

仮想化技術による卒論用サーバシステムの構築と運用 (1)

大塚 秀治(*1), 矢野 孝三(*1), 松原綾音(*2), 石井 太一郎(*3)

*1 麗澤大学 情報システムセンター

*2 麗澤大学 経済学部

*3 株式会社富士通エフサス

ohtsuka@reitaku-u.ac.jp, yano@reitaku-u.ac.jp, a11649a@reitaku.jp,
i.taichiro@jp.fujitsu.com

概要: 学生が卒業論文などでサーバクライアントモデルのシステム開発(卒論システム)を行う場合、学生それぞれがサーバを構築するか、既存のサーバへ相乗りする形になる。独自でサーバを用意する場合には、構築段階から多くの手間と時間を必要とする。優れた卒論システムの場合には学生が卒業した後も運用状態が継続するので管理が必要となる。本学でもすでに幾つかの運用システムでは運用管理の工数が増大し、維持管理が負担となっている。本研究は、今後も増加するであろう、卒論システムの開発環境の提供と長期運用となった場合の管理コストを、仮想サーバ技術を用いることで低減させることを目的とするものである。本報では、これまでに卒論システムとして開発され、現在も運用中のシステムについて、Linux KVM 技術を用いて構築した汎用仮想サーバに順次移行を行い、移行に際して生ずる問題や運用管理上の問題について整理を行うものである。

キーワード: 仮想サーバ, 開発環境, システム運用

1. 研究の背景

学生が卒業論文など¹でサーバクライアントモデルのシステム開発(以下卒論システム)を行う場合、学生それぞれがサーバを構築するか、既存のサーバへ相乗りして開発を行うことになる。独自にサーバを用意する場合には、構築段階から多くの手間と時間を必要とする。もともと、卒論では実用性の高いシステム開発がテーマや課題となることが多いため、その実用性から運用に供されることが多い。また、連続運用の評価や統計情報自体がテーマとなっているものも多いため長期に渡って稼働させるものも多い。優れた卒論システムの場合には利用者が増え、開発した学生が卒業した後も運用状態が継続する。このため、開発段階から卒業後も運用管理を検討しておくことが必要となる。

卒論システムの特徴をまとめると、① 比較的小規模なシステムである、② 利用頻度が低いためシステムの負荷は高くない、③ 実用システムの場合



図 1 現状の卒論システム用ラック

運用に供される卒論システムはサーバールームの専用ラックに収容されている。ほとんどがタワー型 PC にオープンソースの UNIX を導入したものである。ディスプレイ切り替え器(写真手前)で可能な限りコンソールは共有させるが、ラック内での占有面積は大きい。

¹ ゼミでの卒業論文で開発するシステムや 3 年次に作成するシステム、さらにプログラミングやネットワーク関係の実習科目で作成するプログラム課題等も含む。

表1. 稼働中の主な卒論システム

開発年	OS	形態	アクセス	ハード交換回数	内容・システム名称
2002	FreeBSD	相乗	希	1	WebインターフェースによるMacアドレス認証DHCPサーバ「KIDS」
2004	FreeBSD	単	低	0	ネットワークサービス相互稼働監視システム「ANNEX」
2004	FreeBSD	単	低	0	ネットワーク障害検知システム「リモートdeパトライト」
2007	FreeBSD	相乗	中	1	SMTPで投稿するBLOGシステム「PLOG」
2007	FreeBSD	単	低	1	rrdtoolによるトラフィック詳細記録システム「Pingo」
2011	FreeBSD	単	希	1	ネットワーク障害音声通知システム「スーパーポン3」
2011	FreeBSD	単	中	0	カメラ画像からOCR入力する放射線量連続記録システム「GRACE」
2011	FreeBSD	単	低	0	電力各社の電力使用率の連続記録システム「GRIP」
2012	FreeBSD	単	多	0	学内使用電力量集計表示システム「麗澤電力」
2013	FreeBSD	相乗	中	1	独居老人安否確認システム「赤ずきんちゃんR」(2代目)
2014	CentOS	単	多	1	学内落し物登録表示システム「アルカモ」KVMへの移行済

注) 定期的に外部へアクセスしていないもの。また、他のシステムから定期的に参照されていないものは除いている。また、運用状態にあったが、ハードウェア障害で運用から離脱したシステムについても記載していない。

合は運用が継続することが多い、④ 開発した学生は卒業する、ということとなる。本学でも実用性の高いシステムについては、情報システムセンターが運用を引き継いでいるが、すでに幾つかの運用システムでは管理工数が増大し、維持が負担となっているものもある。ハードウェアの障害の場合には回復できずに運用を断念したのものもある。

設置の問題も多い。運用のため、情報システムセンターではバックアップ資源の提供の他、ラック棚、コンソール、ネットワーク、非常電源なども提供するが、スペースには限りがあるため無条件に設置を受け入れることができない(図1参照)。

2. 目的

本研究では、今後も増加するであろう、実用性の高い卒論システムについて、① 容易に個別の開発環境の提供することができること、② 長期運用となった場合の管理コストを低減できること、の2点を解決することを目的とする。具体的には、仮想サーバ技術を用いることで、開発を希望する学生毎に希望するOSでサーバ環境を提供し、実用性の高いシステムが完成した場合には、集中管理できるようにすることである。

3. 設計の方針

前項の目的を実現するために、サーバを仮想化してシステム毎に提供することとする。仮想化サーバの運用技術の蓄積を兼ね、卒論システムを中心とするサービスが中断しても大きな影響が無いシステムで評価を行う。仮想化方式については、オープンソースを用いることとし、Linux KVM (Kernel based Virtual Machine) を採用する。このKVM上に構築する仮想サーバに順次移行を行い、移行に際して生ずる技術的課題や、仮想サーバ数と性能との関係、運用管理上の問題点等について整理を行い、この知見を次のシステムの設計へ生かすこととした。

まず、現在稼働中の卒論システムについて整理する。表1は現在も稼働しており、一定の機能を果たしている主なシステムである。OSは全てUNIXで、ほとんどがFreeBSDである。これは先輩の卒論を参照してシステム構築を行うことによる影響で、FreeBSDでなければならないという条件はない。ネットワークの利用度は高くはないが、定期的にアクセスが発生するものである。サーバの相乗りは卒論システム間の相乗りでなく、他のサーバとの相乗りとなっているものもあり、移行に際しての障害となりうる。すでに運用開始からかなりの期間を経過しており、そもそも中古のPCを用いて開発しているため、ハードウェア交換を行ったマシンもある。単純

² 現在のところ運用に関する明確な規定が無い。本研究のシステムの利用が増加する前に規定を用意することを別途検討している。

なハードディスク交換であれば問題はないが、マザーボードの交換やパソコン自体の交換となるとデバイスの調整やドライバの問題で移行が難しい場合もある。

そこで、ハードウェアの選択にあたっては次の点に留意した。現行システムの全てを移行し、数年分のサーバシステムを収容することを想定しても、20から30程度の比較的負荷の低いサーバの収容能力があればよい。また、本研究で示す方法の有用性が確認できればよいので、高機能のサーバは必要ない³。ただし、ネットワークについては学内向けサービス用と外部公開サービス用の2系統以上を考える必要があり、さらに管理・監視用のインタフェースを別途用意することを考えると余裕のある数のネットワークインタフェースを用意する。

表2 導入した仮想サーバ用マシンのハードウェア構成

機種	富士通 PRIMERGY RX200 S8
CPU	2.60GHz/8コア (Xeon E5-2650v2)
MEM	32GB (16GB 1600LV-RDIMM ×2)
HDD	1.8TB RAID5 (2.5inch SAS 900GB ×3)
Network	1000Base-T ×10 (オンボード×2, 拡張[4ポート]×2)
電源	450W ×2 冗長構成

4. システムの構築

前項の設計留意点を勘案して、富士通(株)社製 1Uのラックマウント型汎用サーバ PRIMERGY RX200 S8 を採用した。ネットワークは仮想マシン群が複数の VLAN に接続されることを想定し、拡張ポートを用意した。また、冗長化と広帯域化を図るため拡張ボードを1組追加しネットワークボンディング構成とした。導入したサーバ用マシンのハードウェア構成を表2に示す。

ソフトウェアは、OSとして CentOS release 6.5⁴ (Final)を用い、図3上図に示すサーバアーキテクチャを実現するために、表3に示す仮想化環境用

³ コア数などのCPU性能と仮想化数に関する明確な基準はないようである。従って、実際問題として大学で導入する場合は予算的制限が大きいといえる。例えば、保守費込で5年間のレンタル料が80万円程度のサーバであれば、卒論システムを20サーバ収容すると、1サーバあたり年額8千円程度となりクラウド上のサービスの利用と同程度となる。今回導入したシステムは概ねこの範囲に収まることとなった。

⁴ カーネルのバージョンは Linux version 2.6.32-431.11.2.el6.x86_64 (mockbuild@c6b8.bsyzs.dev.centos.org) (gcc version 4.4.7 20120313 (Red Hat 4.4.7-4) (GCC)) #1 SMP Tue Mar 25 19:59:55 UTC 2014

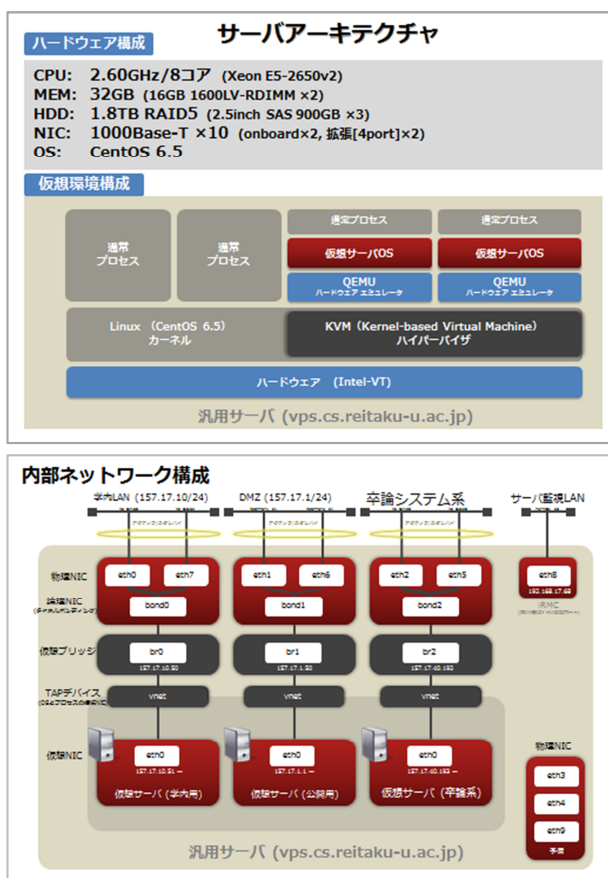


図2 システムとネットワークの構成

上図に本システムの基本構成を示す。LinuxのKVMを用いて仮想サーバを構成する。下図はネットワーク構成を示している。冗長化とパフォーマンス性能の確保のため、複数のNICをボンディングによって論理NICとしVLANに割り当てる。パフォーマンスの測定のため、サーバ監視用に独立したVLANを用意した。

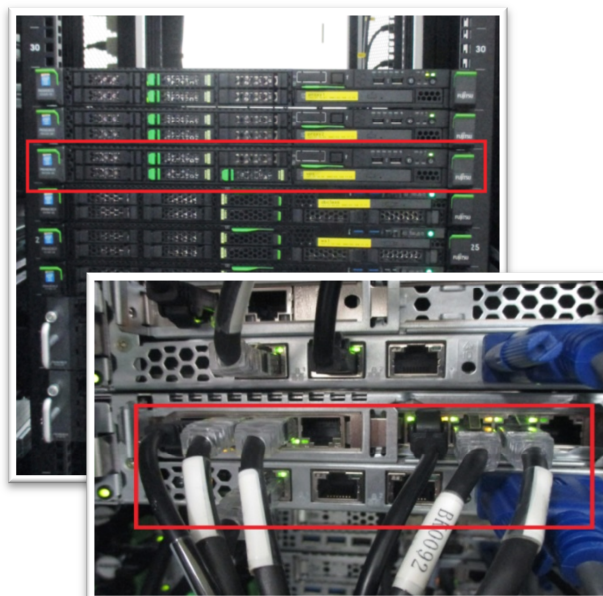


図3 設置の状況

写真(上)はサーバをラックに組んだ状況を示している(線で囲まれた部分が本研究で用いるサーバ)。既存の卒論システムを全て移行すれば、ラック3本分が1Uで収容できることになる。写真(下)は背面の様子。複数のVLANに対応し、各VLANをボンディングするために拡張ポートを追加しそれぞれをVLANスイッチと接続している。

のパッケージを導入した。

表3 仮想化環境のための導入パッケージ

パッケージグループ	説明	必須パッケージ	オプションパッケージ
Virtualization	仮想化マシンのホスティング環境を提供	qemu-kvm	qemu-guest-agent qemu-kvm-tools
Virtualization Client	仮想化インスタンスのインストールおよび管理クライアント	python-virtinst virt-manager virt-viewer	virt-top
Virtualization Platform	仮想マシンおよびコンテナのアクセスおよび制御インターフェースを提供	Libvirt libvirt-client virt-who virt-what	fence-virt-libvirt fence-virt-multicast fence-virt-serial libvirt-cim libvirt-java libvirt-qmf libvirt-snmpp perl-Sys-Virt
Virtualization Tools	オフラインでの仮想イメージ管理のツール	libguestfs	libguestfs-java libguestfs-tools virt-v2v

ネットワークは図 2 のように構成した。複数の物理 NIC をボンディングによって論理 NIC に構成し、学内基幹系と外部公開用の DMZ 系、それに卒論システムの開発と学内運用を行う卒論システム系に接続した。別にサーバ監視用・運用管理用の VLAN にも接続した。

図 3 はラックに組んだ本システムの様子を示している。赤枠が本研究で用いるサーバとなる。順次このサーバ上に既存システムを移行中である。また、開発環境が必要な新規の卒論システムについても資源割り当てを行っている。既存システムがラックを 3 本使用していたことを考えるとスペース面のパフォーマンスはかなり高い。

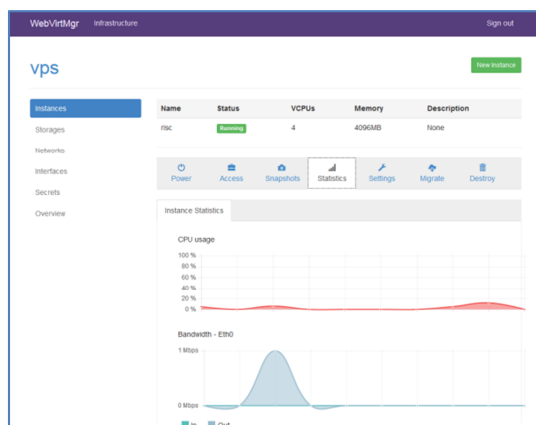


図 4 WebVirtMgr による監視画面

仮想マシンのパフォーマンスを簡易的に表示することができる。検証のためには継続的に記録を残す方法を検討する必要がある。今後、サーバ数と処理性能との関係、ネットワークの負荷の状況などについて定量的かつ継続的に性能を評価する工夫が求められる。

5. 運用

本システムは 2014 年 4 月に基本的な調整を終え、予備的な実運用（2014 年 10 月現在）中である。当面の運用方針としては、卒論システムとして本システムの利用を希望する場合、ゼミの担当教員を通じて情報システムセンターに申請を行い、情報システムセンターが OS の基本設定後にユーザに引き渡す形式としている⁵。

2014 年 10 月 20 日現在の割り当て状況は、サーバ数が 10 で、割り当てコア総数は 22 となっている。このうち卒論システム系に割り当てられているものは 6 サーバで、情報システムセンターの運用サービスにも実験的に用いられている。

6. 移行に際しての課題

前項で割り当てられた 1 サーバに既存の卒論システムを移行し問題等を検討し以下の結果を得た。

移行対象：電力各社の電力使用率の連続記録システム
 移行日時：2014 年 9 月 30 日
 OS：FreeBSD 7.4 記述言語：C, perl
 結果：① 単純な `dump.restore` ではシステムの移行はできない。移行ツールがなければ利用が難しい。② 異常時にコンソールにアクセスできなければならないが、作業者が学生の場合にアクセス方法を開示するのはリスクが高い。③ 事前に OS を導入しなければならないが、古い OS の場合にはメディアの入手が困難になりつつある。④ 移行後パフォーマンスの著しい向上が認められた。

7. 結果と今後の展開

現在、本システムは予備的ではあるが実運用に入り稼働中で、仮想サーバによる運用の効率化が図られている。今後、仮想サーバ数を追加させながら、システムの負荷状況を適切に監視できるツールの導入・開発を行い、定量的な測定結果から適切なサーバ数、コア数などを求める方策を検討し、別稿にて報告することとしたい。

参考文献

- [1] Red Hat Enterprise Linux 6 仮想化管理ガイド, https://access.redhat.com/site/documentation/ja-JP/Red_Hat_Enterprise_Linux/6/html/Virtualization_Administration_Guide/
- [2] 平, 森若, 鶴野, まえだ 著, KVM 徹底入門, 翔泳社, 2010.
- [3] IBM - Linux KVM 技術情報, <http://www-06.ibm.com/jp/linux/tech/doc/0024ac5e.html>
- [4] CentOS6.2/KVM によるサーバ仮想化 - OSS で Linux サーバ構築, <http://www.oss-d.net/virt/kvm/0.9>

⁵ 本稿の著者の一人である松原は 2014 年 7 月から、近隣の小学校向けの落し物管理・表示システムの開発を本システム上で行っており、運用も本システム上で行うこととなっている。