OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	An Integrated Building Performance Evaluation Method with Building Information Modeling and Environmental Simulations
Author(s)	Worawan, Natephra
Citation	大阪大学, 2018, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/70765
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

Form 3

Abstract of Thesis

Name （Worawan Natephra）	
Title	An Integrated Building Performance Evaluation Method with Building Information Modeling and Environmental Simulations (ビムと環境シミュレーションを統合した建築性能評価方法)

Abstract of Thesis

This research aims to extend the capabilities of the current BIM for aiding the evaluation of building performance. This dissertation consists of seven chapters as follows:

Chapter 1 illustrates the background and objectives of this research.

Chapter 2 presents an overview of the concept of using BIM as the central data model for the analysis of multiple purposes for building performance analysis, techniques, and the recent technologies that are used to integrate with BIM to create new functionalities of BIM in relation to the evaluation of the performance of buildings (i.e., thermal performance of building envelopes, indoor thermal comfort, and lighting design). The literature review comprises the recent technologies that can be used to extend the capability of using the existing BIM, the concept of BIM technology, visual programming technologies, and BIM's Application Programming Interface (API). Using BIM and game engine technologies for lighting simulations, integrating sensing data with BIM, the literature related to thermal imaging, thermal performance, and thermal properties of building envelopes, the required variables for evaluating the thermal performance of building envelopes, and indoor comfort theories are also reviewed.

Chapter 3 presents the idea of connecting sensor data with a virtual BIM model and extracting physical and thermal properties from the BIM database using visual programming technology. In addition, the proposed system to integrate BIM with VR for an immersive VR system for interior and lighting design is also discussed. This chapter also briefly discusses the different frameworks of the proposed methodology including the contributions and a brief overview of each framework. It contains workflow summaries of the proposed systems.

Chapter 4 elaborates on the proposed approach to use BIM-based environment data to facilitate the visualization of the changes of thermal information of building surfaces and assessment of thermal comfort conditions. The main focus of this chapter is on the integration of visual programming technologies, thermographic images, sensing data, and BIM to create 4D thermal information for evaluating indoor thermal comfort of buildings and visualize the location of heat leakages on the building envelopes. The applicability of the system is validated in a real-world case study. The findings of the validation study and limitations of the system are summarized.

Chapter 5 elaborates on the proposed approach for a BIM-based overall thermal transfer value calculation system for a semi-automatic assessment of the Overall Thermal Transfer Values (OTTVs) of building envelopes using thermal properties of building materials in the BIM database. Integrating BIM and a developed visual script to automatically extract thermal and physical properties from the BIM database in order to provide a real-time thermal transfer value calculation is presented. The proposed system was validated by a case study.

In Chapter 6, a BIM-based lighting design feedback (BLDF) prototype system for realistic visualization of lighting conditions and the calculation of energy consumption is proposed to provide qualitative and quantitative outputs for lighting design by integrating BIM geometry information and immersive VR environment to simulate the illumination of lights in buildings and visualize realistic VR scenes using head-mounted displays (HMDs). The accuracy of the system is verified in a real-world building. This chapter includes a case study to demonstrate the BLDF usage flow and how the proposed system can be utilized.

Chapter 7 summarizes the presented frameworks and the findings of the study and suggests recommendations for future research.

様式 7

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏　名	（ Worawan Natephra ）	
	（職）	氏　名
論文審査担当者	主 査　教授	矢吹　信喜
	副 査　教授	澤木　昌典
	副 査　准教授	福田　知弘

論文審査の結果の要旨

本論文はBIMを拡張して建築性能評価を支援する手法を唱えたものであり，以下の7つの章で構成されている．

第1章では，背景と目的が記されている．

第2章では，BIMを用いた建築性能分析とBIMと外壁の温熱性能，屋内温熱快適性，照明設計といった建築性能評価に関する概念を包括的に述べ，これらに関する既往の文献についてレビューしている．

第3章では，センサのデータとBIMモデルを結びつけ，ビジュアルプログラミング技術でBIMデータベースから物理的なあるいは温熱に関する属性を抽出するアイデアを記述している．さらに，BIM と VR を統合化した照明設計を提案している．

第4章では，建築物の外壁の温熱情報の変化と屋内温熱快適性の可視化を行うためのBIMを用いた方法論について述べている．主眼は，ビジュアルプログラミング技術，温熱イメージ，センシングデータ，BIMを統合化して4次元温熱情報を作成し，屋内温熱快適性の評価を行い，ビルの外壁において熱の漏れる箇所を可視化することにある．開発したシステムを，実際の建物に適用して，検証を行っている．

第5章では，BIMデータベースにある建物の材料の温熱属性を用いてビルの外壁のOTTV (Overall Thermal Transfer Values) を半自動的に評価するためのシステムについて述べている．開発システムはケーススタディによって検証されている．

第6章は，照明状況をリアリスティックに可視化し，エネルギー消費量を計算するBIMに基づいた照明設計フィードバックシステム (BLDF) を提案し，プロトタイプを開発している．このシステムではヘッドマウンテッドディスプレイ (HMD) を用いたVRを採用している．本システムの正確性を実際のビルを用いて検証している．

第7章はでは，全体の枠組みを要約し，本研究における発見を述べ，将来の研究に向けた課題を列挙している．

以上のように、本論文は建築物の外壁の温熱性能，屋内温熱快適性および照明設計についてBIMモデルと統合化した新しい枠組みを提案しており，環境工学および関連する分野の科学技術の発展に大いに寄与するものである．

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。