

IT 設備連係制御技術における稼働履歴を用いた

IT 機器利用優先度の導出

間瀬 正啓† 沖津 潤† 鈴木 英一† 野尻 徹† 佐野 健太郎‡ 清水 勇人‡

データセンタにおける空調機の省エネには、IT 機器の省エネである仮想化集約時の熱だまり抑止が重要となる。本稿では IT 機器を利用する際の優先度指標を稼働履歴に基づいて導出する手法を提案する。提案する指標を利用した IT 負荷配置最適化により、サーバールーム内の温度環境が平準化されることが確認された。

1. はじめに

近年のクラウドコンピューティングの発展に伴いデータセンタ市場が拡大しており、環境対策としてデータセンタの電力削減が課題となっており、IT 機器、空調設備を合わせたデータセンタ全体の省電力化が必須である[1]。

データセンタにおける IT 機器の省エネとして仮想化集約を行うと、サーバールーム内の発熱の分布に偏りが生じる。その際に空調設備で冷却しづらい箇所に発熱が集中すると、サーバールーム内の局所的な温度上昇が生じて空調機の省エネ効果が薄れてしまう。そのため、各 IT 機器の入気温度が平準化されるように IT 機器を利用することが望ましい。

従来手法では3次元熱流体シミュレーションを用いて各 IT 機器の発熱量あたりの空調電力上昇量(空調感度)を算出し、空調感度が小さい IT 機器から順に利用することで空調設備の省エネを実現している[2,3]。また、稼働履歴の数値解析により室内温度分布を予測する手法も提案されている[4]。その一方で、IT 機器の入気温度に偏りが生じる際の IT 機器の発熱量、すなわち消費電力のデータは運用時の稼働履歴から観測できる[5]。

そこで、本稿では IT 機器を利用する際の優先度指標を稼働履歴データの学習に基づいて簡易に導出する手法を提案し、外気空調機を導入して簡易的なアイルキャッピングが施されたサーバールーム環境において評価を行う。



図 1 稼働履歴から IT 機器利用優先度の導出

2. IT 機器利用優先度の導出方法

本章では、提案する稼働履歴の学習による空調感度の導出方法を述べる。本手法の概要を図 1 に示す。

サーバールーム環境の状態の分類においては、各ラックの入気温度の差が小さいほど空調効率がよいと考えられる。そのため、ラック入気温度の最大値 T_{max} と平均値 T_{avg} の差分 T_{diff} を特徴量として、線形分類器で分類する。

IT 機器利用の優先順位を求めるにあたっては、空調効率分類の特徴量 T_{diff} が小さい(空調効率が良い)分類において負荷統計量が大きい IT 機器を利用するのが望ましい。そこで、IT 機器 i の利用優先度の指標値 $metric_i$ は、空調効率分類 g_k における IT 機器 i の負荷 w_i の平均 $E(w_i | g_k)$ を用いて

$$metric_i = E(w_i | g_{good}) / E(w_i | g_{bad})$$

とし、 $metric_i$ が大きい IT 機器から順番に利用する。

† 日立製作所中央研究所
Central Research Laboratory, Hitachi, Ltd.

‡ 日立製作所日立研究所
Hitachi Laboratory, Hitachi, Ltd.

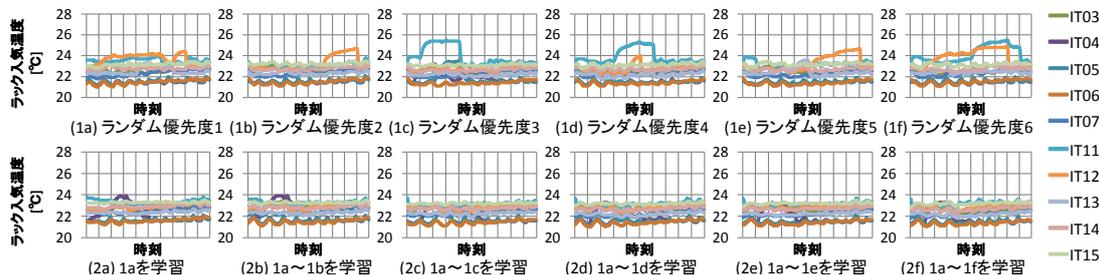


図 2 優先度順にラックを 1~10 台を使用した際の各ラックの入気温度

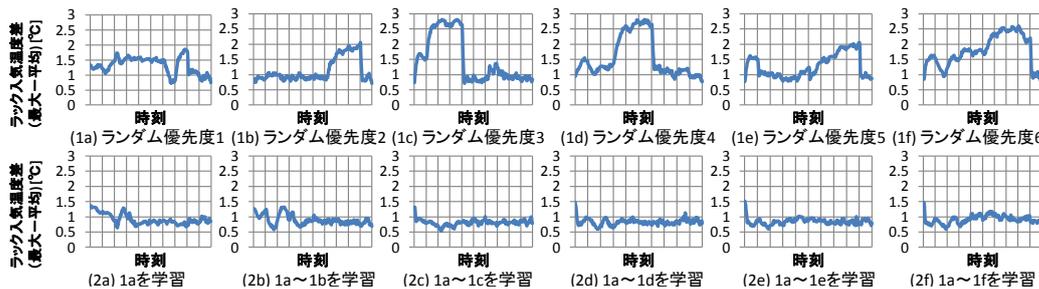


図 3 優先度順にラックを 1~10 台を使用した際の各ラックの入気温度差

3. 性能評価

図 4 に示すようなサーバールームにおいて、サーバを模した発熱体であるダミーサーバ 10 台を用いて実験を行う。IT 負荷の増加に従って使用するサーバラック台数が増加していくことを想定して、使用するラックを優先度順に 1 台から 10 台まで 30 分ごとに 1 台ずつ増やしていくときの各サーバラックの入気温度を実測する。各サーバラックの使用時の発熱量は 2kw, 不使用時は 0kw とした。サーバファンについては、サーバ使用時にオン, 不使用時はオフとする。

ランダム優先度の場合と学習した優先度の場合のラック入気温度を図 2 に示す。それぞれのグラフの縦軸が実測したラック入気温度, 横軸が時刻で 1 目盛りが一つの負荷パターンに相当する 30 分を示す。各系列が各ラックの入気温度に対応する。

ランダム優先度では簡易キャッピングをしていてもラック利用優先度によってラック入気温度の

ばらつきが異なり, 最大で 25°C を超えることがあるが, 学習した優先度では最大温度は 24°C 以下に収まっている。

ランダム優先度の場合と学習した優先度の場合のラック入気温度の最大と平均の差を図 3 に示す。ランダム優先度では差分は最大 2.8°C に達するが, 学習した優先度では 1~2 周期の学習で差分は最大 1.5°C 以下に収まっている。

4. まとめ

データセンタでは, ラックの入気温度を平準化することが IT 機器の可用性確保および空調機器の省エネのために重要である。この温度平準化のための IT 機器使用優先度を空調感度の観点から稼働履歴の学習により導出する手法を提案し, データセンタの実証エリアにおける検証実験によって, 室内温度環境が平準化されることを確認した。

参考文献

- [1] The Green Grid, "Guidelines for Energy-Efficient Datacenters", 2007.
- [2] 沖津他, "環境配慮型データセンタ向け空調連係 IT 負荷配置最適化方式", FIT2010, 2010.
- [3] 佐野他, "IT 設備連係技術における熱流体解析に基づく省エネ負荷配置の実証", 第 49 回日本伝熱シンポジウム, 2012.
- [4] L. Li, et.al, "Thermo Cast: a cyber-physical forecasting model for datacenters", KDD, 2011.
- [5] 沖津他, "IT 設備連係制御における IT 機器入気温度平準化手法", SACSIS2012, 2012.

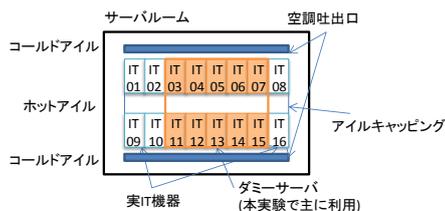


図 4 サーバルームレイアウト