

平成 12 年度

学士学位論文

シンクライアントシステムにおける 負荷分散方式

Load Dispersion Methods in Thin Client Systems

1010405 竹内 紀貴

指導教員 清水 明宏

2001 年 2 月 5 日

高知工科大学 情報システム工学科

要 旨

シンクライアントシステムにおける 負荷分散方式

竹内 紀貴

教育現場のような管理上の問題が生じる危険のある場では、サーバにより集中管理を行う、シンクライアントを用いたサーバベースコンピューティングが有効であると考えられている。しかし、このシステムはその特性上、サーバに対し過大な負荷を発生させてしまう危険性がある。本研究では、高知学校インターネットプロジェクト II を実証フィールドとし、複数台サーバの、効率的な負荷分散を実現する管理技術に関する実証実験を行い、より快適な利用環境構築技術の確立を目指す。

現在、負荷の分散ロジックは、ユーザのログオン時に最も負荷の小さなサーバを自動的に選択するというものである。また、ロードバランスは均一としている。

二度の負荷実験の結果、本題である分散ロジックの検討の前提となる、運用可能なシステムの構築を行うことができ、今後新たにシステムを構築する際の指標となるデータの取得および検証を行うことができた。

今後の検討事項としては、サーバがダウンした際の処理および、実運用データを基とした、負荷分散ロジックの検討が考えられる。

キーワード シンクライアント, サーバベースコンピューティング, 高知学校インターネットプロジェクト II

Abstract

Load Dispersion Methods in Thin Client Systems

Noritaka TAKEUCHI

Server Based Computing by Thin Client is thought to be the effective means in case of arise the problem of management like a school because it carry out the intensive management in server. However, it is fear of cause much load for server. So we realize a load dispersion of plural by experiment. As a result, the system must be more superior.

The logic of dispersion is select the load of server is lowest. And load balances are uniformity.

As a result of twice experiment, we achievemented construction of system. And obtained data of indicator in construction of systems.

After this, we are going to examine when servers go down, and another dispersion logic.

key words Thin Client , Server Based Computing

目次

第 1 章	はじめに	1
第 2 章	シンククライアント	5
2.1	従来の技術	7
2.1.1	Windows-Based Terminal (WBT)	7
2.1.2	Network Computer (NC)	7
2.1.3	SUN Ray	7
2.2	JNT シンククライアント	8
2.3	従来技術との比較	8
第 3 章	システム概要	13
3.1	サーバ	13
3.2	クライアント	14
3.3	ネットワーク	14
第 4 章	実証実験	15
4.1	第一回強制負荷実験	15
4.2	第二回強制負荷実験	16
4.2.1	実験結果	16
	CPU の負荷	17
	メインメモリの負荷	19
	ページファイルの負荷	21
	Internet Explorer の負荷	23
第 5 章	今後の検討事項	24

目次

5.1	サーバがダウンした際の処理	24
5.2	実運用データの取得	24
5.3	負荷分散ロジックの検討	25
5.4	その他の問題点	25
第 6 章	おわりに	28
謝辞		29

第 1 章

はじめに

近年、教育現場へのコンピュータの普及が進み、TCO (Total Cost of Ownership) の高さ、生徒たちの悪戯といった、様々な管理上の問題が生じてきている。

このような問題への解決策として、シンクライアントを用いたサーバベースコンピューティングにより、サーバ上で集中管理を行うことが有効であると考えられている。

高知県では、平成 11 年度郵政省 (現総務省) プロジェクト「学校インターネット II」の一環として、シンクライアント一つである、JNT シンクライアント (インフォマテック社) を導入した。このシステムは、教育現場における様々な管理上の負荷を軽減させるのに有効であると考えられている。しかし、すべての処理をサーバ上で行うという特性上、サーバに対し過大な負荷を発生させてしまう危険性を持っている。特に、授業等で特定のアプリケーションを集中的に使用した場合、レスポンスの悪化を招き、正常な操作のできなくなる危険性が生じる。

そこで、本研究では、複数台のサーバにより、効率的な負荷分散を実現するサーバ管理技術に関する実証実験を行い、シンクライアントをより汎用的なものとし、快適に利用することができる環境の構築技術を確立することを目指す。

負荷分散イメージ

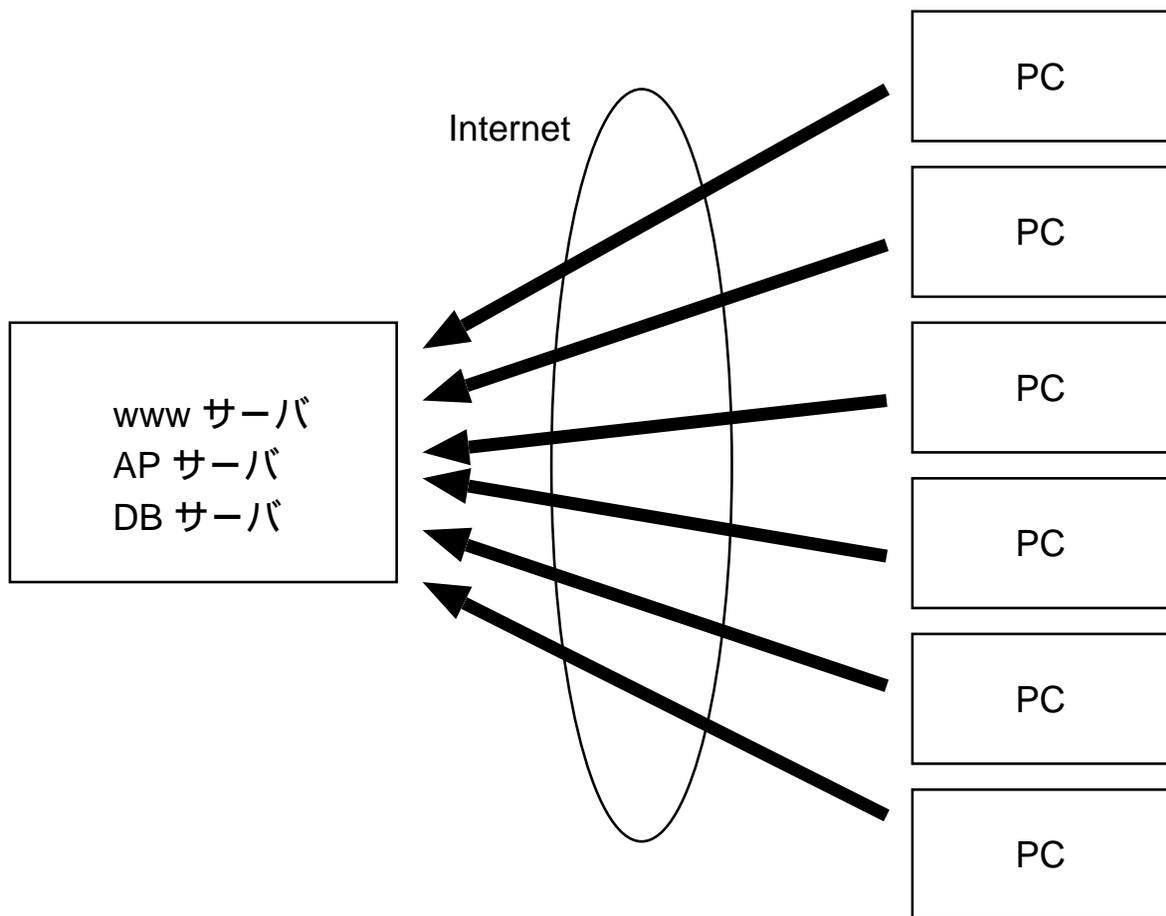


図 1.1 従来のシステム

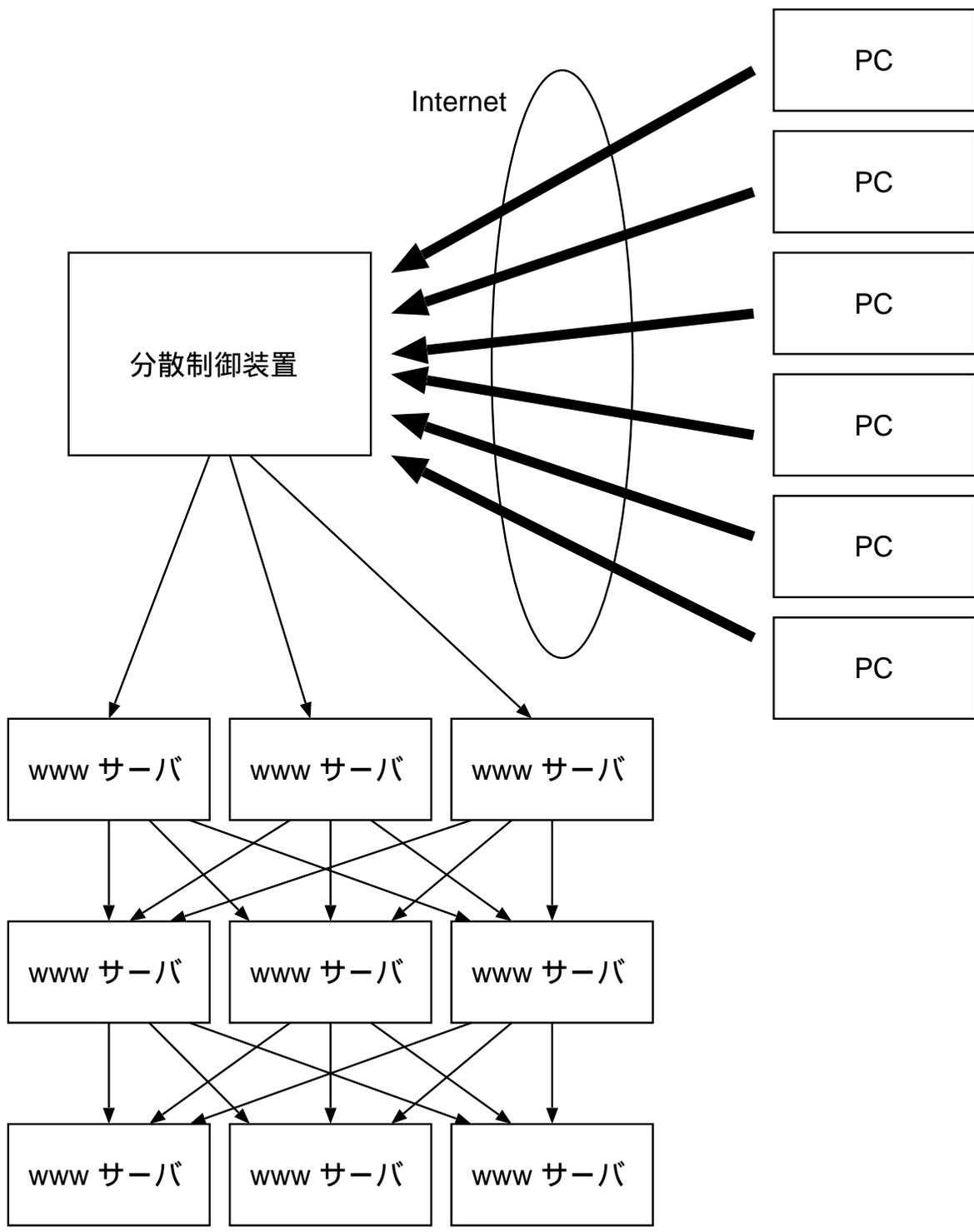


図 1.2 改良後のシステム

図 1.1 のシステムでは、サーバに処理が集中しているため、サーバに過大な負荷を発生させ、端末へのレスポンス性能が低下する恐れがある。そこで、図 1.2 のように複数のサーバに負荷を効率的に配分することで、快適に利用することのできる環境の実現を行う。

第 2 章

シンククライアント

シンククライアントとは、ユーザの扱うコンピュータ（クライアント）に最低限の機能しか持たせず、サーバ側でアプリケーションやファイルなどの資源を管理するシステムの総称である。同時に、そのようなシステムを実現するための機能を絞った低価格なクライアント用コンピュータを示す言葉でもある。本論文では、前者をサーバベースコンピューティングと呼び、後者をシンククライアントと呼ぶこととする。

高性能なパソコンが普及するにつれてアプリケーションのインストールやバージョンアップ、ハードウェアのメンテナンスなどにかかる運用・管理コスト（TCO）が無視できない問題となってきた。そこで、一般ユーザの扱うクライアントコンピュータには複雑で高価なパソコンは使わずに、表示や入力など最低限の機能のみを持った低価格な専用コンピュータを配備し、アプリケーションなどの資源はサーバで一元管理を行なう。そうすることにより、運用・管理コストの削減をはかるというのが、本論文で述べる、シンククライアントによるサーバベースコンピューティングの考え方である。

現在は、様々な企業が様々な形態のシステムを提供しており、どのような設計が最適なのか模索している段階と言える。

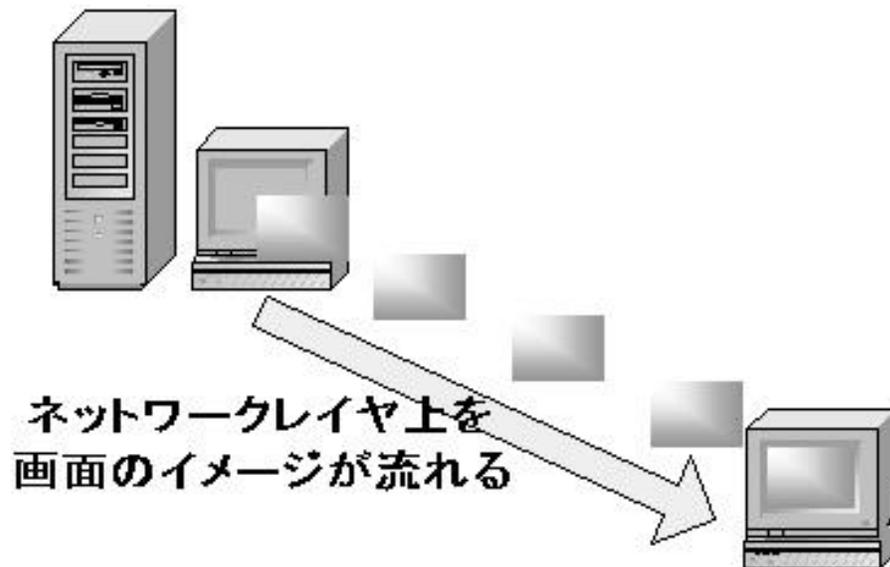


図 2.1 サーバベースコンピューティング 動作イメージ

図 2.1 が示すように、サーバベースコンピューティングでは、処理はサーバ上で行われ、その画面情報がネットワークを通じ、クライアントに表示される。

2.1 従来の技術

2.1 従来の技術

以下に、主なシンクライアントの例を述べる。

2.1.1 Windows-Based Terminal (WBT)

Microsoft 社の OS である Windows NT Server にマルチユーザ機能を付加した Terminal Server Edition (TSE)。WBT は、TSE が動作しているサーバにネットワーク経由で接続して処理を行なう専用端末器である。最低で 4MB の ROM と 4MB の RAM を搭載し、ディスク類は持たないなど、構造が単純で安価なため、導入コスト、メンテナンスコスト共に従来の PC より低い。ROM には Windows CE のカスタムバージョンが記憶されており、入出力のための最低限の処理を行なう。WBT と TSE を組み合わせたシステムでは、アプリケーションはすべてサーバ上で実行され、画面のみがネットワークを通じて端末に送られる。端末はサーバから送られてきた画面を表示して、ユーザからの入力をサーバに送るだけでよい。

2.1.2 Network Computer (NC)

Oracle 社が提案するコンピュータの形態。ハードディスクをもたず、アプリケーションやデータはすべて、ネットワーク上のサーバから、必要に応じダウンロードして使用する。パソコンより安価に導入することができ、また、データやアプリケーションをサーバ上で一括管理できるため、保守にかかる費用も押えることができる。

2.1.3 SUN Ray

Sun Ray Enterprise Appliance は、ステートレスで管理の必要ないクライアントである。キーボードやマウスの入力処理、及びスクリーンへの出力処理（ピクセルのみ）を行ない、描画も含めたすべてのアプリケーション処理やデータ処理・保存はサーバで行なう。ユーザはその高品質なマルチメディアやシンプルな操作感、サーバによる高いパフォーマンス・信頼性を満喫でき、一方、システム管理者も完全な集中管理モデルと信頼性の高いサーバによっ

2.2 JNT シンククライアント

て運用上のメリットを得ることができる。

2.2 JNT シンククライアント

本研究で用いる JNT シンククライアントについての説明を以下に述べる。

JNT は Linux をベースにその長所である安定性と拡張性を活かしつつ、加えて小さなフラッシュイメージに圧縮できるという特性を持ったシンククライアントである。

アプリケーションは、他のシンククライアントと同様サーバ上で実行され、クライアントには仮想的なスクリーンセッションのみが転送される。加えて、フラッシュ ROM に内蔵された Linux やそのアプリケーションを用いて単独で使用することも可能である。

OS はフラッシュ ROM に書き込んであるため、システム内に外部データが入り込むことはない。すなわち、ウィルスの侵入は事実上不可能である。

さらに、データの転送量が小さいため専用線を用意することなくモデム経由でもサーバ上のアプリケーションを動かすことが可能であるし、メインフレーム、UNIX、Linux、Windows NT などあらゆるマシンの端末として動作するため、OS の違いを気にすることなしにあらゆるアプリケーションを利用することが可能である。

また、古くなった PC に専用のボードを挿すだけで JNT として再生可能なため、新しい端末を購入する必要もなくなり、よってコストの削減、さらには環境問題の解決にもつながる。

2.3 従来技術との比較

ここで、JNT シンククライアントと、従来のシンククライアントとの比較を行うとともに、その位置付けについて図示する。

2.3 従来技術との比較

表 2.1 従来技術との比較 1

		WBT	NC	JNT
OS		Windows CE	NC OS	Linux
接続先サーバ	Main Frame			
	Unix	×		
	Linux	×		
	Windows NT		×	
アプリケーション	Java			
	Windows アプリケーション ブラウザ メール			
サーバアクセス	ネットブート			
	ISDN			
	モデム			
価格		安	高	安

2.3 従来技術との比較

表 2.2 従来技術との違い 2

比較のポイント	SUN Ray	JNT
クライアント OS	専用 OS Sun Ray エンタープライズサーバにのみ接続可能	Linux POSIX コンパチブルで拡張性あり
クライアントハードウェア	専用端末 SUN Ray ハードウェア選択肢なし	ハードウェアをあまり選ばない PC アーキテクチャを持つハードであれば利用可
ネットワーク及び接続性	100 Base T 以上の専用ネットワーク	通常の LAN で稼働 PPP 接続によるリモートアクセス可
汎用性	あくまで Sun サーバの周辺機器 価格は Sun Microsystem の戦略により決定	Linux ベースで広い汎用性 市場原理による価格低減効果の期待
計算処理	デスクトップでは処理を行わない	デスクトップ上でも処理可能
クライアント OS の カスタマイズ	デスクトップマシンの資源制約がない 端末のアップグレード不要	環境にあわせて自由にカスタマイズ サーバ側の資源のみの使い方も可
設定保存場所	デスクトップ上に設定を持たない	クライアントのフラッシュ ROM 上
サーバへの接続	各種設定はサーバで集中管理 ワークグループ内の任意の端末からアクセス可	パスワード管理はサーバ側で行う 任意のクライアントからアクセス可 複数のサーバに接続可
アプリケーション	プラットフォームに依存しない 既存のアプリケーションが稼働、書き換え及び移植は不要	
システム構築	SUN Ray の物理アドレスによりクライアントを認識 デスクトップに要する時間とコストを削減	数項目の設定で良い 複数サーバを使用でき、多様なシステム構成が可能 ハードウェアに組み込まれた OS であり、インストール不要
各ユーザセッションへの アクセス	オプションのスマートカードにより、ワークグループ内の 任意の端末から各自のセッションに安全にアクセス	任意の端末から自分のセッションにアクセス可能 ハードウェアが対応している場合、スマートカード利用可能 認証システムの組み込み可能

2.3 従来技術との比較

表 2.2 従来技術との比較 2

比較のポイント	SUN Ray	JNT
管理・メンテナンス	<p>デスクトップでの管理・メンテナンスが不要</p> <p>資源の追加、アップグレード等に伴うコスト及び煩雑さを低減</p>	
相互運用性	<p>Solaris 環境, Java 技術, xICA, UNIX プラットフォーム,</p> <p>メインフレームを基盤とするアプリケーションを利用可能</p>	<p>UNIX, Linux, メインフレーム, JavaVM, xICA, xRDP</p>
サーバ環境	<p>Solaris に限定で, SUN Ray サーバソフトが必要</p> <p>Windows 環境を使用する場合も Solaris が必要</p>	<p>サーバ環境を選ばない</p> <p>様々な環境に簡単に接続, 利用が可能</p>
クライアント形態	<p>ハードウェア・OS 一体で, 選択肢無し</p>	<p>組み込み済シンクライアントか ISA ボードかを選択可能</p> <p>ISA ボードにより, 古くなった PC の再利用も可能</p>
画像描画方法	<p>ネットワークトラフィック大</p>	<p>ネットワークトラフィック小</p>
接続形態	<p>サーバ・クライアント間にプライベートな専用線</p> <p>ネットワークに対する要求が高い</p>	<p>通常の LAN・インターネット環境で使用可能</p> <p>接続を低帯域で行うことができる</p>
効果的な適用例	<p>Solaris による UNIX 環境が現在ある</p> <p>SUN Ray に全面移行することで集中管理を行いたい</p>	<p>既存の PC LAN 環境を活かしながら</p> <p>シンクライアントへの移行, 及びリモートアクセスの可能性</p>
投資コスト	<p>既存のシステムの廃棄を考えた場合, 大きな投資となる可能性</p>	<p>既存の資源及び環境を最大限に活用, コストパフォーマンス大</p>

2.3 従来技術との比較

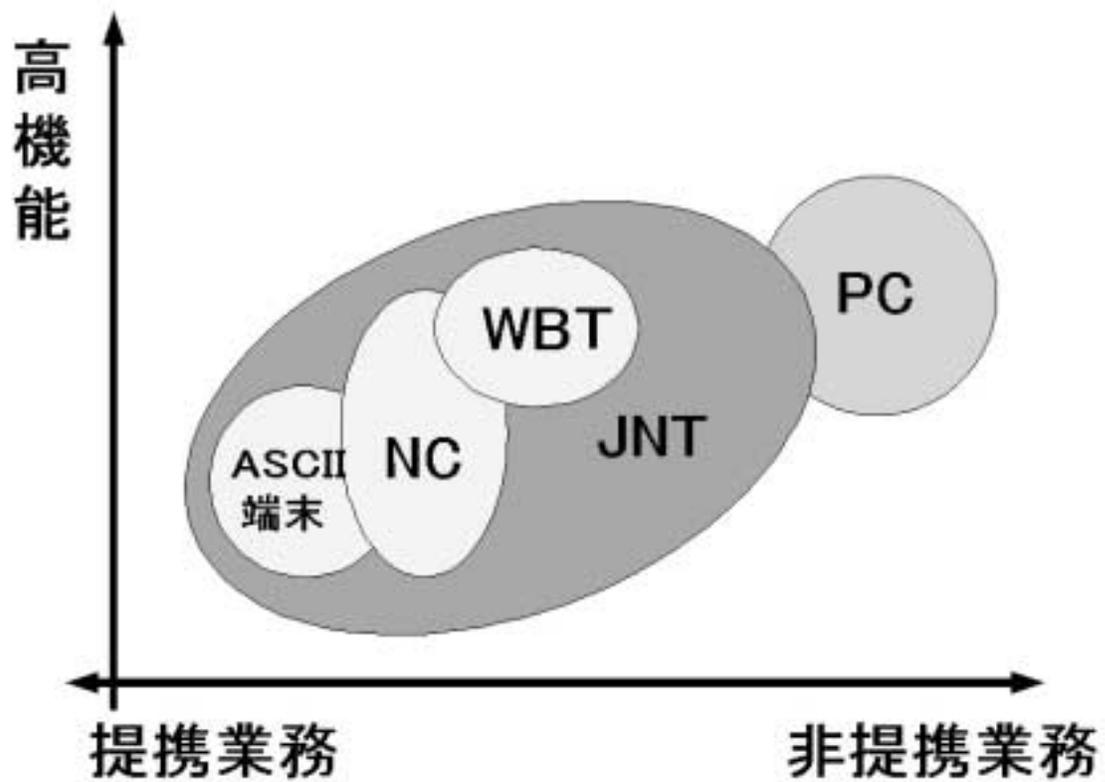


図 2.2 JNT の位置付け

表 2.1 , 表 2.2 , および図 2.2 より, JNT シンククライアントは, 従来のシンククライアントの機能を網羅していると言える。したがって, JNT シンククライアントを用いることで, 他のシンククライアントを用いてサーバベースコンピューティングを行う場合に比べ, より快適なシステムの構築が可能であると考えられる。

第3章

システム概要

今回実証フィールドとする高知学校インターネットプロジェクト II, シンクライアントシステムの概要について, 図 3.1 に示す.

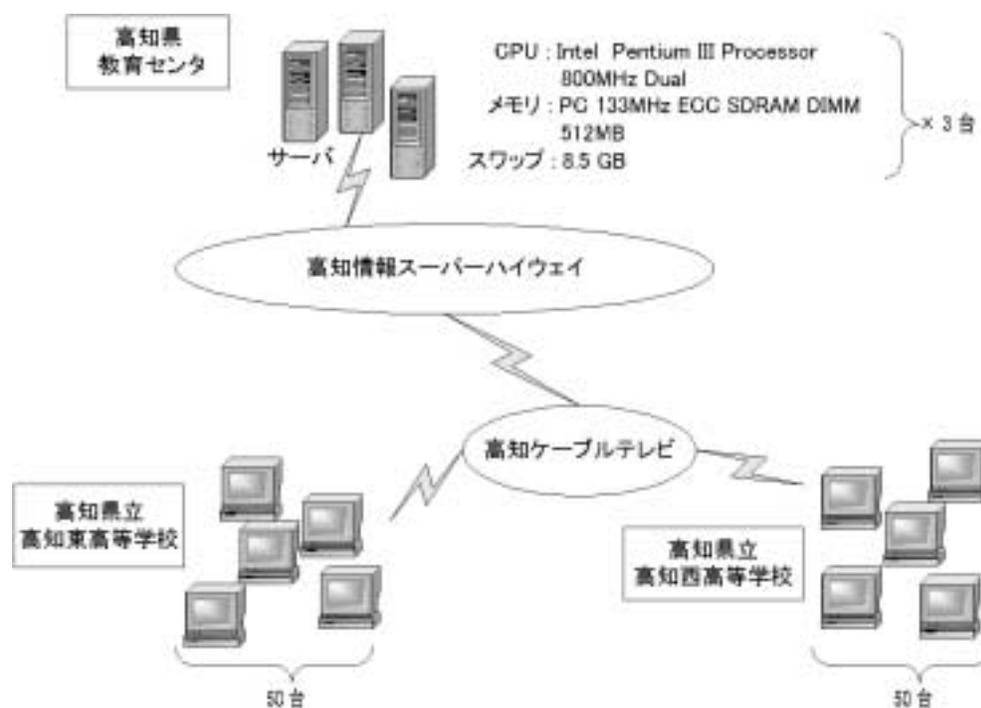


図 3.1 システム概要

3.1 サーバ

3 台のアプリケーションサーバを, 高知県教育センタに設置している. 負荷の分散ロジックは, ユーザがログオンする際に, その時点で最も負荷の小さなサーバを時動的に接続先と

3.2 クライアント

して選択するというものである。また、3 台のロードバランスは、均一としている。

サーバスペックについては、クライアント 1 台に要する最低限の処理能力 × 台数をもとに設計されていたシステムを基に、第一回強制負荷実験において調整を行ったものである。

3.2 クライアント

高知県立高知東高等学校

JNT シンクライアント 30 台, JNT インスタント TC カードの端末 20 台で, コンピュータ室には JNT シンクライアントと, JNT インスタント TC カードを 20 台ずつ, 合計 40 台, 別の部屋に 10 台という環境となっている。

高知県立高知西高等学校

JNT シンクライアント 50 台で, コンピュータ室に 生徒用 40 台, 教員用 2 台, 別の部屋に 8 台という環境となっている。

3.3 ネットワーク

サーバ・クライアント間は, 高知県情報スーパーハイウェイを用い, 高知ケーブルテレビのネットワークを支線として接続している。

第 4 章

実証実験

4.1 第一回強制負荷実験

システムに最も過大な負荷がかかるとされるのは、システムへのログオン時である。第一回強制負荷実験では、実運用可能であると考えられるシステムの構築を行うことを目的とした。

サーバに同時ログオンし、強制的に、最も負荷がかかる状況を再現する。最も負荷がかかる状況で、動作が正常に行われるのであれば、実運用も可能であると考えることができる。

実験を行った結果、初期状態においてはエラーが生じ、正常な動作が行われなかった。その原因がメモリ不足ニヨルものであることが解り、以下のような解決手段を検討した。

1. メインメモリ増設 メモリ不足が原因のエラーであるなら、メモリの増設を行うことにより、解決することができる。しかし、サーバ用のメモリは非常に高額であり、予算等の制約がある場合、安易に増設を行うというのは現実的には考え難い。解決方法がこの他に無いのであれば仕方が無いが、別の方法での解決が可能であるのであればそちらの方が望ましいということも考えられる。
2. ページファイル増加 予算等の制約により、メモリの増設が困難である場合、ページファイルの割当を増やし、仮想メモリの使用量を増やすことによる解決が可能である。しかし、高速な処理を行うメインメモリと比較した場合、快適さでは一步譲ることとなる。可能であるな

4.2 第二回強制負荷実験

らば、メインメモリによる解決が望ましい。両者の折り合いをどこでつけるかが重要なポイントとなる。

本研究においては、ページファイルによる解決を行った。

ページファイルを増加させながら実験を繰り返した結果、当初の 2 GB に対し、4 倍以上である 8.5 GB ものページファイルが必要とされた。しかし、この実験の結果、運用可能であると考えられるシステムの構築を行うことができた。

4.2 第二回強制負荷実験

第一回強制負荷実験では、運用が可能であると考えられるシステムの構築を行った。そこで、第二回強制負荷実験では、第一回の実験において構築したシステムが運用可能であることの証明を行うため、リテラシ教育等の実運用を想定した負荷の再現をし、測定を行った。

今回使用するアプリケーションは、リテラシ教育等の、実運用での使用が予想される Microsoft Word, Microsoft Excel, Microsoft Internet Explorer の 3 種とした。これら 3 種のアプリケーションについて、システムにログオンし、待機している状態から、20 台、40 台、50 台、60 台、70 台、80 台をそれぞれ同時に起動し、この条件において最も過大な負荷となる、アプリケーション起動時の負荷を測定した。この台数は、一教室 40 台を基準とし、二校合計で 80 台に至るまでに、負荷がどのような状況となるのかを検証するためのものである。また、20 台という教室半分の台数が使用されている状況のデータについても、比較・参考データとして取得を行うこととした。

4.2.1 実験結果

結果を以下に図示する。

4.2 第二回強制負荷実験

CPU の負荷

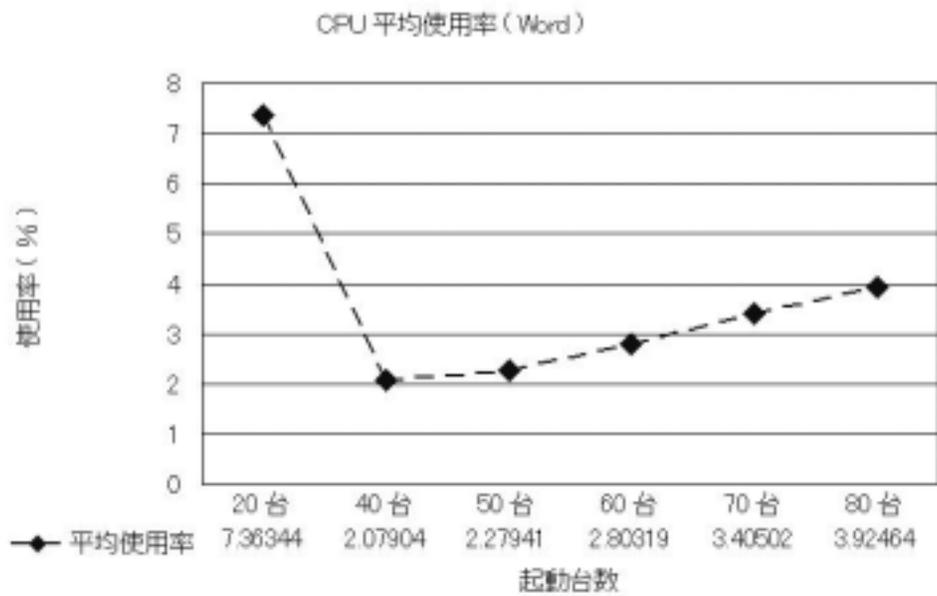


図 4.1 Word 起動時

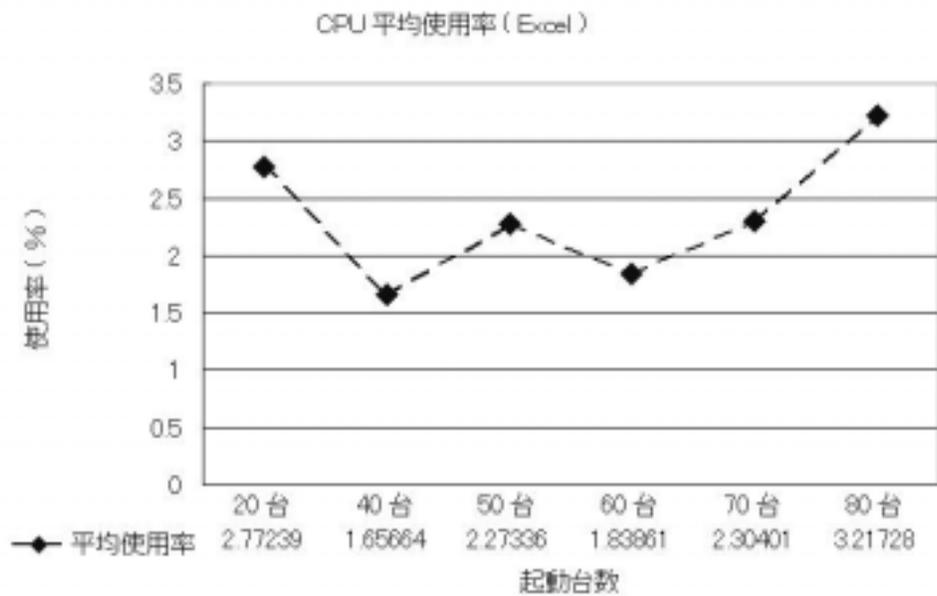


図 4.2 Excel 起動時

4.2 第二回強制負荷実験

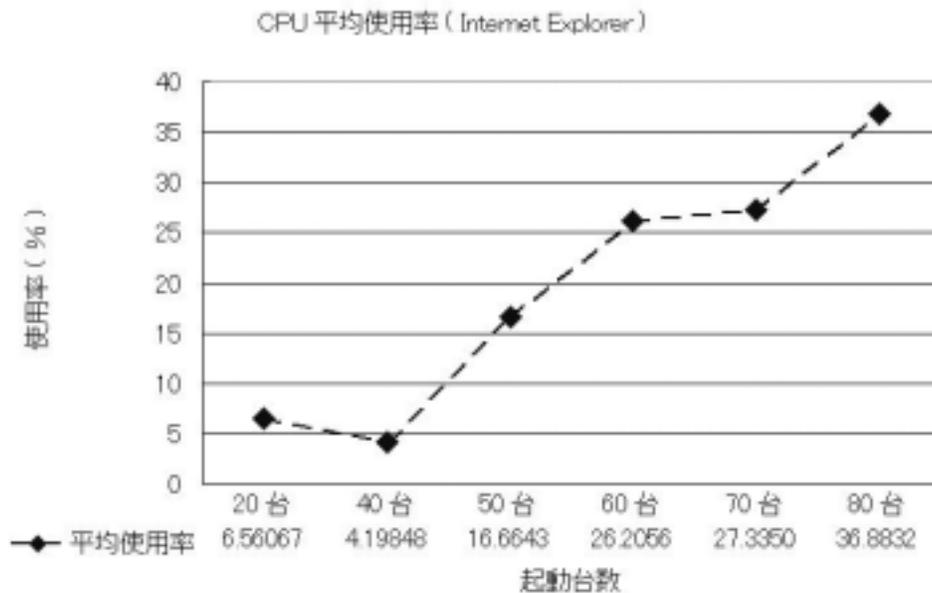


図 4.3 Internet Explore 起動時

図 4.1 , 図 4.2 , および 図 4.3 は、それぞれのアプリケーションについて、起動時の CPU の負荷をとり、3 台のサーバの平均値をとったものである。

20 台の時の負荷が大きいのは、一回前に計測を行った負荷が、開放される前に新たな計測を行ってしまったためと考えられる。40 台から見ていけば、負荷がおおよそ台数に比例して増加していることを、図より読みとることができる。このことから、台数の増減に対する負荷の増減を推測することが可能であり、システムの拡張を行う際や、システムを新たに構築する際の、一つの指標とすることが可能である。

また、CPU に関しては、80 台同時起動時でも最大の負荷が 40 % に満たない数値であり、本システムが、十分な処理能力を備えているとすることができる。

4.2 第二回強制負荷実験

メインメモリの負荷

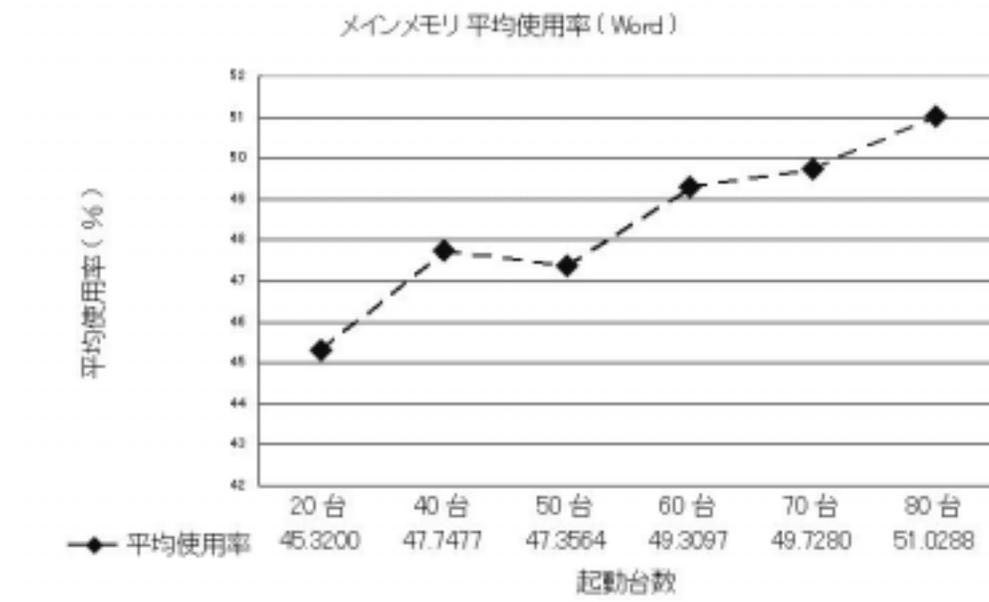


図 4.4 Word 起動時

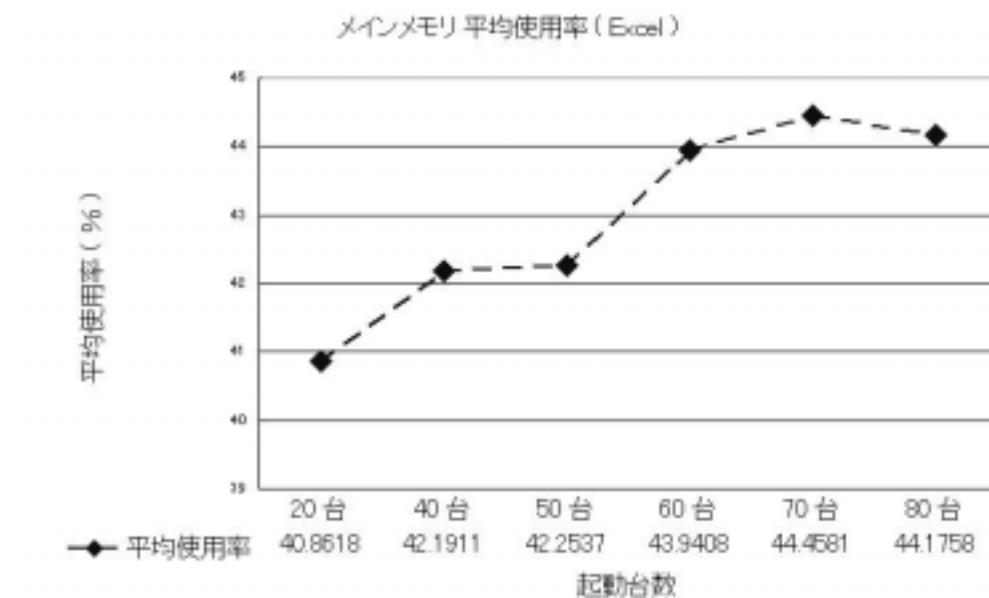


図 4.5 Excel 起動時

4.2 第二回強制負荷実験

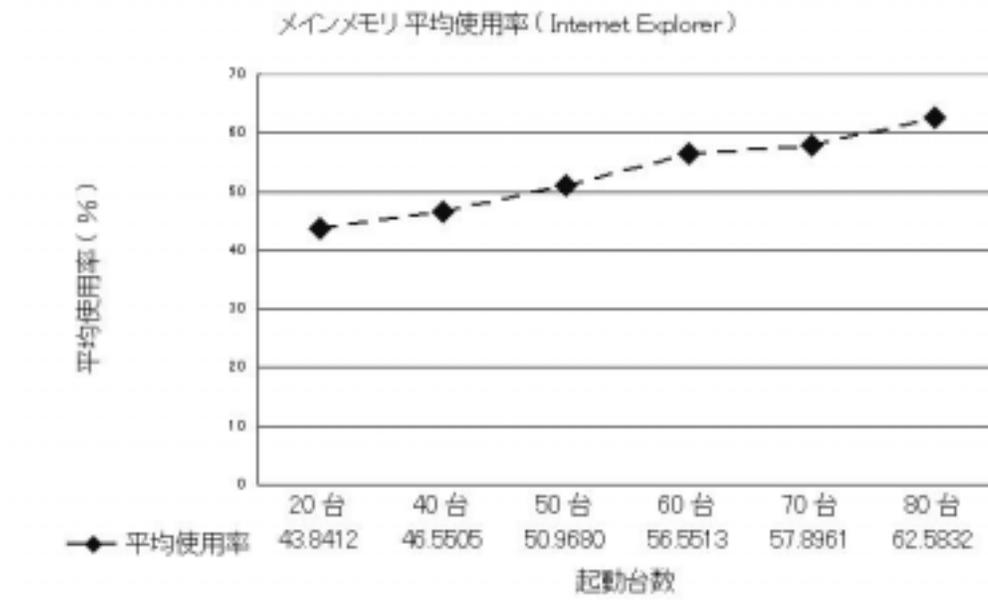


図 4.6 Internet Explorer 起動時

図 4.4 , 図 4.5, および 図 4.6 は, それぞれのアプリケーションについて, 起動時のメインメモリの負荷をとり, 3 台のサーバの平均値をとったものである.

負荷がおおよそ台数に比例して増加していることを, 図より読みとることができる. このことから, 台数の増減に対する負荷の増減を推測することが可能であり, システムの拡張を行う際や, システムを新たに構築する際の, 一つの指標とすることが可能である.

また, メインメモリに関しては, 80 台同時起動時でも最大の負荷が 70 % 程度であり, 本システムが十分な処理能力を備えているとすることができる.

4.2 第二回強制負荷実験

ページファイルの負荷

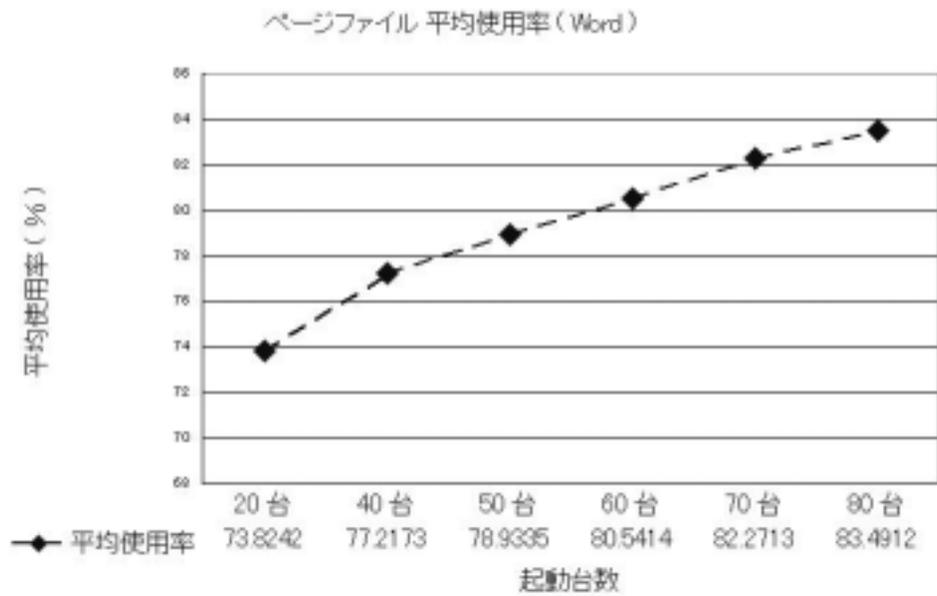


図 4.7 Word 起動時

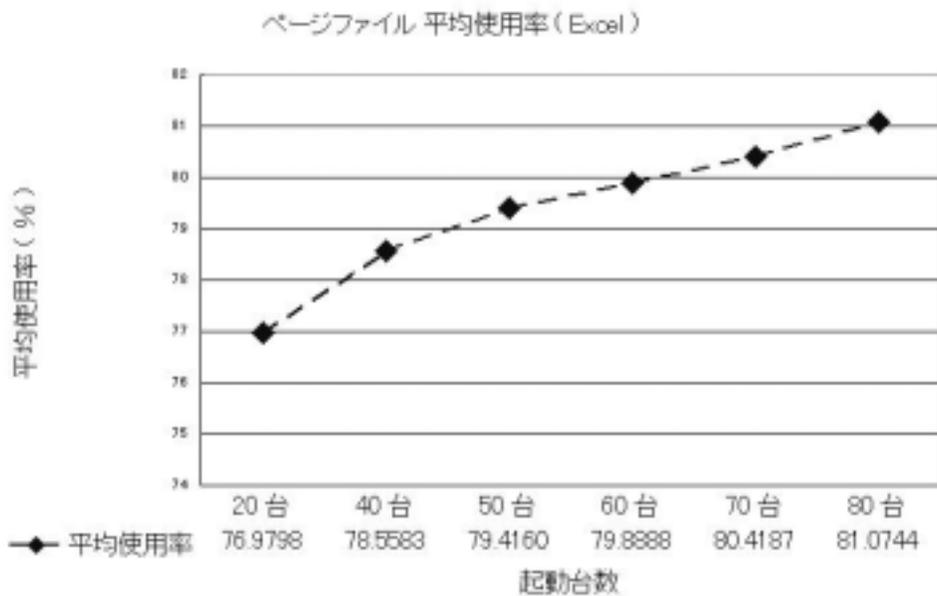


図 4.8 Excel 起動時

4.2 第二回強制負荷実験

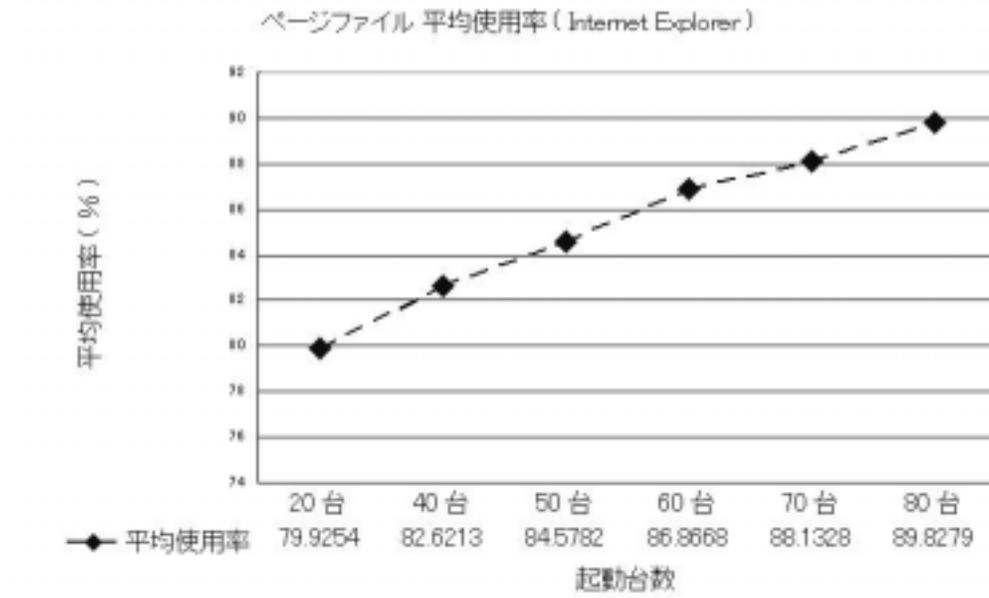


図 4.9 Internet Explorer 起動時

図 4.7 , 図 4.8 , および 図 4.9 は、それぞれのアプリケーションについて、起動時のページファイルの負荷をとり、3 台のサーバの平均値をとったものである。

負荷がおおよそ台数に比例して増加していることを、図より読みとることができる。このことから、台数の増減に対する負荷の増減を推測することが可能であり、システムの拡張を行う際や、システムを新たに構築する際の、一つの指標とすることが可能である。

また、ページファイルに関しては、80 台同時起動時で最大の負荷が 90 % 程度であり、本システムでの処理が可能であると言える。

4.2 第二回強制負荷実験

Internet Explorer の負荷

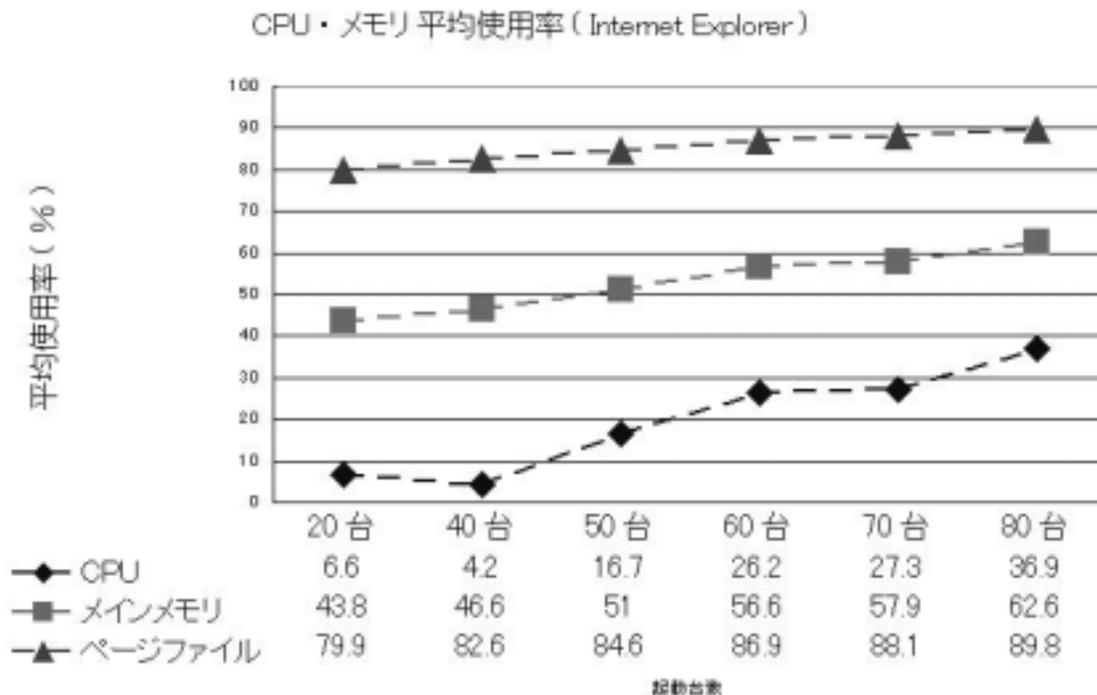


図 4.10 Internet Explorer 起動時

図 4.10 は、第二回の実験の中で最大の負荷を示した、Internet Explorer について、起動時の負荷をとり、3 台のサーバの平均値をとったものである。

最も負荷のかかったアプリケーションに付いて、動作が証明されたため、現段階においてのシステムでの実運用が可能であることが証明された。

第 5 章

今後の検討事項

2 度の強制負荷実験の結果、本システムは実運用可能な段階に達したと言える。今後は、このシステムを基に、より優れたシステムにしていく必要がある。

ここでは、今後行う必要のある検討事項に付いて述べていくこととする。

5.1 サーバがダウンした際の処理

現段階で、実運用が可能であることは証明されたが、これは、3 台のサーバによる負荷分散が前提となっている。図 4.9 を見ると、ページファイルの使用率は 90 % 近い数値を示しており、何らかの事情により、サーバがダウンした場合、2 台のサーバでは制御が不可能となる危険性がある。

そこで、今後の検討事項として、不測の事態などによりサーバがダウンした際の処理、または、サーバをダウンさせないための処理が必要である。また、必要であるならば、サーバのスペックも見直さなければならない。

5.2 実運用データの取得

今後、実際に現場でシンクライアントを用いた教育が始まる。どのような使われ方をして、その結果どのような負荷がかかるというデータが手に入るようになるので、そのデータを基にした調整を行っていく必要がある。

5.3 負荷分散ロジックの検討

5.3 負荷分散ロジックの検討

分散ロジックの検討を行う上で、その前提となるシステムの構築に区切りが付いた。そこで、今後は、本題でもある負荷分散のロジックに付いて、検討を行っていく必要がある。

5.4 その他の問題点

シンクライアントを用いたサーバベースコンピューティングの、もう一つの大きな問題として、適切な認証システムが無いことが挙げられる。

現在は、生徒のアカウントは無く、端末毎のアカウントとなっているが、一人一人がアカウントを持ち、適切な認証システムにより、プライバシーの保護が行われることが望ましい。そこで、現在、本研究室で考案中の、ワンタイムパスワード認証方式である、Simple And Secure 認証方式 KUT Version (SAS-K) を用いた、個人環境の実現について、提案を行う。

シンクライアント用セキュアプラットフォームの研究

不特定多数の汎用端末を前提とし、共通モジュールを実装するだけで端末の認証を実施すると共に、個人 ID のセキュアな認証と、確実なアクセス状況把握が可能となる技術の研究開発および実証実験。

本研究室で考案中の Simple And Secure 認証方式 KUT Version (SAS-K) をシンクライアントに実装することでセキュアな個人環境の構築を行う。

しかし、シンクライアントはユーザの記憶領域を持たないため通常の方法では SAS-K を実装することができない。そこで、以下のような認証回数情報による認証を行うことで解決を行う。

5.4 その他の問題点

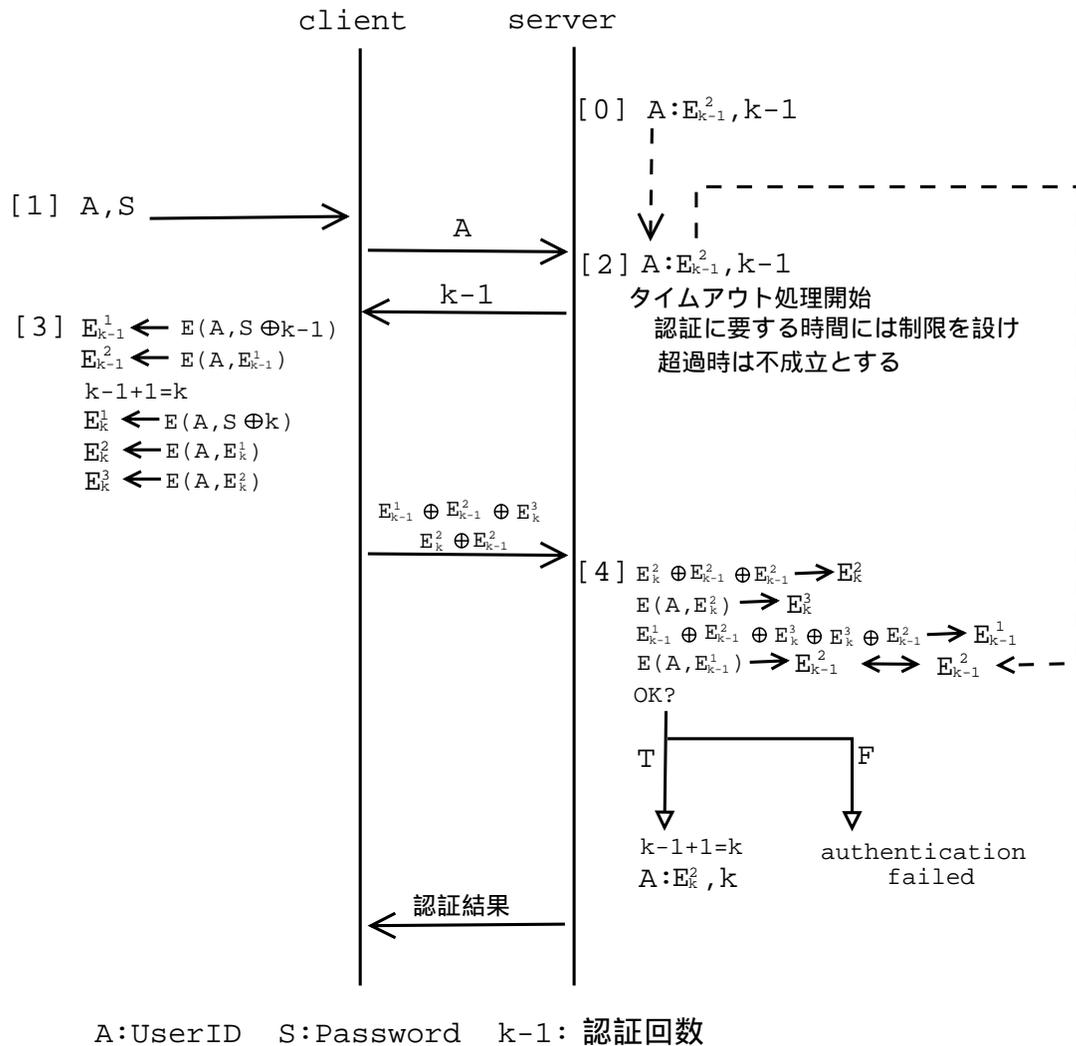


図 5.1 認証回数情報による SAS-K の流れ

- [0] サーバにはユーザ ID A に対し, 認証情報 E_{k-1}^2 と回数情報 $k-1$ が登録されている
ユーザは ID A とパスワード S を持っている
- [1] クライアント サイド
 - α) クライアントに A と S を入力
 - β) A のみをサーバに送信
- [2] サーバ サイド
 - α) A に対するデータである E_{k-1}^2 及び $k-1$ をデータベースより呼出
 - β) タイムアウト処理の開始

5.4 その他の問題点

認証に要する時間には制限時間を設け、超過時は不成立とする

γ) $k - 1$ をクライアントに送信

[3] クライアント サイド

α) $A, S, k - 1$ より E_{k-1}^1 を生成

β) $A, [3] - \alpha)$ で生成した E_{k-1}^1 より E_{k-1}^2 を生成

γ) $k - 1$ に $+1$

δ) A, S, k より E_k^1 を生成

ε) $A, [3] - \delta)$ で生成した E_k^1 より E_k^2 を生成

ε) $A, [3] - \epsilon)$ で生成した E_k^2 より E_k^3 を生成

ζ) $E_{k-1}^1 \oplus E_{k-1}^2 \oplus E_k^3, E_k^2 \oplus E_{k-1}^2$ をサーバに送信

[4] サーバサイド

α) [3] - ζ) で送られてきた $E_k^2 \oplus E_{k-1}^2$ から, [2] - α) で呼び出した E_{k-1}^2 を用いて E_k^2 を抽出

β) $A, [4] - \alpha)$ にて抽出した E_k^2 を用いて E_k^3 を生成

γ) [3] - ζ) で送られてきた $E_{k-1}^1 \oplus E_{k-1}^2 \oplus E_k^3$ から, [4] - α) にて生成した E_k^3 , [2] - α) にて呼び出した E_{k-1}^2 を用いて E_{k-1}^1 を抽出

δ) $A, [4] - \gamma)$ にて抽出した E_{k-1}^1 を用いて E_{k-1}^2 を生成

ε) [4] - δ) にて生成された E_{k-1}^2 と [2] - α) にて呼び出した E_{k-1}^2 とを比較し, 等しくなければ認証不成立, 等しければ [4] - ε) へ

ε) [2] - α) にて呼び出した $k - 1$ に $+1$

ユーザ ID A に対する認証情報 E_{k-1}^2 を E_k^2 , 回数情報 $k - 1$ を k としてデータベース上書き

ζ) 認証結果をクライアントに送信

第 6 章

おわりに

これまでに、本研究の本題である、分散ロジックの検討を行う上で前提となる、初期システムの構築および、その検証を行ってきた。この活動を通じ、システムの設計の指標となるデータを得ることができた。

今後は、前章で述べた問題点を検討し、シンクライアントによるサーバベースコンピューティングの、教育現場における有効性を示し、汎用的かつ、快適なシステムの構築を行わなければならない。

謝辞

高知工科大学情報システム工学科 清水明宏助教授には、研究室配属以来、論文はじめ、公私ともに懇切丁寧なる御指導、御鞭撻を賜わった。ここに謹んで深謝申し上げます。

また、工学研究科基盤工学専攻 井上富幸氏には、内容について御指導、御助言を頂くとともに、実験にて御協力を頂いた。ここに心からお礼申し上げます。

さらに、情報システム工学科 大石恭裕氏には、実験にて御協力を頂いた。同じく情報システム工学科 谷藤喜彦氏には、実験にて御協力頂いた。同じく、情報システム工学科 間城昌厚氏には、実験にて御協力頂いた。諸氏に心からお礼申し上げます。

NTT アドバンステクノロジー株式会社 島岡秀之 第二技術部主任 には、実験に御協力を頂くとともに、本論文を作成するにあたっての数々の御教示、御助言を頂いた。ここに深く謝意を表す。

苦楽をともにした情報システム工学科 清水研究室の全ての仲間達に、ここに記し謝意を表す。

参考文献

- [1] 山本裕, 他
日立メインフレームにおける分散アプリケーションサーバ機能の実装について
情報処理学会第 52 回 (平成 8 年前期) 全国大会 4 - 145
- [2] 中島宏知, 他
ネットワーク型 Java 端末 MonAMI / NC
情報処理学会第 54 回 (平成 9 年前期) 全国大会 3 - 471
- [3] 中山仁, 他
Linux thin client を端末とする集合教育用計算機環境の構築
分散システム / インターネット運用技術 18 - 6 (2000. 7. 10)
- [4] 大石恭裕, 林竜也, 井上富幸, 清水明宏
強力なパスワード認証方式の提案 (SAS-K)
投稿予定
- [5] インフォマテックジャパン株式会社
<http://www.infomatec.co.jp/>
- [6] Windows NT Server Terminal Server Edition Home Page
<http://www.microsoft.com/japan/products/ntserver/tse/>
- [7] 情報・通信辞典 e-Words
<http://www.e-words.ne.jp/>
- [8] サン・マイクロシステムズ株式会社
<http://www.sun.co.jp/>