



Title	機械学習を用いたサーバールームにおける施設管理手法に関する研究 [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	笹倉, 康佑
Citation	北海道大学. 博士(工学) 乙第7122号
Issue Date	2021-03-25
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/81315
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	theses (doctoral - abstract and summary of review)
Additional Information	There are other files related to this item in HUSCAP. Check the above URL.
File Information	Kosuke_Sasakura_review.pdf (審査の要旨)



[Instructions for use](#)

学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士(工学) 氏名 笹倉 康佑

審査担当者 主査 特任教授 羽山 広文
副査 教授 長野 克則
副査 教授 林 基哉
副査 准教授 森 太郎

学位論文題名

機械学習を用いたサーバールームにおける施設管理手法に関する研究
(Study on operation and management considering temperature environment and energy in server room)

近年、データセンタは社会生活において重要なインフラの一つとなった。今後もデータセンタに対する需要は高まっていくことが予測されており、継続的な運営がより一層求められている。また、データセンタにおける消費電力は、非常に大きく今後も増加し続けることが予測されている。その一方で、データセンタを構成する ICT 装置の仮想化技術・高発熱密度化や空調方式の多様化等により ICT とファシリティの関係性は密になり、ICT とファシリティを個別に管理する従来の管理方法では非効率な運用・管理となってしまう問題が生じている。そこで、ICT とファシリティを統合管理する手法に注目が集まっている。また、統合管理に期待される役割は、運用・管理の効率化だけでなく、情報の活用によりデータセンタの継続的な運営を実現するための信頼性の向上・データセンタの省エネルギー化にも期待されている。しかし、現状は情報の見える化が中心であり、信頼性や省エネルギー性に寄与する分析や活用事例は少ない。

本研究は、データセンタにおいて統合管理した情報を活用し、運用者や保守者が高品質なデータセンタサービスを提供するためのサーバールームの管理手法及びシミュレーション手法、省エネルギー施策が及ぼす効果の評価手法に関する知見を与えることを目指している。

第1章「序論」では、研究の背景と目的を述べ、関連する既往の研究について概説し、本研究の位置付けを示した。

第2章「空調機運転時における室温予測手法の研究」では、ICT 装置及び空調装置から取得可能な情報を説明変数と定義し、各説明変数が変化した場合の温度環境へ及ぼす影響を考慮したサーバールームの運用・管理手法の考察を行った。取得した情報と機械学習を組み合わせ、各説明変数を入力値とし、1 時点先の各ラック吸気温度を出力するシミュレーションモデルを構築した。構築したモデルに関する評価指標を定義し、機械学習の手法を複数比較検討しサーバールームにおける温度環境を管理するモデルとして適正な手法について提案した。また、機械学習と熱収支式を組み合わせることによる予測精度へ及ぼす影響について考察した。さらに、シミュレーションモデルの説明変数・学習頻度・学習期間が予測精度へ及ぼす影響に関する考察を加えた。

第3章「空調機停止時における室温予測手法の研究」では、サーバールームにおける空調機が停止した場合の温度環境を考慮したデータセンタの運用・管理手法の考察を行った。各種情報からシミュレーションに用いる説明変数及び学習データを定義し、機械学習を用いた空調機停止後にお

ける各ラック吸気温度の時系列変化を出力するシミュレーションモデルを構築した。また、シミュレーションモデルに関する説明変数、停止前の空調機運転台数、及び学習データに関する学習頻度や量が予測精度へ及ぼす影響について考察した。これらの結果、空調機停止後におけるラック吸気温度の時系列変化を事前に高い精度で予測可能なことを確認し、保守者が空調機の点検時や故障時における空調機停止時における温度環境へ及ぼす影響を事前に検討可能なことを示した。

第4章「省エネ改善実行時におけるエネルギー基準算出手法の研究」では、省エネルギー施策を実施する場合に必要な業務工程を定義し、省エネルギー施策を推進するためには施策の効果を定量的かつ正確に評価することが重要、かつ課題であることを考察した。そこでエネルギー管理を実施する運用者や保守者が省エネルギー施策の効果を定量的に把握するための基準値を算出するモデルを構築した。サーバールームの特性を加味して、省エネルギー施策を実施していない場合の消費電力推定値(ベースライン)を算出する機械学習を用いたモデルを提案した。特に、本モデルでは省エネルギー施策の実施者が算出された効果に対して納得感があることが重要と考え、モデルの説明力という観点を加え機械学習の手法を複数選定し、本問題において重要となると考え定義した評価指標により、各手法の比較検討を行った。また、一般的に用いられる過去の統計値を用いた基準値と提案するモデルを用いた基準値を比較し、提案したモデルの方が過去の統計値を利用した場合に比べて高精度に算出可能なことを確認した。さらに、省エネルギー施策を模擬した検証を行い、本モデルによる効果の見える化が可能なことを示した。

第5章「結論」では、本研究で得られた知見を総括し、今後の課題について考察した。

これを要するに、本研究は、運用者や保守者が高品質なデータセンタサービスの提供を目的に、サーバールームの温度環境の運用・管理手法、シミュレーション手法、省エネルギー施策が及ぼす効果の評価手法に関する知見を得たものであり、建築環境学、建築設備学およびエネルギー利用工学に貢献するところ大なるものがある。よって著者は、北海道大学博士(工学)の学位を授与される資格あるものと認める。