

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	輝度画像を利用した照明とブラインドの協調制御と設計法に関する研究
Title(English)	A study on cooperative operation and design method in lighting and blind control system based on luminance image
著者(和文)	小島義包
Author(English)	Yoshikane Kojima
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11109号, 授与年月日:2019年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:中村 芳樹,松岡 昌志,室町 泰徳,那須 聖,浅輪 貴史
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11109号, Conferred date:2019/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

論文審査の要旨及び審査員

(2000字程度)

報告番号	乙 第 号	学位申請者	小島 義包	
論文審査員	氏 名	職 名	氏 名	職 名
	主査 中村 芳樹	教授	浅輪 貴史	准教授
	松岡 昌志	教授		
	室町 泰徳	准教授		
	那須 聖	准教授		

本論文は、「輝度画像を利用した照明とブラインドの協調制御と設計法に関する研究」と題し、以下の6章から構成されている。

第1章「序論」では、国が目標としているZEB（ネット・ゼロ・エネルギー・ビル）の普及には空調に次いでエネルギー使用量が多い照明の省エネが喫緊の課題であり、オフィス照明においてはタスク・アンビエント照明の普及と適切な昼光利用がこの課題の有力な解決手段であるという認識の下、研究の背景と既往の技術の課題を示し、明るさ感に基づく照明とブラインドの協調制御のロジックとシステム及び設計法を構築するという本研究の目的を述べている。

第2章「明るさ画像を利用した照明制御に関する検討」では、照明の調光率を制御する方法として、これまで照明設計や建物完成後の評価に用いられてきた明るさ画像（明るさ尺度値（NB値）を各画素に持つ明るさ知覚の推定画像）を用いる方法を提案している。まず、明るさ画像上に設定した評価エリア（明るさ感を確保したい領域）のNB値を、目標として設定した値（目標NB値）とするという条件から、照明調光率を算出するアルゴリズムを提案し、次に実際のオフィスを用いた主観評価実験の結果から、目標NB値として適切な範囲を明らかにし、さらに実際のオフィスで実証システムを構築することで、昼光変動下においても目標NB値を維持できる制御システムが実現可能であること明らかにしている。

第3章「輝度画像を利用したブラインド制御に関する検討」では、まず、室内に入射するとグレアを発生させる太陽直射光や、屋外建物の反射によって生ずる反射グレアについて、屋外輝度画像を測定し、測定された輝度画像より算出される輝度コントラスト（C値）と対数輝度平均（A値）を利用することで、それらによるグレアの有無が判定可能であることを明らかにし、構築したシステムではその判定閾値が $C \geq 0.4$ 、 $A \geq 4.5$ となることを明らかにしている。さらに、窓面の明るさを制御するため、屋外輝度画像からブラインド面の輝度を推定し、ブラインドを重ね合わせた窓面輝度画像のNB値とその領域率から適切なスラット角を算出する方法を提案し、実際のオフィスを用いた実証実験により、この方法によってブラインドの適切な自動制御が実現できることを明らかにしている。

第4章「照明とブラインドの協調制御に関する検討」では、照明とブラインドの協調制御を実現するロジックを提案し、実際のオフィスに構築した実証システムを用いた実験結果から、窓面輝度が異なる状態にあっても目標NB値を維持することができることを確認した上で、照度センサを利用した従来の一定照度確保制御では、窓面輝度が高い場合に明るさ感が低下するという問題があることを指摘し、これに対して提案した実証システムでは、窓面輝度を抑えることによって、ブラインド開放時よりも少ない電力で目標NB値を満足できることを明らかにし、さらにトータルとしてみると、従来システムに比べてブラインドの開放性が高くなることから、本研究で提案した照明とブラインドの協調制御システムを用いれば、従来制御でしばしば生ずる明るさ感の低下を回避しつつ、省エネルギーが実現できることを明らかにしている。

第5章「協調制御を構築するための設計法の提案」では、明るさ感の制御目標値を与える評価エリアを適切に設定するため、タスク・アンビエント照明が多く採用されている欧米の事例を調査し、輝度に配慮した照明設計手法を分類した上で、評価エリア設定の考え方を提案している。天井、壁面の面積比率と室指数（部屋の間口、奥行、光源の高さの関係を示すもので、平均照度算出に用いられる）の関係性を明らかにし、室指数2.0以上では、天井面の見えがかり面積が大きくなり、天井に配慮した照明計画や評価エリア設定が重要であることを明らかにしている。さらに、照明器具の特性を表す照明率を利用することで、人工照明による各面の平均輝度を算出する方法を新たに提案し、加えて昼光利用を想定した平均輝度の算出方法も導き、これらの方法を用いれば有効な制御システムが設計できることを明らかにしている。

第6章「結論」では、各章で得られた結果をまとめ、本論文の結論を述べるとともに、ZEB実現に資する技術として広く普及するための課題に言及している。

以上を要するに、本論文は、タスク・アンビエント照明を採用する昼光利用オフィスを対象として、視環境の快適性と省エネルギー性を両立し得る照明とブラインドの協調制御システムを構築したものであり、工学上、建築設備学上、貢献するところが大きい。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値があるものと認められる。