

5B-6

MKngプロジェクトにおける
モバイル支援アーキテクチャ†

杉浦 一徳†

徳田 英幸‡

慶應義塾大学 政策・メディア研究科 慶應義塾大学環境情報学部

携帯型計算機の有効な資源利用

1 はじめに

携帯型計算機は、移動運用を主眼として設計され、ある限定された場所に制限されることなくいつでもどこでも支援環境を利用することができる。このような移動透過性を維持するために、携帯型計算機は小型化、軽量化によってバッテリーで運用され、しかしながら、卓上型計算機との完全互換性を保っている [2].

このような充電機を利用した携帯型計算機を特徴づける運用形式は、利用するオペレーティングシステム及びアプリケーションに対して重大な実装問題となる [1].

本稿では、電力消費に対して抽象化したオペレーティングシステムに着目し、近年にみられる充電機駆動型の携帯型計算機に柔軟に対応できるシステムについて報告する。具体的には、携帯型計算機の電池運用方式について調査を行い、実験的な携帯型計算機の節約機構とオペレーティングシステムと協調システムを作成し、評価を行った。これによって既存のオペレーティングシステムには見られない限定された携帯型計算機の資源の有効利用が可能となる。オペレーティングシステムは、システム内の電池容量を把握し、規定されたデバイスの消費電力によって、システムの動作状態に応じて電力消費を管理する。UNIX オペレーティングシステム及びMach に対して、これらの実験を行い、評価では、携帯型計算機に対して最大 134%の電力節約が実証され、その有効性が示唆された。

2 携帯型計算機の節電機構

現在普及している PC と同等の機能を持った携帯型計算機は、携帯性を確保するために移動時は

†Implementing and Evaluation of Mobile Computing Environment, by Kazunori Sugiura, Hideyuki Tokuda(Keio University)

‡uhyo@mag.keio.ac.jp

§hxt@sfc.keio.ac.jp

充電機を用いて運用される。そのため、充電機の蓄電容量によってシステムを利用できる時間は限られる。携帯型計算機は、液晶ディスプレイ、ハードディスク機構、CPU、周辺 I/O 機構等によって構成され、いずれの機構も省電力化に向けて技術は発展している [4]. これらの構成要素の中で、もっとも消費電力の多い機構は、液晶ディスプレイのバックライト、ディスプレイインターフェース、そしてハードディスク機構である。本実験で、携帯型計算機 (IBM ThinkPad 230Cs) に対して、デバイス別消費電力分布を調査した。

このような消費電力分布に対し、携帯型計算機は節電機能を各デバイスに用いる事によって消費電力を抑えている [5]. 例えば、液晶ディスプレイの場合、バックライトを消灯することにより、24%の節電効果が得られる。また、CPU の動作周波数を下げることで、処理能力もそれに比例して下降するものの、消費電力を下げる事が可能となる。このような節電機能は、APM(Advanced Power Management)[3]によって管理される。

3 節電機構の抽象化

節電機能を有効に利用するためには、オペレーティングシステムを新しく設計し直す必要がある。本実験では、消費電力に対して抽象化したオペレーティングシステムのプロトタイプを設計、その一部を実験実装することによって、その有効性を確認した。前述した、消費電力分布の調査を基に、UNIX オペレーティングシステムに対して、消費電力に対する抽象化を行い、節電機能が利用できるように変更を行った。

3.1 APM

RT-Mach 及び、UNIX サーバ上で汎用性の高い節電機能が利用できるように、APM インターフェースを採用した。UNIX オペレーティングシステムに対して APM を介しての節電機能が利用できるように、システムの変更を行う。APM は、(1)UNIX カーネル自身、(2) アプリケーション、およびユー

が、の両方からアクセスが可能ないように設計を行う。具体的には、(1)の解決として、カーネル内の APM I/O インターフェースである `pmcall()` を作成、(2)の解決として、仮想デバイスドライバである `/dev/apm` を作成した。

APM の入出力をユーザ、アプリケーションからも可能とするために、仮想デバイスドライバである `apm` インターフェースを RT-Mach、UNIX サーバ上で実装した。UNIX のプロセスおよび、daemon は、`/dev/apm` に対して節電機能のアクセスを行う。APM ドライバは、`apm.open/apm.close` を用いてユーザレベルの利用を可能にしている。

APM 1.1 では、`Set Power State` によって、システムもしくはデバイスの電力管理状態の変更をデバイス ID によって行う。`Set Power State` を用いることによって、それぞれのデバイスの節電状態を独立に管理することが可能となる。

例えば、シリアル、パラレルデバイスは、それぞれのデバイスが `open` された時のみ電源を供給される。具体的には、`pmcall()` によって、`Set Power State` を呼び出し、デバイス毎の節電管理を行う。

3.2 消費電力管理

本システムでは、オペレーティングシステムが、携帯型計算機に搭載している電池の充電容量を把握する。充電容量は `batt_amt` 変数によって保持する。`batt_amt` は、起動時の電池充電容量から算出され、各デバイス毎の電力消費量をもとに、システムの動作状態における消費電力をオペレーティングシステムが管理する。各デバイスの状況別消費電力は、それぞれの電力管理状態に応じて測定した値として、`pwresource.h` に設定されている。

カーネル内で管理される `batt_amt` の電池容量は、UNIX の再スケジューリング時に電力管理状態における各デバイス毎の消費電力を減算する。それぞれのデバイスの電力管理状態は、`apmstat` 構造体によって管理される

4 評価

節電機能が有効に利用できるようなシステム実装がなされたか、完全充電した携帯型計算機を基に完全放電までのシステム動作時間ベンチマークを行った。ベンチマークは、3つの cron を毎1, 5, 15分おきに実行する。cron は、system カーネルのコンパイル、dhrystone ベンチマーク、fsck コマンドのいずれかを実行する。表1に結果を示す。本実装では計算機の持つ節電機能が無効にした時と比べて134%の電力節約が実証された。携帯型計算機の節電機能のみでなく、本実験による消費電力管理を行うことで7%の改良を示した。

表 1: 節電機能の評価

テスト	実効時間 (minutes)	効果 (%)
本体節電機能無効	87	100
本体節電機能のみ有効	110	126
本実装による節電機構	117	134

5 まとめ

携帯型計算機の特徴のひとつである充電電池による運用形態において重要となる電力管理機構、節電機構に対し、オペレーティングシステムからの抽象化を用いて対応を行った。実験のためのプロトタイプの実装によって、134%の節電効果が認められた。オペレーティングシステムは、搭載されている電池の容量と、利用するデバイスの消費電力を認識し、ユーザ、アプリケーションの要求に応じて、システムの電力管理状態を変更することが可能となった。また、実装によっては、オペレーティングシステムが自動的にこれらの機構の管理を行う事も可能となる。このような自らをとりまく環境を情報として受け取るとともに、自ら環境に働きかけ環境を創造していくオペレーティングシステムの重要性が本実験で示された。

本実装によって、利用者は、ハードウェアのもつ詳細な節約機構を気にする必要なく運用が可能となる。技術の進歩によって、より省電力型のシステムが開発されつつある。しかし、完全放電した蓄電池では携帯型計算機は駆動しない。ハードウェアのもつ節約機構と協調し、積極的にシステムの状況を把握するシステムの構築がこれからも求められている。

参考文献

- [1] Kazunori Sugiura, "Practical Resource Management for Portable Computers.", 慶應義塾大学 政策・メディア研究科 修士論文, 1996 March,
- [2] 杉浦 一徳, 石井 公夫, 村井 純, "Implementation and Evaluation of Mobile Computing Environment." IPSJ-92-DPS-60, 情報処理学会, 1993 March.
- [3] Intel Cooperation and Microsoft Cooperation, "Advanced Power Management (APM) BIOS Interface Specification.", 241704-001, September, 1993.
- [4] Fred Douglass, P. Krishnan, and Brian Marsh, "Thwarting the Power Hungry Disk.", In *USENIX Conference*, January, 1994.
- [5] J. F. Freiman. "Portable Computer Power Sources.", In *Proceedings of IEEE*, January 1994.