

HDDパワーマネージメントの一手法

7U-7

曾根 広尚, 相原 達

日本アイ・ビー・エム（株）東京基礎研究所

1. はじめに

ノートパソコンのような電池駆動のシステムでは、電池寿命を伸ばす観点から、使用していない装置の電源を切ることが行われてきている。特に、HDD（ハードディスクドライブ）は比較的多くの電力を消費するため、使用されていない時に装置の電源を切るとは有効である。しかし、HDDは、電源が切られている状態から実際に使用可能な状態になるまで数秒を必要とするため、ユーザがいざ使用する時になって待たされることになる。電池寿命は長くなるが、ユーザビリティは低下する。

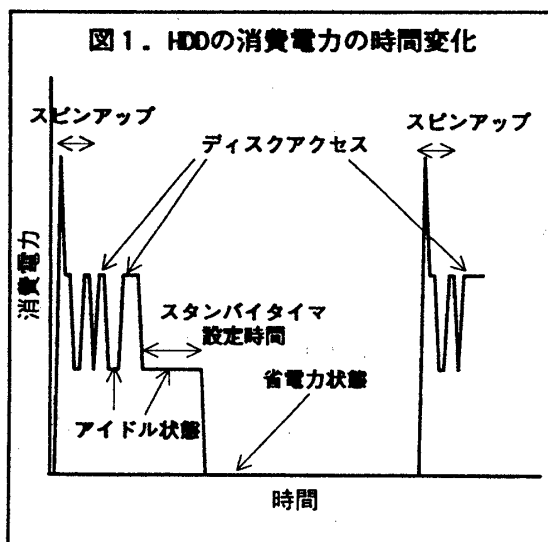
本論文では、キー入力やポインティングデバイス操作などユーザの入力をモニタすることにより、ユーザがHDDにアクセスすると予測される場合には、あらかじめHDDの電源を投入することにより、ユーザビリティを損なうことなく、HDDのパワーマネージメントを実現する方法を提案する。

2. HDDのパワーマネージメントの現状

省電力機能付きのHDDは、一定時間アクセスがないと自動的に省電力状態に入る。図1に典型的なHDDの電力消費の時間変化を示す。本論文では、簡単のため、HDDに完全に電力供給を止めたパワーオフは、HDDの一部回路にのみ電力供給を行っている省電力状態と同一に扱う。

省電力状態のHDDは、ディスクアクセスが要求されると、モータを回転し始める（スピニングアップ）。HDDが初期化され、モータが安定して回転し、実際にアクセスできるようになるまでには、数秒程度のスピニングアップ時間が必要である。モータが安定して回転しているがディスクアクセスのないアイドル状態では、すぐにディスクアクセスに対応できるが、定期的にかかなりの電力が消費される。そこで、アイドル状態で一定時間ディスクアクセスがない場合は、スタンバイタイムによって、HDDのモータ

タを止めて、アイドル状態から省電力状態に自動的に移行するような省電力機能が実現されている。



しかし、現在のHDDパワーマネージメントには次のような問題がある。

- 省電力状態にあるHDDにアクセスしようとする時、数秒のスピニングアップ時間待たなければならず、ユーザビリティが悪い。
- 大きな値のスタンバイタイムが使用される傾向があり、省電力状態が有効に使われていない。スタンバイタイムは、3分より長く設定されることが多いが、通常の使用では、HDDアクセスが数秒間あれば、省電力状態に移行してよいことが知られており、かなり余分な時間アイドル状態で電力を浪費していることになる。さらに、スピニングアップを避けるために、省電力状態を全く使用しない人もいるようだ。

実際には、以上の2問題は表裏の関係にある。スピニングアップによるユーザビリティの低下が改善されれば、電池寿命を伸ばすために、より短いスタンバイタイムが使用されることになる。

3. ユーザの意図の予測

キーボード入力とポインティングデバイス操作とをモニタすることにより、ユーザが現在行っている作業を知ることができる。さらに現在の作業から

将来行うであろう作業を予測することも可能となる。将来HDDを使用する作業が予測された場合で、HDDが省電力状態である時は、実際に使用するまでにスピニングさせることで、使用する時点でのユーザの待ち時間をなくすることができる。また、逆に、当分のあいだHDDを使用する作業がないと予測される場合で、HDDがアイドル状態である時は、サスペンドタイマによって自動的に省電力状態に移行するのを待たずに、モータの回転を止めて省電力状態へ移行させることで、無駄な電力消費を削減できる。

HDDのモータの制御は比較的簡単に実現できるので、ユーザの意図を正確に予測することがHDDの効果的なパワーマネジメントにとって重要である。そのためには、ユーザの入力をモニタして、ユーザの作業状況を推定することと、推定された作業状況間の関係より、HDDアクセスを伴う作業が発生する可能性を予測することが必要である。

4. ユーザの作業状況の把握

ユーザの入力のモニタは、以下に示すようなシステムの各層で可能である。

1) システムファームウェア

キーボードBIOSやマウスドライバは、ユーザの入力を直接管理している。特定のキー入力やマウス操作のパターンから、ユーザの作業状況を推定することができる。

ハードウェアでモニタできる可能性がある反面、一般的なパターンは存在しないためユーザの使用環境に合わせた適応学習が必要な点、パターンのみでは作業状況を正確に推定できない点など課題も多い。

2) OSまたはウィンドウシステム

OSまたはウィンドウシステム内部の状態も参照すれば、ユーザの入力だけの場合に比べて、より正確にユーザの作業状況を予測できる。特にウィンドウシステムでは、ウィンドウメッセージをモニタすることで、メッセージIDとメッセージを受け取るウィンドウプロシジャのウィンドウクラスとの関係からユーザの作業状況をかなり正確に推定できる。

3) アプリケーションプログラム

アプリケーションプログラムは、ユーザの作業状況を正確に把握している。しかし、実現にあたっては以下のような課題がある。

- アプリケーションプログラムすべてがパワ

マネジメント機能を持たなければならなくなる。

- アプリケーションプログラムごとにユーザの作業からHDDアクセスを予測する機能を実現するのは現実的ではないので、パワーマネジメントのためのAPIを別に準備する必要がある。

5. HDDアクセスの予測

把握されたユーザの作業状態から、次の作業を予測するのは一般的には容易ではない。

バッチやマクロとして一連の操作を決められた順序で繰り返し利用する場合は、HDDアクセスは精度よく予測でき、本手法は非常に有効である。

逆に予測がはずれて、HDDのスピニングが無駄になるのは、作業の予測方法が単純な対応関係を利用しているためである。また、ユーザが誤った操作したことを正常な作業として認識した場合や、ユーザが途中で作業を変更した場合などにも無駄なスピニングが起こってしまう。

6. おわりに

以上に、キーボードやポインティングデバイスをモニタし、ユーザの意図を予測することで、ユーザのビリティを損なうことなく、HDDの省電力状態が活用できることを示した。HDDの電源が切れている場合でも、ユーザが実際にHDDを使用する前に電源を再投入することで、ユーザを待たせることなくスムーズにHDDを使用できる。予測が誤った場合は、HDDの起動は全くの無駄であり、電力を浪費することになる。しかし、予測誤りによるスピニングによる無駄な電力消費が、アイドル状態での定常的な電力消費より小さいならば、パワーマネジメントとしては有効である。ただし、電源投入時には、通常の待機時に比べてより大きな電流が流れることが知られており、頻繁にHDDの電源投入・切断を繰り返すことは、かえって余計に電力を消費するおそれがある。また、異常に頻繁な電源投入・切断の繰り返しによって、HDDが故障するおそれもある。

今後は、ユーザの意図予測の精度を上げるための検討が必要であろう。また、予測と実際のアクセスとの関係から、意図予測のアルゴリズムの自動学習も考慮すべきであろう。さらに、このHDDのパワーマネジメント方法は、初期化に時間や電力が必要な他の分野（例えば、モデムなどの通信デバイス）にも応用できると期待される。