

審査の結果の要旨

氏名 山田 駿介

本論文は、「自立電源を用いたイベント時刻取得システムとその I o T 応用に関する研究」と題し、環境振動等から回収した微弱な電力で稼働する分散型無線センサノードのシステム構成のあり方を理論および実験により検証したものであり、当該分野の背景技術、イベントドリブン回路技術、電池不要のセンシングシステム、エナジーハーベスタ電力による不揮発性メモリの駆動、考察、および結論に関して、全 6 章の和文で構成されている。

第 1 章は「序論」であり、本研究の背景技術について述べている。特に、電子計算機の小型化・高性能化の結果として登場した I o T (Internet of Things) 無線センサの技術背景とそのインパクトについて述べており、中でもエレクトロニクスの低消費電力化によって、環境光・振動・熱などの未利用エネルギー源からエナジーハーベスタが回収した電力によってそれらの I o T 無線センサが駆動可能になった経緯を説明している。これらの研究背景を含めて、I o T 無線センサの動作モードの理想的なあり方に付いて提案し、本研究論文の目的、特色、意義、波及効果、および、本論文全体の構成を説明している。

第 2 章は「イベントドリブン回路」であり、環境発電の電力供給能力と I o T 無線センサの消費電量を比較した結果、現状では無線センサを連続運転するだけの電力が望めないことから、一定周期で間歇的に無線センサを起動する運用方式が適していることを述べている。また、実際に無線センサを構成し、起動、センシング、無線送信に必要な電力とエネルギーを実験計測により求めて、I o T 無線センサの電力供給方法について定量的に議論している。

第 3 章は「電池レスセンサ electronic Nerve」であり、本研究の無線センサを構成するにあたり、電力を極力使用しないセンシングとアナログ-デジタル変換の方式について述べている。特に本論文では、リングオシレータ形式の回路が電源電圧で制御できる電圧制御発振回路として機能することに着目し、センサからの出力電圧をリングオシレータの電源に直接的に使用することにより、セン

サ出力を発信周波数としてアナログ-デジタル変換する電池レスセンサの構成を実現している。また、知覚刺激のレベルに依存して発火頻度が変化する神経細胞の動作に倣って、本章で説明した電池レスセンサ回路のことを **electronic nerve** 技術として提案している。

第4章は「不揮発性メモリによる時刻保持システム」であり、I o T無線センサの動作に必要な不可欠な、センシングデータとその取得時刻を紐付けする時刻取得の方法について述べている。時刻取得にはGPS等を外部参照する方式と、システム内に高精度の原子時計を運用する方法があるが、I o T無線センサの使用頻度の実際を議論することで、システム内に連続運転可能なタイマICを使用することの利点を述べるとともに、センサからの信号出力をトリガとした時刻取得の手法と、それを不揮発性メモリに格納する手法について提案している。また、これらのシステムを環境発電による電力のみで運用可能であることを、実験により検証している。

第5章は「考察」であり、本研究のシステム構成の各部分で消費する電力を定量的に計測した結果を示しており、環境発電によって実現可能なエレクトロニクスの範囲について議論している。

第6章は「結論」であり、本論文で示した研究成果を総括している。

以上これを要するに、本研究は微弱な環境エネルギーで動作する低消費電力無線センサを汎用の無線回路、タイマIC、メモリ等を使用して構成する手法を提案するとともに、実際に環境振動発電で得られた電力で動作するイベント時刻取得型のI o T無線センサを実証して消費電力の観点から理論的考察を深めたものであり、電気電子工学分野に貢献するところが少なくない。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。