

「実用化を目指した組み込みシステム用ディペンダブル・オペレーティングシステム」
平成 18 年度採択研究代表者

徳田 英幸

慶應義塾大学 環境情報学部 教授

マイクロユビキタスノード用ディペンダブル OS

1. 研究実施の概要

情報家電機器等で利用されているミッドレンジのハードウェアプラットフォームだけではなく、さらに小型軽量で、エネルギー効率の良いバッテリー駆動可能なマイクロレンジのハードウェアプラットフォーム上に、Linux OS をベースとして、実時間機能、電力管理機能、耐フラジャイル通信支援機能を実現する。本研究で実現する拡張された Linux OS をディペンダブル uLinux と呼び、乾電池数本程度の電力で稼動可能とする。家庭やオフィスでのコンテキストウェアなアプリケーション、ホームセキュリティシステム、白物家電機器の情報家電化などの利活用だけでなく、屋外での環境モニタリングや安全見守りシステムなどの構築と、他チームの Linux システムとのインタオペラビリティを保証しながら、ディペンダブルな応用システムを構築することが可能となる。

2. 研究実施内容

今年度は、(1) マイクロユビキタスノードのプロトタイプハードウェア製作、(2) 電源管理、予測のための「粗粒度電源キャリブレーション」機能の開発、(3) 耐フラジャイル通信を実現する「シームレス・ネットワーク・ハンドオーバー」機能の開発、の 3 つについて行った。以下に各課題について述べる。

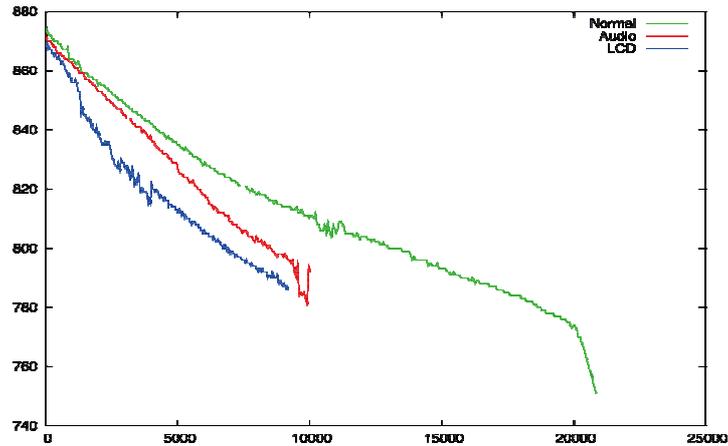
はじめに、前年度に明確化したマイクロユビキタスノードのハードウェア仕様をもとに、プロトタイプハードウェア NUTS (Next generation Ubiquitous Tolerant Sensor) の設計および実装を行った。NUTS は、米 Gumstix 社の小型組み込み Linux ボード Verdex をメインボードとし、リチウムイオン充電電池の充電や各デバイスの電源制御を可能とするペリフェラルボード、加速度/温度/照度/位置 (GPS)/RFID 等のセンサデバイスを搭載したセンサボード、が接続されている。電源管理ユニットおよびセンサ群は Verdex と I2C シリアルバスで接続されているため、Linux 上から直接制御が可能となっている。以下に NUTS の仕様および外観を示す。

CPU	Marvell PXA270 400MHz
Memory	64MB RAM / 16MB Flash
Power	DC5V / Li-Ion Battery (1000mAh)
Network	Bluetooth, Zig-bee, WiFi (via USB)
Sensor	Accelerometer, Illuminance, Temperature, GPS, RFID
Peripherals	LCD, Audio, LED, Rotary Encoder
I/O	USB, Serial



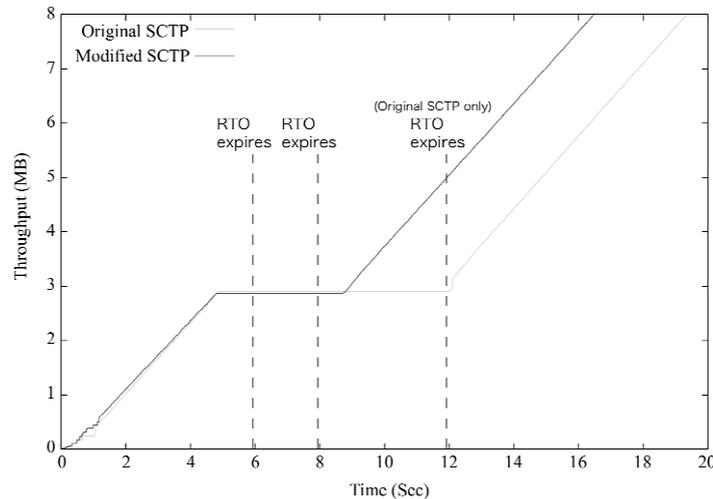
また、開発した NUTS ハードウェアで、組込機器をターゲットとする Linux 動作環境である Open Embedded を動作させるため、I2C を利用した、電源管理のためのデバイスドライバ、センサ情報取得用デバイスドライバの開発および、LCD や Audio のデバイスドライバ変更を行った。これにより、本研究課題のテストベッドハードウェアとしての動作が行える。

次に、電源管理・予測機能における粗粒度電源キャリブレーションを行う、「A Reservation-based Adaptation Scheme」の設計を行った。本機能では、「今から3時間分の電力を予約したい」などのアプリケーション要求を、プロセス自体が発行する。その要求を満足できる場合は成功、できない場合は失敗が通知される。予約成功後、何らかの理由で予約電力の確保が困難となった場合、予約発行したプロセスに通知されることで、例外処理を行える。今年度は、NUTS 上で上記の機能を実現するため、デバイス利用の違いによる電力消費の測定と、それを用いた本機能の設計を行った。以下に、NUTS における電源消費のグラフを示す。



本機能は、最終的には、早稲田大学中島研究室で開発されているアカウントシステム CABI 上に実装され、メモリ/CPU などの計算機資源と同様に電源についてもプロセスベースで予約/管理が行えるようにする予定である。なお、本研究に関しては、The First International Workshop on Dependable Ubiquitous Nodes (IWDUN 2007) にて発表を行った。

最後に、耐フラジャイル通信を実現する「シームレス・ネットワーク・ハンドオーバー」の開発を行った。本研究では、携帯型組み込みノードの無線範囲間移動に伴うネットワークハンドオーバーに際してサーバと通信中のタスクにおいてネットワークの瞬断に起因する遅延増大や通信の途絶が発生しない仕組みを構築した。具体的には、SCTP (Stream Control Transmission Protocol) の Add IP Extension を用いて実現した。3.7 秒間の切断が起きた場合の、転送量の推移を以下に示す。



本グラフより、本機能を用いなかった場合では4秒程度の未接続時間が生じているが、用いた場合では再接続された直後に転送が開始されていることが分かる。本研究の成果は、FreeBSD Release 7 にマージ済である。次年度は、Linux へのポータリングを行い、本プロジェクトでの利用を促進する予定である。

3. 研究実施体制

(1)「徳田」グループ

①研究分担グループ長:徳田 英幸(慶應義塾大学、教授)

②研究項目

本課題に関する全ての研究。具体的には、情報家電機器等で利用されているミッドレンジのハードウェアプラットフォームだけではなく、さらに小型軽量で、エネルギー効率の良いバッテリー駆動可能なマイクロレンジのハードウェアプラットフォーム上に、Linux OS をベースとして、実時間機能、電力管理機能、耐フラジャイル通信支援機能を実現する。