

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	明度知覚における空間構造の認識と画像統計量の寄与に関する研究
Title(English)	
著者(和文)	金成慧
Author(English)	Kei Kanari
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第9694号, 授与年月日:2014年12月31日, 学位の種別:課程博士, 審査員:金子 寛彦,内川 惠二,小池 康晴,山口 雅浩,佐藤 いまり
Citation(English)	Degree:., Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9694号, Conferred date:2014/12/31, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

# 論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻： Department of	物理情報システム	専攻	申請学位 (専攻分野)： 博士 (工学)
学生氏名： Student's Name	金成慧		指導教員 (主)： Academic Advisor(main) 金子寛彦
			指導教員 (副)： Academic Advisor(sub)

## 要旨 (和文 2000 字程度)

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters)

本論文は「明度知覚における空間構造の認識と画像統計量の寄与に関する研究」と題し、全6章より構成される。

第1章「序論」では、当該分野における過去の研究を概観し本研究の目的を述べる。まず、明度知覚のために用いられる照明や面の反射率の特性とそれらの推定に関する問題を述べる。そして、過去の研究より明らかな点および不明な点を明確にし、本研究の目的を述べる。具体的には、視野中に含まれる物理的輝度の分布や空間構造の認識による明度知覚への影響を明らかにし、明度決定のための視覚情報処理過程のモデルを構築することを本研究の目的とする。

第2章「自然画像における明度知覚」では、対象周囲の輝度分布と空間構造による明度知覚への影響について実験的に検討した。画像中の物理的輝度の分布を一定に保ったまま、画像内容の認識の度合いを段階的に変化させることで、視覚系における高次処理の影響と低次処理の影響を分離し、明度知覚におけるそれぞれの影響を調べた。実験では、明度知覚を測定する円形刺激とその周囲に、室内、屋外、森のいずれかの自然画像を呈示した。そして、その自然画像をリング状に切り分け中心に対してそれぞれ異なる角度で回転させ、切り分けるリングの数と回転角度を変化させることにより、空間構想の認識の度合いを操作した。被験者は、中央の刺激に対して知覚した明度を、比較刺激の輝度を調整することにより応答した。その結果、物理的輝度特性が一定であっても、空間環境や空間構造の認識の違いにより明度知覚が変化した。この結果は、自然画像のような複雑な画像における明度知覚は周囲の物理的輝度から単純に決まるわけではなく、視覚系の高次処理の影響を受けていることを示しており、過去に提案されている多くの明度知覚のためのモデルでは説明できない。

第3章「周囲の輝度分布による明度知覚への影響」では、対象周囲の輝度分布による明度知覚への影響について実験的に検討した。具体的には、平均輝度を一定に保った無意味画像を用い、画像中の輝度分布の標準偏差を変数として、中央に呈示される刺激に対する明度知覚と瞳孔反応を測定した。その結果、画像の平均輝度が同じであっても、周囲の輝度の標準偏差が増大すると、中央刺激の知覚的明度も増大することが明らかになった。ただしこの影響は、中央刺激の輝度が周辺領域の平均輝度よりも高い場合に限られた。また、輝度の標準偏差が増大すると過渡的な縮瞳が大きくなり、その後の持続的な瞳孔径はより小さくなることが明らかになった。一方、実環境の様々な場面における照度と画像統計量の分析を行い、ある場所の照度とその周囲の輝度標準偏差の間に正の相関があることを明らかにした。これらの結果は、実験により明らかになった周囲の輝度標準偏差と明度知覚および瞳孔反応の関係が、自然環境における輝度分布と照度の関係に対応していることを示す。

第4章「周囲の空間構造と明度知覚」では、対象周囲の空間構造による明度知覚への影響を実験的に検討した。具体的には、ランダムドットステレオグラムを用いることで刺激の物理的輝度情報を一定に保ったまま、対象の周囲の空間構造のみを制御し、明度知覚への影響を測定した。その結果、空間構造から推測される照明の強度の違いが明度知覚へ影響することが明らかになった。また、実環境におけるさまざまな空間の照度と空間の大きさの測定を行い、それらの間に正の相関があることを明らかにした。これらの結果は、実験で見られた空間構造と明度知覚の関係が、自然環境における照度と空間構造の関係に対応していることを示す。

第5章「総合考察」では、第2章から第4章までの実験から得られた結果をまとめ、それらの知見をふまえて、画像の輝度統計量と空間構造に基づいた明度知覚のための視覚情報処理過程に関するモデルを提案した。そのモデルでは、視覚経験から得られた対象の周囲の輝度統計量および空間構造と照明の関係に基づいて、対象の照明強度が決定され、次に、その照明と対象の輝度から明度知覚が決定されるとする。そして、本研究から得られた明度知覚における空間構造の認識と輝度等計量の寄与に関する知見を明度知覚一般に拡張する考察を行い、今後の課題について述べた。

第6章「結論」では、本研究で得られた成果をまとめた。

本論文では、心理物理的手法によって周囲の空間構造の認識と画像統計量が明度知覚に与える影響を明らかにし、その結果に基づいて明度決定の処理過程のモデルを提案した。これらの知見は、人間の明度知覚機構の解明やそれに基づいた照明設計において新たな可能性を示すものである。今後、実環境の空間分布と照明の測定を行い、自然画像や自然シーンの空間構造の定量化し、照明との対応関係を明らかにすることが望まれる。

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).

(博士課程)  
Doctoral Program

# 論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻： Department of	物理情報システム	専攻	申請学位 (専攻分野)： Academic Degree Requested	博士 (工学)	Doctor of
学生氏名： Student's Name	金成慧		指導教員 (主)： Academic Advisor(main)	金子寛彦	
			指導教員 (副)： Academic Advisor(sub)		

要旨 (英文 300 語程度)

Thesis Summary (approx.300 English Words)

In the first experiment, this study investigated the effects of surrounding luminance distribution and spatial layout of an object on the lightness of that by varying the degree of scene recognition with keeping the luminance and distance from the center of each pixel unchanged. Results showed that perceived lightness was influenced by the degree of the recognized image contents even though the luminance distribution of the image was the same. In addition, results showed that the standard deviation of luminance in adjacent area affected the luminance perception.

In the second experiment, this study examined whether the standard deviation (SD) of luminance distribution serves as information of illumination. The lightness of a patch presented in the center of a scrambled-dot pattern were measured while manipulating the SD of the luminance distribution. Pupil diameter also measured while viewing a similar stimulus. Results showed that lightness and pupil diameter decreased as the SD of the surround stimulus increased. Furthermore, results of field measurements revealed a correlation between the SD of luminance distribution and illuminance in natural scenes. These results indicated that the visual system refers to the SD of the luminance distribution in the visual stimulus to estimate the scene illumination.

In the second experiment, this study investigated the influence on lightness perception from spatial layout surroundings given no luminance information. The stimulus consisted of random dots having binocular disparity, representing a 3D layout based on scanned data of a distance distribution. Results showed that the responded luminance was greater when the test patch was presented in the spatial layout of the indoor scene than when presented in that of the outdoor scene. These results suggest that the visual system can infer the illumination of a scene from a spatial layout given no information of luminance for lightness perception.

In conclusion, human visual system estimates the lightness of an object from the relation between illumination and luminance distribution/spatial layout in our visual experience.

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).