

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)	論文要旨
Type(English)	Summary

(論文博士)
(Dissertation Doctorate)

論文要旨

(和文2000字程度)

Dissertation Summary (approx. 2000 characters in Japanese)

報告番号 For administrative use only	乙 第	号	氏 名 Name	小島 義包 KOJIMA YOSHIKANE
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もと、研究の背景と既往の技術の課題を示し、明るさ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、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（NB値）を各画素に持つ明るさ知覚の予測画像）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値が、目標として設定された値（目標NB値）となるような照明の調光率を算出し制御する方法を提案している。また、タスク・アンビエント照明を想定した実大オフィスにおいて主観評価実験を行い、目標NB値の適正範囲を明らかにしている。実際のオフィスに構築した実証システムについて、実験の結果から昼光変動下においても目標NB値を維持できる制御性能を有することを示している。 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、屋外輝度画像に対して輝度コントラスト（C値）と対数輝度平均（A値）を利用した遮光要否判定方法について検討している。検出対象は、室内に入射するとグレアを発生する太陽光やまぶしい反射光とし、実証実験結果からC値、A値を用いて判定できることを実証的に明らかにしている。また、屋外輝度画像からブラインド面の輝度を予測し、ブラインドを重ね合わせた窓面の輝度画像に対して、NB値とその領域の占める割合（領域率）からスラット角を算出する窓面明るさ判定方法について検討している。実際のオフィスでの実証実験の結果から、ブラインドの自動制御において実用性があることを示している。 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制御の協調に関するロジックを提案し、実際のオフィスに実証システムを構築している。実験結果から、実証システムは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ている。一方、照度センサーを利用した一定照度確保制御では、窓面輝度が高い時に明るさ感が低下する可能性があることを示している。また、実証システムは、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確認している。このほか、在来システムに比べてブラインドの開放性が高いことを空隙率の検証によって明らかにしている。 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の設定に関して、タスク・アンビエント照明が多く採用され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ている。評価エリアの設定の一助となるように、透視画像内の天井、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。）の相関を明らかにしている。結果、室指数2.0以上では、天井面の見え掛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示している。また、建築学会照明環境規準（AIJES-L0002-2016）で示された壁面と天井面の推奨輝度に対して、明るさ画像を用いて評価することで、第2章で得られた主観評価結果の評価境界値より低い値であることを示している。さらに、空間輝度の簡易予測方法として、照明器具の特性を表す照明率を利用した人工照明による平均輝度算出方法を新たに検討し、昼光利用を想定した窓面輝度を合わせた平均輝度算出方法を導いている。モデル計算を通して、この方法が実証システムの制御の適用性を予測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実用化に向けての今後の課題について言及している。 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方法とその有用性を提示している。				

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: Dissertation summaries must be written in either of the following formats: (A) both in Japanese (approx. 2000 characters) and in English (approx. 300 words), or (B) in English (approx. 800 words).

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。

Important: Dissertation summaries will be published online on the Tokyo Tech Research Repository (T2R2). Do not include information treated as confidential under certain circumstances.

(論文博士)
(Dissertation Doctorate)

論文要旨 (英文)

(300語程度)

Dissertation Summary (approx. 300 words in English)

報告番号 For administrative use only	乙 第	号	氏 名 Name	小島 義包 KOJIMA YOSHIKANE
This paper consists of the following 6 chapters. In chapter 1 "Introduction", energy conservation of lighting with a large amount of energy consumption is an urgent issue to promote the ZEB (net zero energy building) targeted by the country. In office lighting, based on the recognition that popularization of task & ambient lighting and appropriate use of daylight are a powerful solution for this issue, showing the background of the research and the problem of the past technology, the objective of this research to construct the logic and system and design method of cooperative control of lighting and blind based on brightness is stated. In chapter 2 "Study on lighting control using brightness image", a method of calculating the dimming ratio that the brightness of the evaluation area set on the brightness image which has been used for the lighting design until now is equal to the target value has been proposed. In addition, subjective evaluation experiments are carried out in the real office assuming the use of task ambient lighting, and the appropriate range of the target value of brightness is clarified. In Chapter 3 "Study on blind control using luminance image", shading judgment method using luminance contrast (C value) and logarithmic luminance average (A value) for outdoor luminance image is studied. In addition, a window surface brightness determination method that predicts the brightness of the blind surface and calculates the slat angle is studied. From the result of the demonstration experiment at the actual office, it shows that there is practicality in the automatic control of the blind. Chapter 4 "Cooperative control of lighting and blinds" proposes logic on coordination between lighting and blind control, and has built a demonstration system in actual office. Experimental results confirmed that the demonstration system can maintain the target NB value even when the window brightness is different. In addition, the demonstration system confirms that the target value of brightness can be satisfied with less electric power than when the blind is opened, by suppressing the window surface luminance. In Chapter 5 "Proposal of Design Method for Constructing Cooperative Control", as a simple prediction method of spatial luminance, a new method of calculating the average luminance using the illumination rate is studied. Through the model calculation, it is clarified that this method can predict the applicability of the control of the demonstration system. In Chapter 6 "Conclusion", The results obtained in each chapter are summarized, the conclusion of this paper is stated, and future work for practical application is mentioned as a technology contributing to realization of ZEB.				

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: Dissertation summaries must be written in either of the following formats: (A) both in Japanese (approx. 2000 characters) and in English (approx. 300 words), or (B) in English (approx. 800 words).

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。

Important: Dissertation summaries will be published online on the Tokyo Tech Research Repository (T2R2). Do not include information treated as confidential under certain circumstances.