

# 主 論 文 要 旨

報告番号	甲 乙 第	号	氏 名	村岡 祥雄
主論文題名： <b>Thermal Design Using System Modeling to Prevent Low-Temperature Burn Injuries during Utilization Stage of Portable Electronic Products</b> (ポータブル電子製品の利用ステージでの低温やけどを防ぐためのシステムモデルを用いた熱設計)				
(内容の要旨)				
<p>スマートフォンやデジタルカメラなどのポータブル電子製品の利用に際して、製品表面の温度上昇による低温やけどの外傷をユーザーに与えてしまう危険性が懸念されている。この温度上昇はポータブル電子製品への小型化、高性能化などの要求に伴い生じやすい傾向がある。しかも、電子製品の機能の中にソフトウェアにより実現されるものが多くあり、ハードウェア、ソフトウェアなどの要素が複雑に相互作用する。一般的に、ポータブル電子製品を構成するソフトウェア、電気部品、メカ構造などのモジュールは分散された環境で設計され、これら専門技術領域が異なるモジュールの統合後に、熱設計仕様に関する検証が行われる。そのため、熱設計仕様に関する検証により問題が判明した場合には設計手戻りが致命的に大きくなる傾向がある。さらに、製品の開発だけでなく、製造、保守も利用時の温度上昇に影響を与えるため、製品の熱品質を満たすには、製品のライフサイクルを考慮した熱設計をあらかじめ行う必要がある。</p> <p>そこで、本論文ではポータブル電子製品の利用中に製品の表面温度上昇に起因して発生する低温やけどを防ぐため、製品ライフサイクル全体にわたって利用することができるシステムモデルを用いた熱設計手法を提案する。ここでは、電気部品を制御するソフトウェアとハードウェアに関する設計パラメータから製品の熱品質を予測するため、製品の発熱と伝熱の振る舞いについてシステムモデルを用いた記述を行う。また、製品の開発に際しての致命的な設計手戻りを防ぐために、ポータブル電子製品を構成する各モジュールに対して境界条件の目標値を設定した上で、製品の熱品質を満たされるよう開発進捗にあわせて目標値を更新する。さらに、製品の開発段階で構築したシステムモデルを、製品ライフサイクルの製造および保守の段階にも展開することを提案する。</p> <p>本論文は5章から構成される。第1章には、ポータブル電子製品の熱問題を含む背景と研究目的を示す。第2章では、熱設計のビューに基づく、ポータブル電子製品のアーキテクチャ設計について述べる。ここでは、製品の基本機能の動作に伴う、発熱と伝熱の振る舞いを表現するシステムモデルを構築する。このシステムモデルの振る舞いに基づいた熱シミュレーション結果に低温やけどの発生条件を参照することで、各モジュールの設計パラメータより製品の熱品質の予測を行うことができる。製品の熱品質を満たすアーキテクチャ候補を選定した後は、モジュール間の境界条件の目標値をITVs (Initial Target Values) として各モジュール設計に分配し、開発進捗にあわせて目標値を更新する。さらに、温度上昇に影響するモジュール間の相互作用の関係性をMDM (Multiple-Domain Matrix)</p>				

に描出し、熱シミュレーション結果をあわせて示すことで、システムの振る舞いや構造が熱品質に与える影響を定量的に示す。

第3章では、このシステムモデルを用いた熱設計を製品の開発および保守の段階に適用する。開発の段階では、ポータブル電子製品の発熱と伝熱の振る舞いを表現するシステムモデルに基づいた熱シミュレーションにより、製品の熱品質を満たす熱設計仕様を導く。システムモデルとトレースが確保された形でシステムを規定することになるため、いくつかの候補の中から適切なアーキテクチャの選定が行える。製品の熱品質を満たすよう各モジュールの設計パラメータを調整することにより、開発中に生じる設計変更による熱品質の劣化に対処できる。また、保守ステージではOS (Operation System) 更新などのソフトウェア変更により、熱品質が劣化する懸念がある。こうした問題に対処するため、設計時に予め電気部品の動作状態を制御し変更することをシステムモデルに反映しておき、運用されている製品のソフトウェア変更後に想定される熱品質に関する振る舞いを予測できるようにし、その対策方針を定めておく方法を示す。

第4章では、製造ステージでの半導体プロセッサのリーク電流特性のばらつきが温度上昇を助長する懸念に対し、システムモデルを用いた熱設計手法を適用する。開発ステージでのアーキテクチャ設計で用いたシステムモデルを流用し、この部品特性のばらつきの許容範囲を熱シミュレーションにより特定する。これにより製品の熱品質を劣化される部品サンプルの選別を製造の初期段階に行うことができる。第5章には本論文の結論と今後の課題を記述する。