

グリーン OS Onix OS の開発

—GNU/Linux クローンの省電力カーネル—

1. 背景

近年、二酸化炭素の排出削減の試みが世界規模で行われている。我が国は現在の問題に対して積極的に取り組む姿勢を見せている。

我々ソフトウェア開発者はこの取り組みに対して、ITによる消費電力を抑制する事によって、発電等に伴う二酸化炭素の排出を間接的に抑える事によって貢献可能である。

IT 機器の中でも特定の場所で特に大きな電力を消費している装置として、データセンターが存在する。近年、IT 機器が扱う情報量やネットワークを介した情報量が爆発的に増え、データセンターが消費する電力は軽視できない。

データセンターで消費される電力の内 37%がストレージシステムによって消費されているという調査結果がある[1]。今日において、データセンターのストレージシステムを構成している主要なコンポーネントである HDD を省電力化する事によって、データセンターをはじめとする IT 機器の省電力化に大きく貢献できると考える。

[1] Meeting Data Storage Challenges with Eco-friendly Solutions, 2007, Hitachi Data System.

2. 目的

本研究では、既存のハードウェアリソース及びシステム構成を堅持しつつ、低消費電力で動作するオペレーティングシステムを開発する。

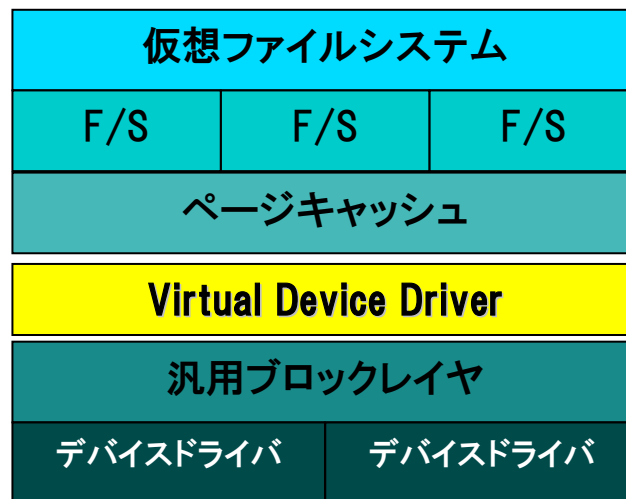
3. 開発の内容

本研究によって提案するグリーン OS の機能の主眼は、GNU/Linux カーネルが HDD に対して行う処理を低減させる事である。具体的には、同カーネルが発行する全ての HDD に対するアクセス要求(以下、ディスク I/O)の HDD に対する伝搬を抑え、同時に HDD を省電力モードで動作させる事でシステムの消費電力の低減を図る。

これを行う為に、GNU/Linux のソフトウェアレイヤの低レベルファイルシステムレイヤと汎用ブロックレイヤの間に、ディスク I/O をバッファリングさせ、ディスクに対する伝搬を遅延するレイヤを設ける[図 1]以下では、このソフトウェアレイヤを Virtual Device Driver (VDD) と呼ぶ。そして、VDD によってディスク I/O を遅延している間、HDD の動作モードを省電力モードに切り替える。

HDD を省電力モードで動作させることによって、消費電力を通常時のおよそ 1/8 に低減する事が可能となる。しかし、省電力状態から通常状態に動作モードを切り替え

た場合に一時的にはあるが、通常時のおよそ 7 から 8 倍の大量の電力を消費する。このため、より効率的に電力を低減させるためには、戦略的に HDD の動作モードを変更させる必要がある。本プロジェクトでは、ディレクトリ空間の局所性に注視したキャッシュアルゴリズムによって、評価環境のストレージシステムの消費電力を半減させる事に成功した。



[図 1 : Onix OS のソフトウェアレイヤ構造]

4. 従来の技術（または機能）との相違

オリジナルの GNU/Linux には RAM やデバイスに搭載されているキャッシュメモリによってディスク I/O を遅延する機能が備わっている。また、これらによって遅延している間、HDD の動作モードを省電力モードに切り替えることで電力消費量を低減させる取り組みも存在している。

HDD の容量当りの価格は日を追う毎に下がり 2009 年 10 月現在では、記憶容量 1GB 当り 0.7 円程度で入手が可能である。これによって、システムに搭載されるストレージ容量は膨大になる。

しかし、大容量化する HDD に対する I/O を遅延する RAM の搭載容量はメインボードやアーキテクチャによる制限から数 GB から 10 数 GB 程度しか搭載されていない。このように RAM-HDD 間で圧倒的な容量比がある関係で効率的なディスク I/O の遅延を行う事は難しい。

効率的な遅延を行うために 100GB を越えるような大容量 RAM を搭載するためには、既存システムを廃棄してストレージシステムや高価なブレードサーバを導入する必要がある。

本プロジェクトで作成した Onix OS を導入することで、搭載 RAM の小さい既存システムの省電力化を実現できる。

5. 期待される効果

本プロジェクトで作成した Onix OS は、カーネルの I/O ブロックレイヤの上位レイヤで動作させることによって、システムで動作する全てのファイルシステムに対して、省電力化機能の遮蔽を提供している。

これによって、導入を非常に容易に行うことができる。具体的に、導入するためのプロセスは、カーネルを更新し、キャッシュデバイス (SSD を推奨) をシステムに接続するだけである。これによって、対象のシステムを省電力化する事ができる。システムで動作するアプリケーションやファイルシステム、その他設定は一切変更する必要がない。

この導入の容易性が認知されれば、本システムの普及が広まるものと期待する。

又、本プロジェクトが主眼とする省電力なオペレーティングシステムの開発という方針を一貫して継続することによって、“省電力化”という新たな付加価値を持ったオペレーティングシステムの開発をコミュニティや産業企業に認知され、今後の開発に影響する事を期待する。

6. 普及（または活用）の見通し

現在、アリエルネットワーク(株)に試験導入のための交渉を行っている。

7. 大山 裕泰（東京都市大学 工学部 コンピュータメディア工学科）

（参考）開発者 URL： http://blog.so-net.ne.jp/user_localhost_sec