

仮想計算機を用いたグリッド実行環境の実用性

加藤 貴士[†] 大西 克実[†] 中野 秀男[†]

近年、観測技術や測定技術の進歩により詳細で大規模なデータを高速に処理することを求められる場面が増えてきている。それに対して計算機の価格対性能比も飛躍的に進歩している。しかしながら現状では向上した計算機の能力を使い切れていない場合が多く遊休資源となっている。仮想計算機 Xen 上で Grid Computing ミドルウェアの Globus Toolkit を走らせることにより、計算機資源を有効に活用すること目的とし、現在利用できる技術をまとめた上で、その課題や問題点を検討する。

Practicality of Grid Application with Virtual Machines

TAKASHI KATO[†], KATSUMI ONISHI[†], HIDEO NAKANO[†]

Recently, because of the progress of observation technology and measurement technique, the demand which are requested to process a large-scale data are increasing. These days, price/performance ratio of the machines has been amazingly progressing. At this point, however, we have not consumed the whole ability of the machines effectly. We consider the effective usage of these machines and discuss the problems by executing the Globus Toolkit on the Xen which is one of the virtual machine environment.

1. はじめに

近年、CPU メーカーは CPU のクロックスピードの向上よりもパフォーマンスと消費電力あたりの性能が高いマルチコア化による性能向上に積極的である。マルチコア CPU のメリットを最大限に引き出すには、アプリケーションのスレッド化が必要となる。そこでそのような機能が整った仮想計算機を導入し、一台の計算機上で複数の仮想計算機を稼働させ、Grid Computing を行うことにより大規模計算の需要に対して、計算機の効率的な運用が可能となることが予想される。また、仮想計算機の導入により Grid Computing アプリケーションが

マルチコア化に最適化されていなくとも計算機資源を有効に活用しやすくなる効果も期待できる。

本稿では仮想計算機として Xen 3.0^{1),2),3),4),8)}、Grid Computing 環境として Globus Toolkit 4.0^{6),7)}を用いて、Xen 上で Globus Toolkit を稼働させて、この環境下における利用方法と問題点を評価・検討する。これにより Xen も Globus Toolkit もオープンソースであることから金銭的に低コストな Grid Computing 環境の構築が可能となる。

また、Xen には Live Migration という機能があり無停止でのマイグレーションが可能となり、各計算機の負荷を監視することにより動的に最適な計算機資源の活用も可能となる。機器の構成やネットワーク環境により Live Migration がシステム全体に与える影響がどのようになるのか確認する必要

[†] 大阪市立大学大学院 創造都市研究科
Graduate School for Creative Cities, Osaka
City University

がある。

2. Xen によるドメイン構築

Xen とは、英ケンブリッジ大学で開発された x86 用のオープンソースの仮想マシンモニタ (Virtual Machine Monitor, 以下 VMM) で物理的な計算機をソフトウェアによって分割し、一つの計算機上で独立した複数の OS を動作させることが可能なソフトウェアである。現在 Linux2.4 系、Linux2.6 系、NetBSD において安定版が移植されている。

2. 1. Xen VMM

Xen は準仮想化 (Para Virtualization) と呼ばれる実装手法を標準採用しており、Xen 自体がハードウェアの管理を行うのではなく、Domain0 と呼ばれる特殊な管理用 OS がデバイスドライバを用いてハードウェアにアクセスを行う。Domain0 以外のゲスト OS は DomainU と呼ばれ、Xen 用に修正されたカーネルがシステムコールをハイパーバイザコールと呼ばれる Xen アーキテクチャの命令に変換し Xen VMM を通してハードウェアに伝えられる。

Xen3.0 より完全仮想化もサポートされており、ハードウェアが対応していれば実ハードウェア用に用意された OS を上記のようなカーネルを準備せずそのまま Xen 上で動作させることが可能となる。

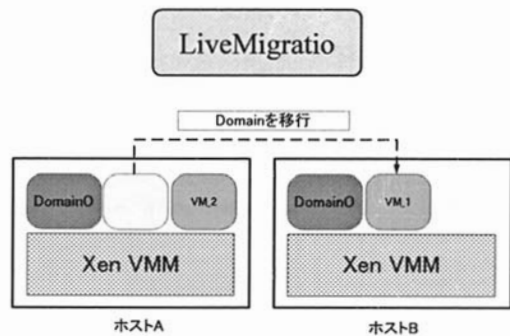
2. 2. DomainU の構築

Xen の DomainU の構築方法としては以下があげられる。

- ・イメージファイルへの構築
- ・物理パーテーションへの構築
- ・LVM で管理された論理パーテーションへの構築
- ・共有ディレクトリへの構築

また、ネットワーク上でファイルを共有すること

により複数のホスト間で仮想計算機の移行を簡単に行える Migration 機能が備わっている。この機能はコンテキスト (CPU の状態やメモリ情報など) のみが移行先へ渡され、イメージファイルなどのデータは移行先へは渡されない。従って Migration を行う場合はファイルサーバなどを通じて同一の Domain データを参照している必要がある。ファイル共有する方法としては SAN、iSCSI、NFS などがある。オプションによって移動させたい Domain を停止させることなく Migration を行える Live Migration という機能がある。



3. Globus Toolkit による GridComputing 環境の構築

3. 1. GridComputing について

GridComputing とはネットワークを介して複数のコンピュータを結ぶことで仮想的に高性能コンピュータをつくり、利用者はそこから必要なだけ処理能力や記憶容量を取り出して使うシステムである。複数のコンピュータに並列処理を行わせることで、一台一台の性能は低くとも高速に大量の処理を実行できるようになる。ビジネス利用や学術研究など、多くの可能性が模索され、実現に向けてさまざまな試みが行なわれている。

GridComputing は高価で運用の小回りがききに

くいスーパーコンピューターではなく、安価な PC を連ねることにより計算コストの低減を目指している。

3. 2. グリッドミドルウェアについて

ミドルウェア(Middleware)とは、OS と各種システム固有の処理を行うアプリケーションソフトウェアとの間に入り、アプリケーションが要求する様々な処理の代換えと OS へ依頼する各種手順・手続きを行う中間的なソフトウェアのことである。

3. 3. Globus Toolkit について

Globus とはアルゴンヌ国立研究所、南カリフォルニア大学の情報科学研究所、そしてシカゴ大学という米国の 3 つの組織が 1995 年に設立し、その後ヨーロッパから、スコットランドのエジンバラ大学とスウェーデン並列コンピュータセンターという 2 つの組織が、重要なパートナーとして参加した組織である。Globus によって開発された Globus ツールキットは、グリッド・コンピューティングを構成するためのミドルウェアであり、事実上の業界標準となっている。

Globus Toolkit が提供するサービスには以下のような物がある。

- ・ 資源管理 (グリッド資源管理プロトコル : GRAM、Grid Resource Management Service)。
- ・ 情報サービス (監視と検知サービス : MDS - Monitoring and Discovery Service)。
- ・ データ移動と管理 (二次記憶への広域アクセス : GASS - Global Access to Secondary Storage)。
- ・ GridFTP

4. システムの設計と概要

4. 1. システム要件

4. 1. 1. 実行環境の配置について

仮想計算機上で Grid Computing を行う場合、使用シーンとして三通りのパターンが考えられる。

1. デスクトップ用途 OS とバックエンドとして Globus Toolkit を実装した OS を稼働させる。
2. 一台の計算機上で複数の Grid 環境をインストールした仮想計算機を実行する。
3. 1. と 2. を兼ねあわせた環境。

1. の場合、実質的には Windows に対応している必要がある。Virtualization 技術の機能が搭載された CPU(Intel-VT、AMD-Pacifica)上で Xen3.0 を実行することによってゲスト OS として WindowsOS のサポートは公式マニュアルには記載されている。現状では WindowsOS をホスト OS とすることは出来ない。

2. の場合、ハードウェアの能力に対して実行可能な仮想計算機の適切な数があると予想される。3. も 2. と同様と考えられる。

本稿では一台の計算機上で複数の Grid 環境を実行して、その問題点と課題を検討する。

4. 1. 2. Grid クライアントの展開

仮想計算機を使用するメリットとして、Grid クライアントを一台構築し、その仮想環境を複製することにより Grid 計算を行う環境の構築時間を短縮ができることがあげられる。また拡張に対する容易性も考えられる。これらにより Grid 計算を行う環境の人的コストを下げる事が可能になる⁹⁾。

4. 2. システムの設計

4. 2. 1. センターサーバの設計

LiveMigration を実行するには共有ディレクトリ内に DomainU の構築が不可欠である。センターサーバに LDAP サーバ、DHCP サーバなどの管理サーバを構築し、NFS サーバでディレクトリの共有化を行う。また、センターサーバも仮想化を行い、仮想計算機上に GlobusToolkit の管理サーバを構築する。

4. 2. 2. クライアント PC の設計

クライアントにも Xen ベースの Linux サーバを構築する。クライアントからセンターサーバ上にあるマウントされた共有ディスクにクライアントのイメージを作成する。

4. 3. 問題点と課題

4. 3. 1. Xen について

現状では安定性に関してはデバイスドライバの非対応などの問題があり不安が残る。WindowsOS での運用の実績も少なく、当面は Linux ベースでの運用調査をしたい。インストールと設定も複雑である。Migration を行うにはハードウェアの制限があると報告されている。よって運用の際にはハードウェアは似た構成にする必要がある。

4. 3. 2. GlobusToolkit について

GlobusToolkit も導入は複雑である。これを Xen のイメージ化によりそのコストを補えると考えられる。その場合に一部競合が起こる可能性があるのでその対策を考える必要がある。

5. おわりに

本稿では同一サブネット内での検討を行っているが、企業内や病院などでは VLAN などによりセ

グメントを分けて運用している場合も多い。それらは VPN を張ることにより透過的な運用が可能と予想されるが今後も継続的な調査を行っていく予定である。

Migration を行うためにディレクトリ共有に NFS を使用しているが、グリッド・ファイルシステムを使用することによって、センターサーバの負担の軽減や冗長化も可能となるので導入の検討もしたいと考えている。

参 考 文 献

- 1) 山本雅也著：「Xen3.0 による仮想化サーバの構築」、秀和システム
- 2) 清水美樹著：「はじめての Xen」、工学社
- 3) Xen3.0 徹底攻略、Software Design 2006 年 1 月号、技術評論社、pp136-175
- 4) 仮想マシンモニターXen3.0 を使ってみよう、オープンソースマガジン 2006 年 3 月号、ソフトバンク クリエイティブ、pp,16-39
- 5) 立菌真樹、中田秀基、松岡聡：仮想計算機を用いたグリッド上での MPI 実行環境、In 先進的計算基盤システムシンポジウム SACSIS2006 論文集、pp.525-532,2006.
- 6) 日本アイ・ビー・エム システムズ・エンジニアリング株式会社著：グリッド・コンピューティングとは何か、ソフトバンク パブリッシング
- 7) Globus-グリッド協議会 [<http://www.jpgrid.org/tech-info/pukiwiki/>]
- 8) Xen virtual machine monitor [<http://www.cl.cam.ac.uk/research/srg/netos/xen/>]
- 9) 西村豪生、中田秀基、松岡聡：仮想計算機と仮想ネットワークを用いた仮想クラスタの構築、情報処理学会研究報告 2006-HPC-107,p p73-78