

現在、ノートパソコン(PC)は部品、製造および廃棄後のリサイクルなどの各ステップで環境問題に取り組んでいる。今後、ノートPCの台数の増大を考えるとソフトウェアにおいても何らかの対応が必要である。

当社ではシステム、CPUおよびデバイスの状態をOSから制御するACPI機能を生かして、ユーザーの使い勝手を損なわずに省エネルギー(省電力)を実現した。また、同様に熱問題についても温度状況を監視してファンを回す、CPUの制御を行う、システムを停止するなどの制御を行い対応している。

Most manufacturers of notebook computers have been making efforts to handle environmental problems in many areas. As the number of notebook computers increases, it has become increasingly necessary to deal with these problems not only on the hardware side, but also from the perspective of software as well.

Toshiba notebook computers save power consumption through the functionality of the advanced configuration and power interface(ACPI), which allows the operating system to control the power states of the system, CPU, and devices. Measures are also taken to deal with the heat problem by using the cooling fan, controlling the processor speed, or shutting down the system.

1 まえがき

近年、環境問題に対する関心が高まり、ノートPCにおいても、部品、製造および廃棄後のリサイクルや環境調和型の基板を用いるなど、ハードウェア面では各ステップで環境問題に取り組んでいる。

また、DynaBook SS PORTÉGÉ 3000シリーズに代表されるB5版ノートPC、LibrettoシリーズなどのミニノートPCなどが増大するにつれ、オフィスや家庭以外での使用が格段に増えると考えられ、屋外での使用や移動中(電車、車、飛行機など)などのモバイル環境での使用が考えられる。その場合は主にバッテリー駆動であり、ユーザーがインタラクティブ(対話型)に使用することが予想され、モバイル環境における省電力に対する取組みが重要となる。

そこで、ユーザーの使い勝手を損なわないために、ハードウェアだけではなく、省電力ユーティリティ(図1)などソフトウェアでの対応が必要となってくる。

2 ソフトウェアでの取組み

モバイル環境におけるソフトウェアでの環境に対する取組みとしては、ユーザーの使い勝手を損なわずに省電力制御や発熱に対する制御を実現することが考えられる。

2.1 省電力

例えば、ユーザーの使用中にCPUの電力を下げると処理速度が遅くなる。画面の輝度を下げれば操作性が悪くなる。

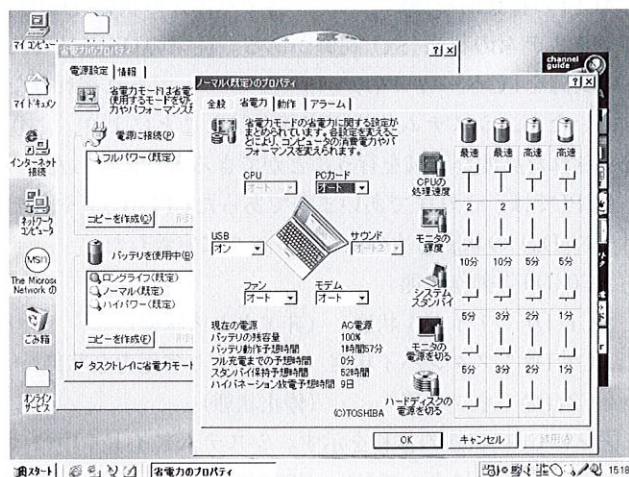


図1. 省電力ユーティリティ ユーザーの使い勝手を損なわずに省電力設定を行うことができる。
Power Saver Utility

また、各周辺装置も電力を下げるとやはり処理速度が遅くなり、使用に耐えられなくなる。このようにあまり極端に消費電力を下げると、使い勝手が悪くなるため、省電力を行うにはPCの各デバイスの電力消費を最適に制御する必要がある。

そこで、基本ソフトウェア(OS)においてユーザーの使用状況を監視し、使用していないデバイスの電力を下げたり、バッテリーの残量に対応しておおのこのデバイスの制御を行う。また、PCをある時間以上使用していないときに自動的

に電源を切り、消費電力を減らすことができる。しかし、この場合もユーザーの使い勝手を考慮し、次回使用する場合にマシンの起動時間を短くする必要がある。

2.2 発熱制御

熱について現在もファンを付けたり、放熱のための仕組みを付けたり、ハードウェア的な対策が採られている。ソフトウェアでは、その他の仕組みを効率よく動かすことを実現する。そこではCPUの温度を検知し、ある温度より上昇した場合にはCPUのクロック周波数を低下させて消費電力を下げたり、ファンを駆動したり、強制的にシャットダウンしたりして、発熱量を抑えている。これら、省電力・発熱問題をソフトウェアで解決する手段としてACPI(Advanced Configuration and Power Interface)機能がある。

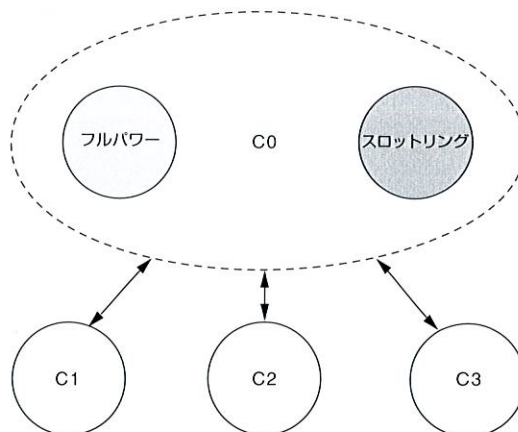


図2. CPU状態の遷移 C0(動作状態)にはフルパワーとスロットリングの二つの状態がある。
CPU Power States

3 ACPI機能

ACPIとは、Windows^{®(注1)} 95などの従来のOSで実現していた装置(デバイス)の自動認識(PnP: Plug and Play)機能やパワーマネージメント(APM: Advanced Power Management)機能をさらに向上させる仕様であり、当社はMicrosoft社、インテル社とともにその仕様策定に加わった。

ACPIの特長的な機能として、各デバイスの状態(Dx)制御やシステムの状態(Sx)制御がある。従来のOSではこれらの制御をPCメーカーやデバイスメーカーでそれぞれ行なっていたが、システム仕様が定義されたことにより、より統一された高度な制御を行うことができるようになった。

ACPIでは、これまであいまいであったCPU(Cx)や各デバイス(Dx)の状態も次の四つのレベルに定義した。

- C0/D0: 動作状態
- C1/D1: アイドル状態 (非アクセス状態)
- C2/D2: スタンバイ状態 (C1/D1より省電力な状態)
- C3/D3: オフ状態 (停止状態)

図2にCPU状態の推移を示す。システムアイドル中にはシステムの状態によってC1~C3に移行する。また、C0状態(動作状態)においてフルパワーで動作する場合、スロットリングをしてCPU速度を見かけ上、下げる場合などがある。

このようにCPUを始めシステム内の全デバイスの状態を制御することにより、使用していないデバイスの消費電力を減少させ、省電力制御を実現することができる。このデバイス制御の実現には、OSの実装だけでなく、各デバイスドライバの実装が必要である。ACPIで仕様を明確化したことにより、デバイスドライバの標準的な作成が容易になり、PCの拡張性はさらに向上するであろう。

さらにACPIではシステムの状態(Sx)を六つのレベルに

分けて定義した。

- S0: 動作状態
- S1: クイックスタンバイ状態
- S2: 未使用
- S3: スタンバイ(メモリサスペンド^(注2))状態
- S4: ハイバネーション^(注3)状態
- S5: シャットダウン状態

各システム状態の遷移を図3に示す。当社の独自機能としてS3状態時でバッテリーがある値より減少する(ローバッテリー状態)と自動的にS4状態に遷移する。

これらのおおののシステム状態にはシステムの使用状況によって移行できる。S1, S3の消費電力は稼動中よりか

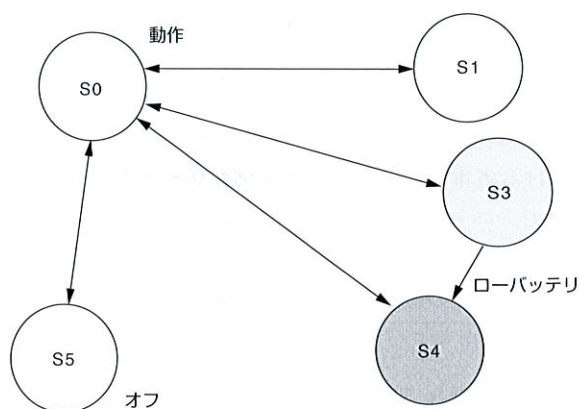


図3. システム状態の遷移 ローバッテリー状態になるとS4に遷移する。
System power states

(注2) システム状態をメモリに保持してシステム中断させること。
(注3) システム状態をハードディスクに保持してシステムを中断させること。

(注1) Windowsは、Microsoft社の商標。

なり少なく、S4では0である。

これらの状態Sx, Cx, Dxはxの値が大きいほどオフ状態に近く、消費電力を低く抑えられるが、S0, C0, D0(動作状態)への復帰時間は長くなり、システムの応答性を低下させる。

したがって、これらのおおのこの状態をOSから制御することにより、ユーザーの使い勝手を損なわずに消費電力を減少させる機能を実現できる。

また、筐(きょう)体内の温度を管理できる。マザーボード上などに温度センサをつけ温度が上昇した場合に、ファンを使用する温度、スロットリングを開始する温度、シャットダウンする上限温度などをOSへ通知する。OSはこの温度を基に発熱制御を実現する。例えば、温度が上昇してある温度を超えたらまずファンを回し、それでも温度が上昇し続けたらスロットリングをし、それでもだめならシャットダウンを行う機能を実現できる。

4 省電力ユーティリティ(ACPI-M)

当社ではACPIの仕様策定に加わり、Windows[®]98リリース時にはすべてのノートPCにACPIを展開した。モバイル系スリムPCシリーズでは、さらにACPIによるデバイスの管理や電源の管理を強化し、システム応答性やバッテリー駆動時間の向上など、モバイルコンピューティングにおけるユーザビリティを高めて、ユーザの使い勝手を低下させずに省電力制御を行うことができる省電力ユーティリティ(ACPI-M)を搭載している。

ACPI-Mでは、各デバイスドライバやBIOS(Basic Input/Output System:基本入出力システム)などのACPI対応により、下記ハードウェアユニットを効率良く制御し、省電力制御を行なっている。

- (1) プロセッサの駆動クロック制御、キャッシュメモリの制御
- (2) PCI(Peripheral Component Interconnect)バスユニットの制御
- (3) ディスプレイの輝度や自動オン/オフ制御
- (4) ハードディスク、モデム、サウンドなどの自動オン/オフ制御
- (5) USB(Universal Serial Bus)デバイスのサスペンド制御(一時停止)
- (6) 発熱時のクーリング切換え制御、バッテリー残量による設定切換え制御

上記の個々のユニットに対する制御情報は既定値としてACPI-Mが設定しているが、ユーザー個人が使用する環境などを考慮して自由に設定することも可能である。

ACPIの電源の管理では、PCの使用環境に合わせたパワースキーマを定義できる。PCの電源供給(AC電源、バッテ

リ)に応じたシステムやデバイスのスタンバイ設定も可能になった。ACPI-Mで、ノートPC上での効果的な制御方法をモバイル標準というスキーマに設定した。また、PC性能とバッテリー駆動時間の兼ね合いによるパワーモードも用意し、ユーザーのPC使用状況に応じた切換えを可能にした。

パワーモードの種類を次に示す。

- (1) フルパワー : AC駆動用(性能優先)
- (2) ハイパワー : バッテリー駆動用(性能優先)
- (3) ノーマル : バッテリー駆動用の標準
- (4) ロングライフ : バッテリー駆動用(駆動時間優先)

上記以外にもユーザーが自由にパワーモードを設定し、切り換えることも可能である。

例えば、ロングライフでの具体的な省電力設定は次のとおりである。

- (1) CPUの速度設定 : 低速
 - (2) モニタの輝度 : 1段階目(最低輝度)
 - (3) システムスタンバイ時間 : 5~10分
 - (4) モニタの電源を切る : 1~3分
 - (5) ハードディスクの電源を切る : 1~3分
- 以上はバッテリー残量により設定している。
- (6) PCカード : オート設定(モデムカード使用時オン)
 - (7) サウンド : オート設定(使用時オン)
 - (8) モデム : オート設定(使用時オン)
 - (9) ファン : オート設定(CPU速度優先)

上記のオート設定とはシステムが使用時にオン、未使用時にオフにする機能である。

モバイル型のB5ノートブックDynaBook SS PORTÉGÉ 3300で消費電力比、バッテリー駆動時間をACPI-Mがない場合(Windows[®]98のみ)と比較した。

測定には、ziff-Davis Inc.製のバッテリー駆動時間測定用ベンチマークプログラムであるBatteryMark2.0を使用した。測定はACPI-Mなし、ハイパワー、ノーマルパワー、ロングライフの四つのモードで実施した。

消費電力比はACPI-Mがない場合を1とし、各モードでの比率を出した(図4)。

上記のようにロングライフを設定すると、ACPI-Mなし、すなわち省電力機能を使用しない場合に比べ25%ほどの省電力になる。これは1998年に全世界で出荷されたノートPCが1,540万台、そのうち当社製PCが283万台で、このすべてをロングライフの省電力設定にすると1年で約1,600万kWの省電力となり、これは国内で1家庭当たり3,600kW/年として、約4,400家庭の1年分の消費電力に当たる。

また、温度制御はACPI BIOSでは、OSへはシャットダウンする温度だけを通知し、その他の温度はそれよりも上の温度ではOSが何もしないように設定する。ACPI-MはBIOSから温度フラグを4段階取得し、そのフラグに従ってスロットリングを行いよりきめ細かい制御を行なっている。

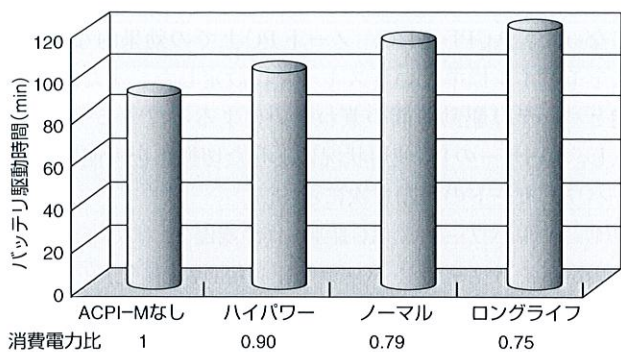


図4. バッテリー駆動時間の比較 DynaBook SS PORTÉGÉ 3300による各パワーモードでの駆動時間の比較で、ロングライフではACPI-Mがない場合に比べて約25%延びている。

Comparison of battery life

5 あとがき

すでにオフィス環境での画面の輝度制御、温度制御は行

われているが、今後は省電力・熱問題に取り組んでいく必要がある。また、ユーザーの使用状況から各デバイスのオフ時間制御を内部で自動的に決定し、ユーザー未使用時にむだな電力消費を抑えるなど操作性の向上に努めていきたい。

文献

- (1) 粟津浩一, 他. Windows® 98/ACPI搭載スリムPCシリーズ. 東芝レビュー, 53, 12, 1998, p.13-16.



岩井 仁史 IWAI Hitoshi

デジタルメディア機器社 青梅工場 パソコンソフトウェア設計部経営変革エキスパート。パソコンソフトウェアの開発に従事。情報処理学会, 電子情報通信学会会員。

Ome Operations



吉田 典生 YOSHIDA Norio

デジタルメディア機器社 青梅工場 パソコンソフトウェア設計部主務。

パソコンの基本ソフトウェアの設計に従事。

Ome Operations