

シンクライアントによる教育用端末環境の構築

佐々木 芳宏*, 正木 忠良*, 小林 俊央*, 鷺谷 貴洋*,
西田 眞**, 中村 雅英*

*秋田大学総合情報処理センター, **秋田大学工学資源学部情報工学科

情報漏洩対策やソフトウェア資産の集中管理, 運用メンテナンスの容易さ等の特徴をもつシンクライアントシステムを平成19年度に本学の情報教育用端末約210台に導入した。本システムは, ミドルウェアとして”Ardence”を適用し, ローカルディスクキャッシュ方式を採用することで, 端末の起動時間の改善を図った。本研究では授業による一斉アクセス時におけるシンクライアント構築の手法に着目し, キャッシュ方式の違いによる影響やネットワークブート時のトラフィックについて検証した。

Constructions of educational environment apply the thin client system to educational terminals

Yoshihiro Sasaki*, Tadayoshi Masaki*, Toshio Kobayashi*, Takahiro Washiya*,
Makoto Nishida**, Masahide Nakamura*

*General Information Processing Center, Akita University

**Department of Computer Science and Engineering, Akita University

The thin client computer with the features, such as a measure against a leak of information, central control of software property, and ease of employment maintenance, was introduced into about 210 units in 2007. This system applied “Ardence” as middleware, and attempted the improvement of computers at start-up time by adopting the local disk cash form. This research verified the influence by the difference of the each cash form and the traffic when the computers does boot over a network.

1. はじめに

平成19年3月より秋田大学総合情報処理センターの電子計算機システムを機種更新し, 新システムの運用を開始した。今回の新システムでは, TCOのさらなる削減と情報漏えいなどのセキュリティ対策として, 教育用端末約210台に対してネットワークブート型のシンクライアントシステムを導入し, 全てWindows XP, Linux (SUSE Linux⁽¹⁾) のデュアルブート構成とした。このシンクライアントシステムにはミドルウェアとして Ardence⁽²⁾を採用するとともに,

授業効果の向上のために, 全授業用端末室にWing-net⁽³⁾の画面転送システムをシンクライアント端末で実現し, 教員側の授業資料を容易に学生に提示できる環境を構築した。

近年の多様化する情報教育への対応や容易なソフトウェアの追加や変更, 教育環境の維持, さらにセキュリティ対策のための管理コストの低減等, ユーザの利便性向上を考慮したシステムとして多種あるシンクライアントシステムの有効性がうたわられてい

るなか、本研究では、実際に授業利用などで生じる多数の端末からの一斉同時アクセスなどの独特な利用環境を配慮に入れたシンクライアントシステムの性能に対し、起動時間、キャッシュ形態、ネットワークトラフィックの点からシステム構築のポイントとなる点について検討した。

2. システム構成

2.1 シンクライアントシステム

一般にシンクライアントシステムには、サーバ上でアプリケーションを実行し、その画面データを圧縮して端末に転送する「画面転送型」と、サーバで持っている仮想ディスクイメージ (VDISK) をネットワーク転送し、端末のCPU、メモリを使ってアプリケーションを実行する「ネットワークブート型」がある。画面転送型の場合、圧縮した画面データを端末

上で表示させるため、CAD、ストリーミング等のアプリケーションがスムーズに画面表示ができなかったり、周辺機器接続のためのUSBやサウンドのようにハードウェアに依存する機能は使用できない場合がある。本システムは、端末のCPU、メモリ、キャッシュ等の基本性能を十分に生かしながらアプリケーションを端末上で実行するネットワークブート型をArdenceにより構築した。図1に構築したシステムの構成を示す。シンクライアント端末群を運用するためのサーバとして、手形キャンパス (シンクライアント端末201台設置)にDHCPサービス、Active Directoryサービスのための「ログインサーバ」を2台、WindowsならびにLinuxカーネルの仮想ディスクイメージの配布を行うための「IOサーバ」を6台 (先の2台のログインサーバ上で機能兼用) 設置した。また、本道キャンパス (シンクライアント端末10台設

◆ シンクライアントシステム システム構成

- ・ログインサーバ2台、IOサーバ7台
- ・サーバ、端末は全て1000Base-Tで接続し、全てギガビットの帯域で構成
- ・103台の教室のネットワークバックボーンは4Gbps(リンクアグリゲーション)

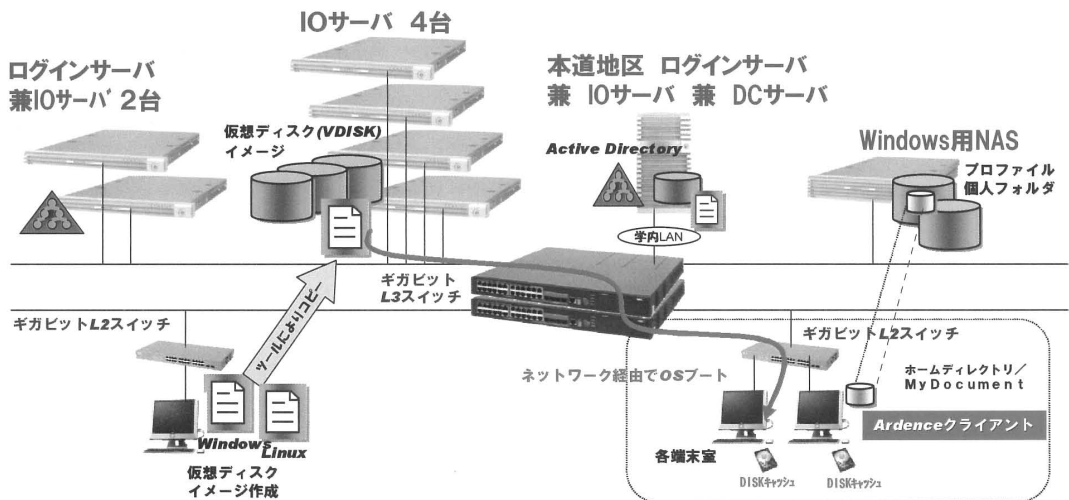


図1 シンクライアントシステムの構成

置)にはログインサーバ、IOサーバ、Active Directory サービスのための DC サーバの機能を兼用させたフルサーバを1台設置した。ArdenceにおけるIOサーバでは、IOサーバ1台あたり50台のシンククライアント端末を起動できる性能を有しているが、授業開始時に発生する教室からの一斉集中アクセスに対しても十分な端末性能が発揮できるようIOサーバ1台あたりの負荷を分散抑制するため、シンククライアント端末の接続数を10~20台程度となるよう7台のIOサーバにより分配処理を行っている。

2.2 シンククライアント端末

本システムのシンククライアント端末221台は全て液晶一体型であり、Windows XP、Linuxのデュアルブート構成となっている。シンククライアント端末のスペックは以下の通りである。

- CPU : Intel PentiumD 3GHz
- メインメモリ : 1GB (Linux でRAM キャッシュとして512MBを利用)
- HDD : 40GB (Windows で Disk キャッシュとして利用)
- OS: Windows XP, SUSE Linux

Windows ではシステムドライブであるCドライブ領域が変更された場合に、その変更内容を一時的にキャッシュする領域が必要である。Ardenceの場合、IOサーバにキャッシュを行う「サーバキャッシュ」方式と、端末のメインメモリの一部を利用する「メモリキャッシュ」方式、さらに端末のHDD上にキャッシュ領域を作成する「ローカルディスクキャッシュ」方式がある。「サーバキャッシュ」方式は「メモリキャッシュ」方式、「ローカルディスクキャッシュ」方式に比べてネットワークやIOサーバ上でのキャッシュアクセスに負荷がかかり授業などの一斉起動の際にレスポンスが悪くなることが懸念される。またその反面、「メモリキャッシュ」方式では、ネットワーク負荷、IOサーバ負荷とも低く抑えることが可能である

が、工学系などで利用される数値解析ソフト(Mathematica, Matlab等)やCADにみられるような起動・実行時のキャッシュファイル容量の大きいものに対しては、メインメモリだけではキャッシュ領域を十分に確保することが困難となるため、キャッシュ容量が不足の場合、動作が非常に遅くなる、または応答がなくなるといった可能性が考えられる。したがって、IOサーバ負荷、大容量のキャッシュ領域の確保に有効な方式として、ディスクレス端末ではなく、HDDを備えた端末でHDDにキャッシュ領域を持たせる「ローカルディスクキャッシュ」方式を採用することで、CAD等への対応とIOサーバへのアクセスを減らすことで、ネットブート型の弱点とされている起動速度の課題の解消を試みた。この場合、端末HDDはストレージとして利用するのみでシステムは全てIOサーバ(VDISK)に保持することになるため、HDD上のキャッシュは、端末の次回起動時に消去される設定となっている。

一方、Linuxによるブートを選択した場合、メインメモリ1GBのうち512MBをRAMキャッシュとして割り当てた「メモリキャッシュ」方式を採用しているが、アプリケーション起動時においてもメモリキャッシュ容量が枯渇することもなく、安定したLinux環境が提供できている。図2に教室の例として103台のシンククライアント端末群の教室を示す。



図2 シンククライアント端末群の一例(教室E)

2.3 ネットワークバックボーン

シンククライアント端末は学内のネットワークを利用して OS、アプリケーションの起動を行うため、授業での一斉アクセスでも安定稼動することが必須の要件となる。総合情報処理センターではシンククライアントサーバから各教室の端末まで全て 1Gbps の帯域で接続できるよう既存のネットワークバックボーンの再構築を実施した。特に、103 台の教室からのネットブートに対しては、リンクアグリゲーションにより 1Gbps の回線を 4 本仮想的に束ねることで 4Gbps のバックボーンを構築し、十分なパフォーマンスを発揮できるよう配慮した。(図 1 参照)

3. 性能評価

3.1 ネットワークブート

各教室からの一斉アクセス負荷を考慮し、IO サーバに置かれてある仮想ディスクイメージ (VDISK) を教室別に分散配置させた。表 1 に 7 台の IO サーバが受け持つシンククライアント端末の接続台数を示す。1 台の IO サーバへ接続するシンククライアント端末台数を 10 台から 20 台程度に制限することで、IO サーバへの負荷が集中しないようにするとともに、VDISK のイメージパターンも、

1. 学生用
2. 教員用 (資料提示等の講義支援)
3. CAD、数値解析アプリケーション等を使う授業用
4. Linux 用

の 4 パターンから構成することで、管理コストの低減を図っている。

シンククライアント端末による起動状況を確認するため、授業での一斉起動を想定した端末 100 台での Windows 一斉起動を実施した。実験では、4Gbps のバックボーンを持つ教室 (教室 E) に設置されている 100 台の端末を用い、起動時のログイン時間、起動完了時間をそれぞれ計測した。ここでログイン時間とは、全台がログイン画面表示するまでの時間、起動完了時間とは、全台がログイン完了するまでの時間と定義した。また、キャッシュ形態の影響を検

証するため、IO サーバ上にキャッシュ領域を作成する「サーバキャッシュ」方式と端末の HDD にキャッシュ領域を作成する「ローカルディスクキャッシュ」方式についての相違を検証した。

表 2 に計測結果を示す。起動台数 1 台の場合、「サーバキャッシュ」方式と「ローカルディスクキャッシュ」方式とでは、ログイン時間、起動完了時間ともに大差ないものの、100 台による Windows でのブートでは「サーバキャッシュ」方式の場合、IO サーバにキャッシュを行う際のアクセス負荷が予想以上に大きく、たとえ IO サーバ 1 台あたりのシンククライアント起動端末を 20 台程度まで分散させたとしても、全台起動までに 8 分弱の時間を要し、「ローカルディスクキャッシュ」方式に比べれば 5 分程度の有意差が生じている。すなわち、Windows を使った多人数での授業形態を行う教育現場の場合では、「ローカルディスクキャッシュ」方式を採用することで、シンククライアントにおける起動時間の課題を解消し、通常の端末同等のような操作感で利用可能であるといえる。

一方、Linux による 100 台一斉起動の場合、「サーバキャッシュ」方式と「ローカルディスクキャッシュ」方式とも 4 分程度で起動完了し、キャッシュ形態の違いによる影響は Windows に比べ少ない。

表 1 各教室に対する IO サーバの分散配置

IO サーバ	教室 A	教室 B	教室 C	教室 D	教室 E	教室 F
1					10 台	
2				10 台	10 台	
3	12 台		10 台		21 台	
4	12 台		11 台		20 台	
5	12 台	9 台			20 台	
6	15 台	7 台			22 台	
7						10 台

表 2 Windows 起動時間の比較 キャッシュ形態別

キャッシュ形態	起動台数	ログイン時間	起動完了
サーバキャッシュ	1 台	0分 56 秒	2分 00 秒
	100 台	2分 25 秒	7分 50 秒
ローカルディスクキャッシュ (HDD:40GB)	1 台	0分 59 秒	1分 58 秒
	100 台	1分 58 秒	2分 59 秒

3.2 ネットワーク負荷

3.1 節で述べた 100 台一斉起動におけるシンクライアントシステムの上位 L3 スイッチと教室設置の L2 スイッチ間のネットワークトラフィックを測定した。測定された The Multi Router Traffic Grapher (MRTG) を図3から図7にそれぞれ示す。図3から図6はリンクアグリゲーションで束ねた 1Gbps の回線 4 ポート分のトラフィックであり、図7はその総トラフィックを表したものである。シンクライアント端末がネットブートにより起動するためには、①DHCP サーバからの IP アドレスの割り当て、②Ardence からのブートファイル情報の送信 (約 20 秒)、③仮想ディスクイメージの位置情報 (サーバ名、ファイル名) の送信 (約 1 から 2 秒)、④仮想ディスクイメージにアクセスし、OS の起動ファイルの読み込み (約 160 秒)、⑤OS がロードされ起動完了となる。端末 100 台を一斉起動した場合、回線 1 ポート別のトラフィックは、約 46Mbps から 50Mbps の帯域が測定されており、端末とシンクライアントシステム間の総トラフィックは 194Mbps を占める。実際の授業の場合、OS 起動だけではなく、各種アプリケーションの起動やファイルサーバ上のネットワークドライブへの読み込み、書き込みが発生するため、それ以上のネットワーク負荷にも耐えうるようなネットワークバックボーンの整備が必要である。

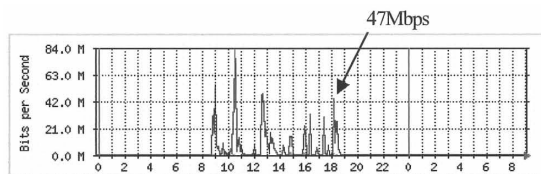


図3 TAG1のMRTG (18時で100台一斉起動)

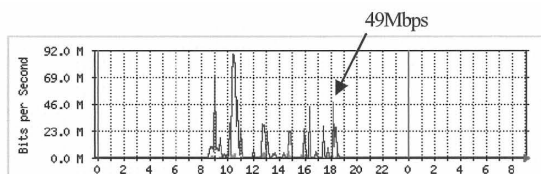


図4 TAG2のMRTG

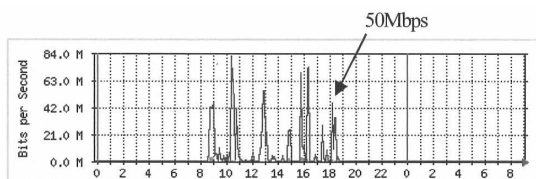


図5 TAG3のMRTG

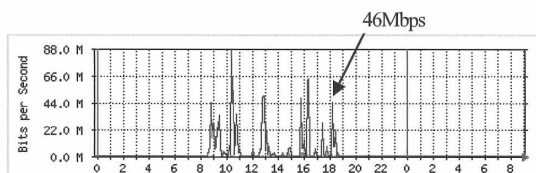


図6 TAG4のMRTG

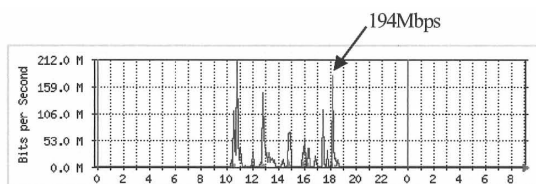


図7 100台一斉起動時の総トラフィック

4 シンクライアントシステムの留意点

シンクライアント端末上でアプリケーションを利用する際に、動作するものとそうでないものがあることに留意する必要がある。シンクライアントの場合、仮想ディスクイメージ (VDISK) を作成する際にマスタ作成用端末の HDD 内に OS、アプリケーションをインストールするため、レジストリにはソフトウェアライセンス情報、ハードウェア ID が書き込まれ、VDISK 内のハードウェア ID は、そのマスタ作成端末のものとなる。したがって、ハードウェア ID とライセンス情報の整合性をとるもの、例えば、Visual Studio Express Edition (フリー)、AutoCAD LT、Adobe Flash CS 等は、マスタ作成端末のものと一緒にブートする他のシンクライアント端末とのハードウェア ID とは相違が発生し、起動できない。また、ソフトウェアのライセンス認証方式として、ハードウェア dongle が利用されている場合も同様である。一般に、ソフトウェアにフローティングライセンス

が用意されているものは問題ない場合が多い。

以下に、本システムで導入した商用ソフトウェアの代表例を示す。

- Microsoft Office 2007 Std.
- Microsoft Visual Studio 2005 Pro
- Trendmicro ウィルスバスターコーポレートエディション v7.3
- AutoCAD 2007
- Mathematica 6.0
- Matlab 2008a
- Astec X
- AirMail
- PrintMusic 2007

5. おわりに

端末からサーバ内の OS やアプリケーションを読み出すネットブート型のシンクライアント方式を採用したことで、強固なセキュリティの確保やネットブート型の弱点とされていた起動速度の課題を解消し、通常の端末同等の使いやすさを実現した。アプリケーションの追加変更やバージョンアップ、さらには Windows の Update、ウィルス定義ファイルの更新等をシンクライアント端末全台に展開する場合、仮想ディスクイメージ VDISK のみを更新するだけで可能であり、221 台の端末を運用管理する工数の大幅削減が実現した。授業などで行われる一斉同時起動の場合でも、キャッシュ形態をどう構築するかによって、シンクライアントの弱点でもある起動時間、応答性を改善できることが明らかとなった。また、シンクライアント端末上でアプリケーションを利用する際に、ハードウェア ID とライセンス情報の整合性をとる様なアプリケーションの場合、シンクライアントでは起動できないことがある点に留意する必要がある。

参考文献

- (1) SUSE Linux <http://www.novell.com/ja-jp/linux/suse/>
- (2) ネットブート型シンクライアントシステム Ardence
<http://www.nec.co.jp/pfsoft/ardence/>
- (3) 授業支援システム Wingnet <http://www.cwg.co.jp/>