

集合教育用計算機システムへの Linux thin client 端末の導入とその評価

中山 仁, 大西淑雅, 望月雅光, 山之上卓, 甲斐郷子
九州工業大学 情報科学センター

1. はじめに

近年、大学の一般情報処理教育の内容が、従来のプログラミング中心から、計算機リテラシーなどを含むものへと拡大してきた。これに伴い集合型の情報処理教育環境においても、従来型の受動的な専用端末を能動的なPC端末へ置き換え、より高度で柔軟な機能を提供しようとする事例が増えてきた。しかし、多数の利用者を管理する場合や、演習等で多人数が一斉に利用するような利用形態では、通常のPC端末では安定性や管理面で問題が多い。

九州工業大学情報科学センター（以下センターと呼ぶ）では、平成12年4月に新しい教育用計算機システムを導入した際に、利用者端末としてLinux thin client (LTC) と呼ぶ能動的な端末を採用した。このLTC端末の導入により、利用者にはPC端末と同等の性能と能力を提供する一方、運用管理のコストはX端末と同レベルに抑えることができた。

本稿では、このシステムの構築事例をもとに、LTCの構成や特徴、そして多数の端末を運用する場合のシステム構成上の留意点を述べる。

2. Linux thin client

LTCのハードウェアは、一般的なIBM PC互換機から、ハードディスク装置を除いたものである。代わりに、小容量のフラッシュメモリを備え、起動に必要なOSカーネルとブートローダを収めている。OSとしてLinux^[2]を使用し、端末のシステム設定を含むほぼすべてのファイルシステムを、LANで接続したファイルサーバ上に置き、NFSによりアクセスする。したがってLTC自身の起動においても、カーネル起動以降はすべてNFSにより必要なファイルを取得する（ネットワークブート）。

ディスクの有無を除けば、他のPCと同等のハードウェア構成であるため、通常のLinux PC向けのソフトウェアのほとんどがそのまま利用できるなど、機能面では一般的なPCと同等と考えることが

できる。一方、複数の端末のシステムファイルをサーバで安全かつ集中的に管理できるので、端末のファイルシステムの保守管理のコストを大幅に低減できる。また各端末がハードディスクを持たないため、物理的、ソフト的なディスクの破損が発生せず、端末の故障要因が少ないことも、安定運用を維持する上で大きな利点である。

しかしその一方で、NFSサーバやLANの性能が不十分だと、ファイルアクセス性能が低下して利用が困難になり、最悪の場合には端末群全体が使用不能に陥るおそれがある。教育システムでは、講義等で一斉利用を行った場合に、そうした共用部分に非常に大きな負荷がかかる場合が多いので、システム設計において十分に注意が必要である。

3. システム構成の概要

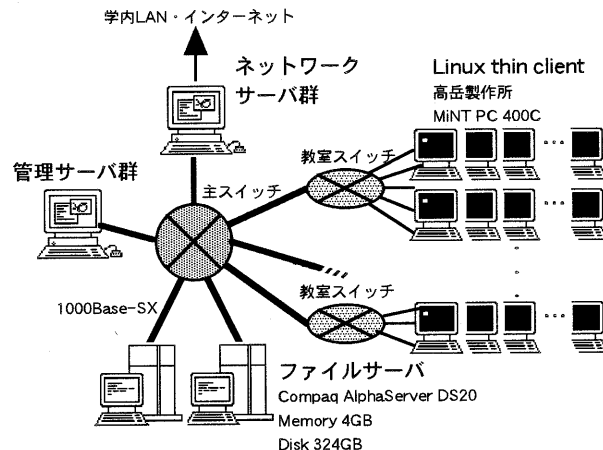


図1 システム構成概要

今回のシステムの全体構成を図1に示す。本学は飯塚、戸畑の2つのキャンパスを持ち、センターの教室設備や計算機システムもそれぞれ同規模のものが存在する^[1]。図はその片方にあたる部分を表す。

教室端末（飯塚計222台、戸畑計189台）は各教室ごとに1台から数台のLANスイッチ（教室スイッ

チ)に收容し、そこからギガビットイーサネット (GbE: 1000base-SX) のリンクを経由してレイヤ3 LANスイッチ (主スイッチ) に接続した。主スイッチには、ファイルサーバ (FS) をはじめとして、各種の主要な機器をGbEなどで直接接続している。教室端末群とFSの間の経路にGbEや高速のLANスイッチを配置することで、一斉利用時にも十分対応できるLANの通信容量を確保した。

FSについては、サーバ自体を2台構成するとともに、各FSのファイルシステムも2系統化して負荷分散を図った。LTCのシステムイメージは4系統のそれぞれにコピーしてアクセスを分散させる一方、利用者ファイルは4系統に分散配置することで、一斉利用時にファイルシステムへの負荷が均等化するよう配慮した。さらに端末側でも、大容量のメモリを装備してswap動作を排し、RAMディスクを設定してそれを一時的な作業域としてすることで、NFSアクセスの機会を減らす対策を行った。

4. NFSサーバの応答性テストと調整

LTCシステムの能力を引き出すには、以上のようなシステム構成上の配慮に加えて、NFSサーバ自身の性能も十分発揮させなければならない。そこで今回のシステム構築においては、NFSサーバの応答性能のテストと、それに基づくシステムパラメタの調整を行った。

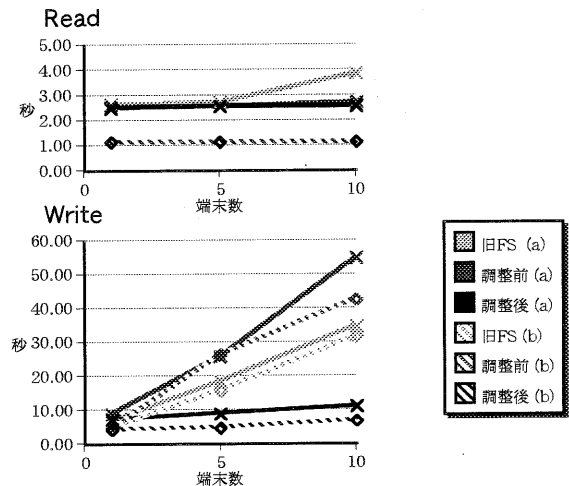
テストはまず、1~10端末で同時にファイル入出力 (端末あたり、(a) 16KB×256個および (b) 4MB×1個の2パターン) を行い、その時間を測定した。また、講義の1クラスに相当する100端末を使用して同様の測定を行った。その後、実使用を想定したいくつかの操作 (端末の起動と終了、アプリケーションの起動や操作など) を一斉に行うテストも行い、NFSサーバを含むシステムの挙動をチェックした。

1~10台でのテストの結果が図2(a)である。図にはNFS調整前 (サーバ稼動開始直後)、NFS調整後の測定値を示した。また参考値として、以前のシステムで使用したファイルサーバ (旧サーバ) に対して行った測定の結果もあわせて示す。

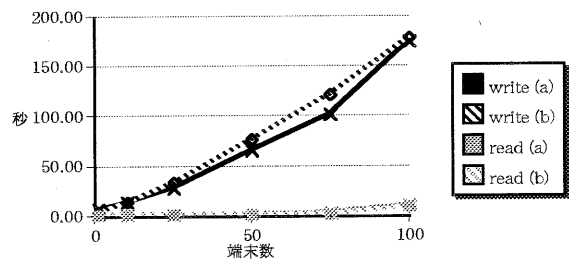
NFS調整の効果は、特に書込み動作において顕著である。標準設定では旧サーバにも劣る成績であったが、調整によっておよそ5,6倍の向上が見られた。今回使用したファイルサーバは、汎用のUNIXサーバとしては高性能なものであったが、LTC用のNFSサーバとして性能を発揮させるためには、単体性能とは方向性の異なる調整が必要であった。

最大100端末での測定結果 (調整後) を図2(b)に示す。実行時間と端末台数はおよそ比例関係にあり、

アクセス集中による輻輳などの兆候は見られない。その後、一斉操作のテストおよび実際の講義での利用において、NFS性能に起因する障害は発生していない。



(a) 1~10端末



(b) 1~100端末

図2 NFS入出力の測定結果

5. おわりに

教育用計算機システムをLTC端末で構成した結果、利用者環境の高度化と保守管理コストの低減という両方の目標を満足することができた。運用開始後3ヶ月間で、講義に支障を与えた障害は1回だけであり、安定性は予想を上回るものがある。一方で、設計や調整の段階での配慮が、性能に大きな影響を与えるシステムであるという印象も強い。システム構築では、そうした面への注力が重要であろう。

参考文献

- [1] 中山仁, 大西淑雅, 末永正, 有田五次郎: 工学系学生のための情報処理集合教育環境の設計と構築, 情報処理学会論文誌, Vol. 35, No. 11, pp.2225-2238, 1994.
- [2] 堀内泰輔: Windowsより軽快に動くLinux, 情報処理, Vol. 41, No. 2, pp.190-195, 2000.