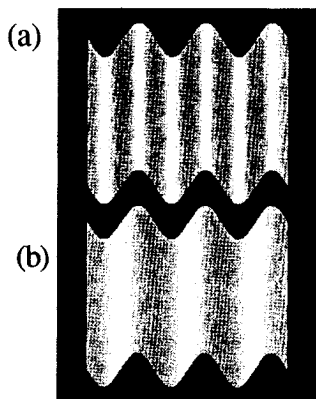


図2 光源が仮想面の直上であるときの刺激の様子 (bは輝度変化の波長がaのもの2倍のものである)

結果を比較した。各条件での変数による相関係数の変化を図3に曲線で示す。

I, II条件では整合性と相関係数はよく似た結果を示している、輪郭の曲率と輝度勾配が整合性の要因であることを支持する。一方 III, IV条件では、被験者によって相関係数との類似も見られるが、被験者間の差が大きいため、明確な判断は下せない。

6. まとめ

整合的との判断をもとに、輪郭と陰影の奥行き間の相互作用について検討した。その結果、輪郭の曲率と輝度変化の相関が高いほど輪郭と陰影は整合的に知覚されることが示唆された。しかし、これは本実験で用いた図形に特有な関係である可能性は否定できないし、被験者間の差も説明できない。今後さらに詳細な調査が必要である。

文献

- 1) 塩入 論：3次元空間の視知覚。日本写真学会誌, 54, 49-58, 1991.

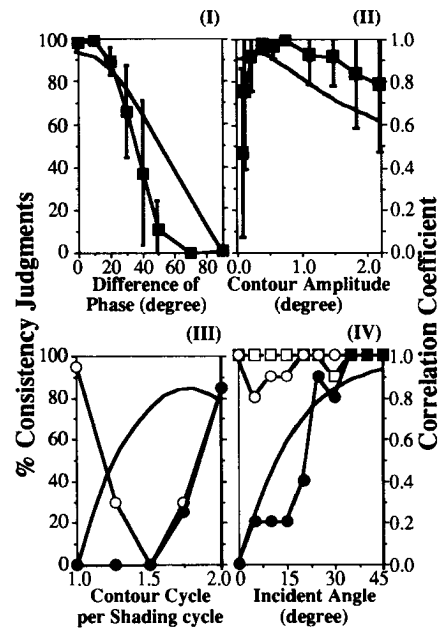


図3 実験結果と各条件における相関係数の推移。I, IIのデータ点は5名の平均値, IIIでは黒丸がYS, 白丸がCM, IVでは黒丸がHT, 白丸がKD, 四角がMYである。