

教育用パソコン LAN の運用と 分散処理への応用*

岡田 学**・堀内 泰輔***・堀内征治****

Managements and a Application to Distributed Processing of Personal Computer Network for Education

Manabu OKADA, Taisuke HORIUCHI and Seiji HORIUCHI

The AVC room has been valued highly in many fields of education since established it, and functions and operations have been improved. Personal computer network is one of features of this room. Each computer in this room is connected to the transmission medium by a hardware interface. By this system, functions of this room are much better than ordinary personal computer rooms.

In this paper, we report about system managements and a application to distributed processing for high speed calculation.

1. はじめに

本校は、平成元年度に、文部省の「大学施設の情報化に関する調査研究委員会」より、「情報化計画の基本設計」のモデル校として指定を受け、「長野高专インテリジェント・スクール構想」と称して、文部省に対する答申を行った。そして、平成2年度に電子情報工学科棟が新設されるのを機に、この建物の中にインテリジェントな教育支援システムを効率的に配置することを検討し、パソコンLANおよびマルチメディア利用の、新しいスタイルの教育施設として「AVC室(Audio-Visual & Computer room)」を設置した。

これに関する経緯は既に報告してきたとおりであるが⁽¹⁾、本論では、その後のシステム運営の状況を報告するとともに、パソコンLANを並列計算環境という新しい視野からとらえて考察をしてみたい。

2. AVC室内教育用パソコンLANシステムについて

2-1. システム構成

図1に本システムの総合構成を示す。本パソコンLANは50台の32ビットパソコンで構成されており、48台の学生機と1台の教官機、そして1台のネットワークサーバーからなる。

* 1992年8月25日 高等専門学校情報処理教育研究委員会 第12回研究発表会で発表

** 機械工学科 助手

*** 機械工学科 講師

**** 電子情報工学科 教授

- 3) オンラインインストール機能
 学生機のソフト資源がオンラインでコントロールできる。よって、ハードディスクのインストールをオンラインで自動的に行うことができる。ハードディスクベースのマルチユーザ環境の運用で最も骨が折れるのは、ハードディスク内容の管理であろう。本システムではネットワーク機能を駆使して、教官機にしながら学生機のハードディスク環境を自由に修復、改良、再構成できるソフトウェアを独自に開発した。

2-3. パソコンLANの運営について

AVC室の運営はAVC室主任の手により運営されてきているが、最先端のパソコンLANを扱うものだけに、ユーザーの立場ではメニュー形式で扱えるよう初心者への配慮をしたために問題なく利用できるものの、いざ故障が起きたときなどの処置に関しては相当な経験者の協力が必要となる。このAVC室には専任の教官や事務官は居ないため、すべての点で兼任である主任が面倒を見なければならぬことが問題点である。そのような室の性格から、時間外は全て施錠されており、責任教官の立ち会いのもとでなければ利用できない、という「宝の持ち腐れ」を生じている点も見逃せない。授業時間内では80%以上の利用があるだけに残念な点である。

次に、この1年間実際にパソコンLANを運営してきた上での障害点をリストアップしておきたい。

- 1) パソコン本体やハードディスクに起因する障害
 - ・メモリ、VRAMのアクセスエラーによるもの
 - ・ハードディスクに多量の不良セクタが生ずる現象
 - ・マウスコネクタの接触不良によるもの
 - ・CRTディスプレイの初期不良現象
- 2) ネットワーク装置やネットワークソフトに起因する障害
 - ・リピータのヒューズ切れ



図2 メニュー画面（メインメニューの例）

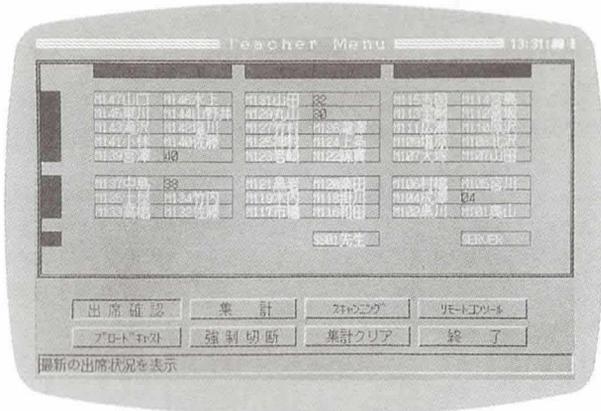


図3 教官用メニューの画面例

- ・多ユーザが共有ドライブに同時アクセスしたときの不具合
- ・リモートコンソール機能に対応していないソフトでの不具合
- ・ネットワーク機能が一時的または継続的に停止したり遅延したりする現象

3) 学生の操作に起因する障害

- ・ディップスイッチ（ハードおよびソフト）を故意に変更してしまうことによる不具合
- ・CPUクロックスイッチを故意に切り替えてしまうための不具合
- ・ハードディスク内の重要ファイルの消去、変更
- ・多量のファイルや巨大なファイルを作成してしまい、容量不足を導くこと

以上の障害は多岐に渡っているが、1年を経過して一応ほとんどの障害パターンが出尽くしたと思われる。今後は、トラブルチャートや運用マニュアルのきちんとしたものを作成することにより、専門以外の教官でも対処できるようなシステムを目指したい。

3. 分散処理への対応

本システムの特徴として、前述のオンラインインストール機能やサーバー機のハードディスクを共有ドライブとして利用する機能のほか、ネットワークを通じて教官機から学生機のソフトを起動するオンラインコントロールなどがある。これらの機能を活かした使用方法として、多くのデータ領域に対する計算を並列的に実行することにより、処理を高速に行う並列分散処理を行った。このような使用法は本システムの次のような特徴を活かしたものである。

- 1) オンラインインストール機能により、複数のパソコンに、同一のプログラムを供給することができる。
- 2) オンラインコントロール機能により、複数のパソコンに対してプログラムを起動させることができる。
- 3) プログラムを実行中のパソコンは、シングルタスクの状態であるので、CPUの能力すべてを計算処理に充てることができる。
- 4) ネットワークサーバのハードディスクをネットワークを利用して学生機及び教官機の仮想ドライブとして共同利用する機能により、データの供給、及び結果の回収が容易である。

ただし、データの受け渡しは、すべてファイルを介して行われるので、ある計算領域が他の領域と密に関係づけられるような計算には、本システムは適さない。ここでは、非常に多くの計算量を要することで知られる「マンデルブロート集合」の計算を適用した。

3-1. マンデルブロート集合について⁽⁴⁾

マンデルブロート集合は、まず

$$f_c(Z) = Z^2 + C$$

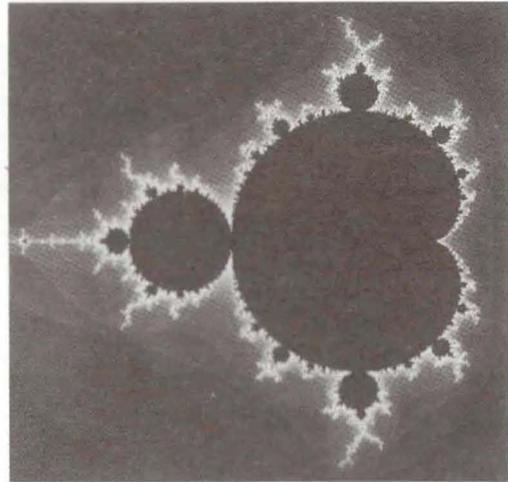
という式を考える。ここで Z は複素変数、 C は複素定数であるが、 Z の初期値を常に0とし、漸化式

$$Z_{n+1} = f_c(Z_n)$$

を考えたとき、 n が無限大になっても $\{Z_n\}$ が無限に大きくならないような C の集合をマン

デルブroot集合という。図4にマンデルブroot集合の全体図を示す。図中の黒い部分がマンデルブroot集合を表している。一点ごとに繰り返し計算を行うため、計算量が膨大になる。

図4において、マンデルブroot集合の周辺部は、絶対値がある値以上に発散するまでの計算の繰り返し回数によって色分けしている。



実部-2.20~+0.50 虚部-1.35~+1.35

図4 マンデルブroot集合

3-2. 並列分散処理の概要

並列分散処理を行うためのハードウェアは、AVC室の設備を利用したものであり、前述のような1台の教官機と40台の学生機、及び1台のネットワークサーバー機からなる。また、ソフトウェアは、個々の領域の計算を行う「スレーブ・プログラム」と、スレーブ・プログラムに対して計算のための設定データの配分を行い、全体を統括する「マスター・プログラム」からなる。計算は以下の手順で実行される。

1) スレーブ・プログラムの配布

スレーブ・プログラムは、前述のオンラインインストール機能によって、全学生機に配布される。

2) マスター・プログラムの起動

マスター・プログラムの実行は、教官機上で行われる。マスター・プログラムは、使用者の指示に基づいて全計算領域を分割し、それぞれの領域の範囲など、計算を行うために必要な初期設定情報のほか、次回共有ドライブをアクセスするときの周期等を指示した設定データ配布ファイルを作成、配布すると共に、全体の処理の進行を総括する役目を持つ。

3) スレーブ・プログラムの起動

前述のオンラインコントロール機能によって、マスター・プログラムから、必要な台数だけスレーブ・プログラムが起動される。



図5 計算用設定データの要求と配布

各々のスレーブ・プログラムは、起動後、以下のような手順で計算を行う。

- 1) 計算を行うための設定データの配布をマスター・プログラムに要求する。要求の発行は、ネットワークサーバが持つ共有ドライブ（ドライブ名「S:」）へ設定データ要求ファイルを作成するという形式で行う。ファイル名には学生機のノード番号を含ませ、どの学生機から要求が出たかを、ファイルの存在のみで認識できる。
- 2) 設定データ配布ファイルが作成されたかどうか認識する。作成されているならば、それを読み込み、4)に進む。
- 3) マスター・プログラムから終了を促すファイルが作成されているかどうか確認する。それが存在するならば、スレーブ・プログラムは自身が終了する事を示すファイルを共有ドライブに作成して終了する。それが存在しないならば、一定時間が経過した後2)に戻る。
- 4) 配布されたファイルのデータに基づき、そこで指定された領域に対する計算を行う。計算結果は各々の学生機が持つハードディスクに保存され、後でまとめて回収される。
- 5) 1)に戻る。

この手順の中で、3)で一定時間待機させるようにしているのは、共有ドライブに対するアクセスによって、ネットワークのトラフィックが過度に増大するのを防ぐためである。

3-3. 計算作業の概要

図4に示す範囲（実部 $-2.20 \sim +0.50$ 、虚部 $-1.35 \sim +1.35$ ）において、実部、虚部それぞれを n 等分した座標に各々の計算点を設け、 n^2 箇所について計算を行うことにした。この領域を実数軸、虚数軸それぞれについて等分することによって碁盤目状に分割し、個々の領域に対する計算を次々とスレーブ・プログラムに与えることによって全体の計算を行う。この計算を、条件を変えながら繰り返し行った。その際に変化させた条件は次のとおりである。

1) 計算範囲の縦・横（すなわち実数軸、虚数軸）の分割数

領域数、すなわち仕事数は分割数の2乗に等しい。これを増大させることによって、1回分の領域内の計算点の数は減少し、領域数は増大する。マンデルブrot集合の計算は繰り返し計算の値が発散しにくい領域ほど繰り返し回数が多くなるため所要時間が長くなる。発散のしやすさは場所によって大きく異なるため、分割数を多くすることによって、各々の学生機の仕事量は平均化され、総合時間の短縮が期待できる。ただし、領域数が増大すると、それに伴って設定データの配布に要する時間も増大するので、極端に多くすることは意味をなさない。

2) 稼動する学生機の数

これを増やすと分散処理環境としての総合的な処理能力が向上する。ただし、仕事量に対して相対的に学生機の数を増やしすぎると、有効に仕事を行っている学生機の割合が減少し、学生機の増加が無意味になる。

3) 計算点の数

これを増加させることによってシステム全体の仕事量が増加する。したがって1回分の領域内の仕事量が増加し、個々の学生機が有効に仕事をしている割合が増加すると思われる。

3-4. 結 果

まず最初に、稼動学生機の数をもととし、領域をまったく分割せずに1回の計算で全

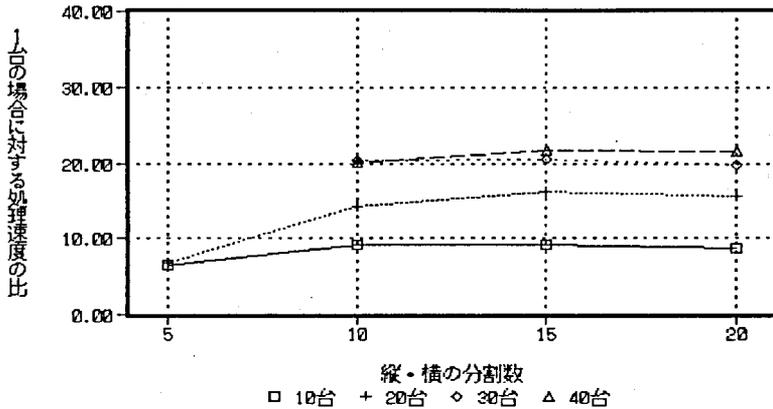


図6 計算点数1,000,000個の場合の分割数と処理速度の関係

この領域を計算させてみたところ、実数軸、虚数軸を各々1,000等分した1,000,000箇所での計算に28,215秒(約7.8時間)を要した。図6に縦・横の分割数と処理速度の比(マスター・プログラムが処理を開始してから全ての処理が終了するまでの時間から求めた処理速度の比)の関係を示す。この結果から、稼働台数はある程度多い方が総合時間を短縮することができ、総合的な処理速度は、1台の場合と比較して20倍以上に達する場合があることがわかる。稼働台数に関していえば、この程度の仕事量では30台と40台ではあまり差はない。これは、仕事量に対して稼働台数を増やしすぎたために、総合的な処理能力が十分に活かされていないためであると思われる。また、分割数に関していえば、これを増やしすぎると総合処理時間が増加する場合がある。これは、領域数の増加に伴う設定データ配布に要する時間の増加が、仕事量の平均化による総合時間の短縮を上回るためであろう。

次に、等分数を1,000から2,000に増加させて4,000,000箇所での計算を1台の学生機で行ったところ112,273秒(約31.2時間)を要した。図7に縦・横の分割数と処理速度の比の関係を示す。この条件では総合的な処理速度は、40台の学生機を稼働した場合、1台の場合と比較して最高で30倍以上に達した。この結果から、仕事量の増加によって、システム全体の

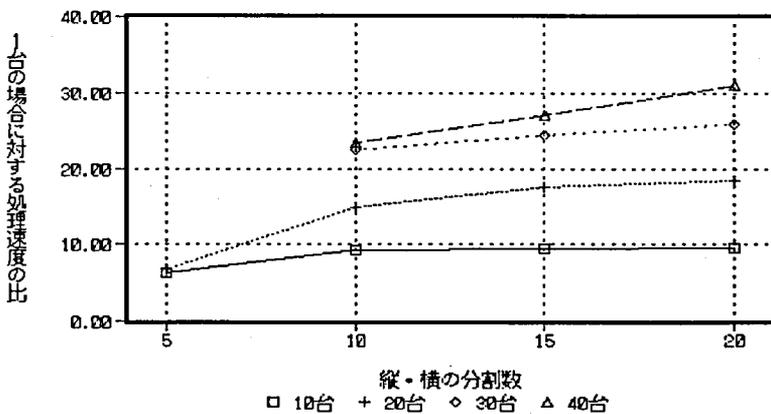


図7 計算点数4,000,000個の場合の分割数と処理速度の関係

見かけ上の処理能力が潜在的な処理能力に近づいていることがわかる。

4. お わ り に

本論では、パソコンLANの運用実態を報告したあと、それを並列計算環境として利用した場合の実用性について考察を行った。

パソコンLANの運用はワークステーション環境とは違った、また別の苦勞を伴うものであるが、ネットワークの機能を駆使すれば、あとは運用方法を改善し学生の意識改革を行うことである程度解決できよう。

また、並列計算環境でのパソコンLANは、単体のパソコンに対して数十倍もの処理能力を示したことから、一応の成果が得られ、オンラインコントロールなどのネットワーク機能の高速化を図ることにより、その実用性が向上するものと思われる。

参 考 文 献

- (1) 堀内泰輔, 堀内征治: パソコンLANとマルチメディアを利用した新情報処理教育システム, 長野工業高等専門学校紀要第24号, 17-24, 1991.12
- (2) ミナトエレクトロニクス株式会社: クイックラボ Ver1.6 マネージャーズガイド, 1992.8
- (3) ミナトエレクトロニクス株式会社: クイックラボ Ver1.6 ユーザーズガイド, 1992.8
- (4) 洲上季代絵: フラクタルCGコレクション, サイエンス社, 1987.9