

データセンタでの空間温度分布の測定とエアフローの評価

大島 達也[†] 干川 尚人[†] 西辻 崇^{††} 白木 厚司^{†††} 伊藤 智義^{†††}

小山工業高等専門学校[†]

東京都立大学^{††}

千葉大学^{†††}

1. はじめに

近年の社会システムはクラウドサービスに大きく依存しており、その運用拠点であるデータセンタの需要は年々増加している。そのエネルギー消費量の爆発的な増加が予想されており、日本国内では、2050年には現在の約4000倍にあたる約17万テラワット時消費されると予想[1]されており、持続可能な開発の障害となりうる。特にデータセンタでは稼働する機器の冷却装置の使用電力が膨大であり、その最適化は重要である。しかし、現状では空間内の正確な温度分布が把握できていない課題があり、その省電力化を妨げている。そこで本研究では空間温度分布の測定と、エアフローの評価を行う自律ロボットとして、環境の空間情報を測定できるロボットを提案し、その実装結果を示す。

2. 従来手法の評価と問題点

現在データセンタにおける温度状態の検知は温度センサを利用する形態が一般的である。実測には、サーバやアプライアンス機器のマイクロプロセッサ内部サーマルダイオードや、ラックにセンサを取り付けた温度センサ機器を利用する[2]。しかし、この計測方法は測定対象の機器の位置に限られてしまい、データセンタ全体の正確な温度分布を確認できない問題がある。これは実際のデータセンタ内の環境温度はサーバやアプライアンス機器、電源機器の吸排気温度、外気温度、および空調の設定温度に影響を受け

Measuring space temperature distribution and evaluating air flow in data centers

[†] Tatsuya OSHIMA, Naoto HOSHIKAWA,

^{††} Takashi NISHITUJI,

^{†††} Atushi SHIRAKI, Tomoyoshi ITO

[†] National Institute of Technology, Oyama College

^{††} Tokyo Metropolitan University ^{†††} Chiba University

るため[3]、例えば偏った場所の熱溜まりによって一部の機器が温度異常を示したときにその原因の特定が困難になる。この場合、多くのケースでマシンルーム全体の冷却を強化することになるが、熱溜まりの場所を正確に把握してスポット冷却できれば、無駄な電力の抑制につながる。しかし、マシンルーム全体に温度センサを設置するコスト問題に加え、通路などの構造物の無い空間にセンサを常設する困難さが課題である。

3. 提案システムと測定手法

3.1. 提案システム

センサが常設できない空間でのセンシングを行うために自律型の空間温度分布の測定と、エアフローの状態を測定するロボットシステムを提案する(図1)。提案システムでは、空間温度分布の測定により熱だまりの検出や予測といった環境温度の管理、エアフローの測定によりスポット冷却を実現する空調システム運用につながる。

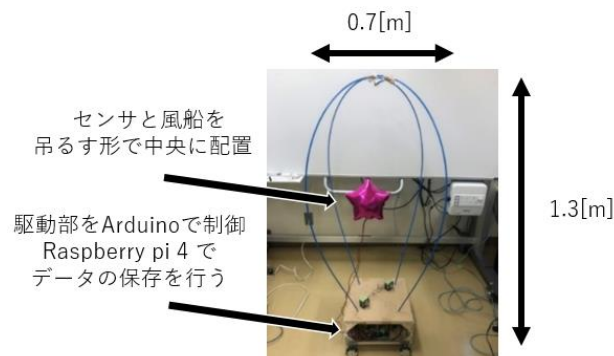


図1 空間情報測定ロボット

3.2. 測定手法

座標系を床面に設置したマーカとセンサ昇降用のモータの回転数と糸巻の直径から絶対座標系を構成する。その座標系と温度センサの値によ

り空間温度分布を測定する。エアフローの測定法も同様にロボットに搭載した風船と3軸加速度センサから得る加速度を用いてエアフローを推定する。

4. 空間環境測定の機能確認

空間温度分布の測定を表1の環境で行った。温度センサの過渡特性を考慮し、測定点に移動したのち15秒待機してから測定を行う。図2に実験結果を示す。またエアフローにより風船が移動し、その方向への加速度センサ値の変動を確認できた。

表1 実験条件

パラメーター	条件
実験環境	暖房の効いた室内
温度センサ	アナログ・デバイゼ社 ADT7410
測定領域[m]	1.0×0.6×1.0
測定点数	144点
測定待機時間[s]	15

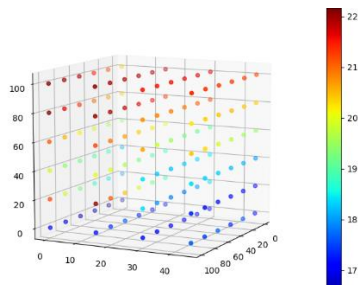


図2 空間温度分布の計測結果

5. 考察

一般に室内では対流により、暖かい空気が天井付近に、冷たい空気が床付近に集まる。図2を見ると同じ形の分布になっているため空間温度分布の測定は正しく機能している。今回の計測では待機時間が15秒あり、測定にかかった合計の時間は1時間であった。同じ作業を人間で行った場合もセンサの過渡特性は変わらないためほぼ同じ時間をかける必要がある。そのため人的稼働削減の観点からも人間の負担が大きく自律ロボットでの測定が適していると考えられる。

一方でデータセンタ内の温度は2節で示したように外気温度や多数の機器の熱源、エアフローの影響を受けるため、そのスポット温度は変動する可能性がある。そのため、正確な熱だまりを把握するために蓄積したデータの時間依存性が無くなるように統計分析をする必要がある。また、エアフローの測定のために風船を用いたが重量が軽い加速度センサの感度がよくなる。その反面で、外乱の影響を受けやすくなる。そのため、風船の移動の自由度を下げる固定法の検討をする必要がある。

6. 結論

本研究で実装した計測システムは温度の空間分布に関しては正しく計測できることが確認でき、エアフローの評価では風船の移動方向のセンサ値の変動を得ることができた。今後はエアフロー計測法の改良と、現実のデータセンタにおける環境条件を元に加速度とエアフローの相関関係の校正を図る必要がある。また空調システムを本システムの中に組み込み実地での計測を行い得たデータをもとに改良点を明確にし、消費電力の省力化の研究を行っていく。

謝辞

本研究は矢崎財団(Yazaki Memorial Foundation for Science and Technology)および小山高専地域連携協力会支援を受けた。

文献

- [1] 科学技術振興機構 低酸素社会戦略センター, “情報化社会の進展がエネルギー消費に与える影響”, 低酸素社会の実現に向けた技術および経済・社会の定量的シナリオに基づくイノベーション政策立案のための提案書, Vol/1, pp.11-12, (2019)
- [2] クリスチャン・コーワン, “データセンタにおける物理的脅威の監視手法”, APC White Paper #102 p.14
- [3] 伊藤史人, 高見澤秀幸, 佐藤郁哉, “学内サーバー室の環境温度の考察”, 学術情報処理研究(15), pp.98-107, (2011)