

研究におけるコンピュータの利用事例

工学部電気・情報工学科 片山 浩

まえがき

コンピュータの利用が広範囲に及んでいる昨今、皆さんのお役に立てることが書けるかどうかいささか不安であるが、とにかく電気・情報工学科と当研究室の現状を紹介することにする。

電気・情報工学科のコンピュータ環境

学科共通のワークステーション (WS) は S4/LC, S4-2/GX, SPARC Station-2 等が7台、各研究室が所有しているWSは計10台、さらに、X端末やパーソナルコンピュータ (PC) をイーサネットを介して接続した計算機環境が構築されている。最近、マッキントッシュ (MAC) も増え、アップルトークの環境も整備されている。このアップルトークもイーサネットに接続され、WS-PC-MACの間のデータ転送等は容易に行うことができる。

学科のイーサネットはブリッジを介して工学部のイーサネットと接続され、総合情報処理センターや、学外との通信も可能となっている。

WSのソフトウェアとしては、C言語やFORTRAN等の高級言語の他にも、行列演算とグラフ機能に優れたMATLABやFORTRANの数値演算ライブラリであるIMSL、数値計算を行うMathematica等のソフトがインストールされ、数値解析、信号処理、各種シミュレーションに適した環境が出来ている。

当研究室のコンピュータ環境

我が研究室では、平成元年に購入したディスクサイドのSUN-4/330がうなりを上げている。当時としては上位機種であり、ニューラルネットワークの研究に大変役にたっている。しかし、今となっては、平成3年度に学科で購入したディスクトップで音も静かなSPARC Station-2の方が機能が低い。うちの先生は、赤字を解消しない内に続々と高機能のWSが低価格で販売されるのが残念でならないようだ。

この他に、19インチカラーのX端末が2台、PC98が8台、FMR60Hが1台、MACが1台である。これらの大半はイーサネットに接続されている。また、デジタル信号処理の実験セットがデンと構えている。

研究内容

我々の研究室では、主にニューラルネットワーク（NN）を用いた手書き文字認識、連想記憶、パターン解析等の研究と、アダプティブフィルタを用いたノイズキャンセラー等の研究を行っている。

NNは、ニューロンに相当する素子を超並列に接続し、人間らしい情報処理を行うことを目的とした回路網である。このニューラルネットワークに対して学習アルゴリズムの開発、回路網のダイナミクスの解析、コンピュータを用いたシミュレーションによる検証等を行っている。

研究におけるコンピュータ利用

・手書き文字パターンの認識

まず、手書きによる変形において不変な特徴をNNを用いて抽出する。次に、標準パターンの特徴分布を手書き文字の特徴分布に文字構造を保存しながら写像する。この結果により文字認識を行う。文字パターンはWSに接続されているイメージスキャナから取り込み、 32×32 ドットに量子化される。英数字、片仮名、記号の141文字、及び第1水準の漢字を対象としてシミュレーションを行っている。特徴抽出や写像の段階では高速処理が必要であり、特徴分布を保存するために多くのメモリ容量が必要となる。

・連想記憶

連想記憶の1つのアプローチとして、相互結合形NNを用い、パターンを回路網の平衡状態に記憶する方法がある。これに対して、記憶容量や、雑音に対する安定性を向上する方法を検討している。 $16 \times 16 = 256$ ニューロンで構成されるNNは全結合であるため約 $256 \times 256 = 65536$ 個の結合を必要とする。また、NNが平衡状態に収束するまでには多くの計算を要する。多くの雑音パターンを用いて統計的に評価する場合はWSでも数時間のCPU時間がかかる。さらに、確率的に動作させるモデルでは、数日を要する場合もある。

・階層形NNによるパターン解析・分類

ニューロンを層状に積み重ねた階層形NNを用いてパターン認識や分類を行う研究も盛んである。2値パターンの認識・分類を ± 1 の結合係数で実現するNNを検討している。この場合は、回路網やパターンを保存するためのメモリは多く必要としないが、多くの雑音パターンについて統計的に検証する必要があり、高速処理が要求される。

フーリエ解析やフィルタ法等では解析できない波形の解析にNNを応用している。例えば、多周波信号の分類問題において、2つのグループの周波数が接近している場合はこれらを分類することは従来方法では難しい。階層形NNで良好な結果を得ているが、学習には非常に多くの計算を必要としている。

・アダプティブフィルタ

学習アルゴリズムの開発やノイズキャンセラへの応用を検討している。実用的には大規模な回路が必要となる場合もあり、また、音声信号などを処理する場合は膨大な数のサンプルを処理する必要がある。このため、メモリ容量と処理速度に対する条件は厳しい。

以上のように、当研究室では、計算機シミュレーションによる実験を行っているが、何れも多量のメモリと高速計算を必要とし、高性能WSが必需品となっている。WSでは、プログラムをバックグラウンドで実行できる。また、複数のプログラムを実行しながら、新しいプログラムを作成するというように、並列して作業（マルチウィンドウ／マルチタスク）することができるため、研究効率が格段に高くなる（人間の方の能力による）。

PCはほとんどWSの端末か文書作成に使用されている。しかし、PCに慣れている学生は、規模の小さいシミュレーションはPCも利用している。規模が大きくなればプログラムをWSに移植することもできる。

プログラムは主にC言語を用いて作成している。C言語にもいろいろあり、WSにはansi-c, gcc, C++ 等が揃い、PCにもMSC (MicroSoft C) がインストールされている。最近では、行列演算とグラフ機能に優れたMATLABの使用も増えている。MATLABはC言語に比べて処理速度は遅いが、行列の演算や各種フィルタの関数が揃っているため、特にデジタル信号処理の研究を行っている者にとっては必需品になっている。

WSやX端末のウィンドウシステムを使用すれば、複数のシミュレーションファイルを同時に編集したり、複数のWSに同時にログインし、それぞれ異なったコマンドを実行することができる。例えば、別々のWSで得られた結果を同じウィンドウ上で見ることもできる。X端末にはRISCチップが内蔵されており、その表示速度はWSのコンソールよりも速く、次々とコマンドを実行できる。しかし、ブートファイルやコマンドは全てWSのものを使用しているため、WSが止まったりしたときには、全く使用できないことになる。無停電電源装置も無いため、雷が鳴るような日は不安なものを感じながら、キーボードを叩いている。

電子メール・ニュース世代

現在、当研究室は教授、講師、助手各1名、博士課程4名、修士課程4名、卒研6名の大所帯であり、研究室内の連絡に電子メールを利用している。学生がゼミをさぼるときは、電子メールで先生に一報を入れておけば済むので便利だ。また、他大学、研究機関や海外との情報交換にも頻繁に利用している。電子メールだけではなく、プログラムや計算結果を短時間でやり取りしたり、外部のWSにログインすることもできる。例えば、当研究室には、外部機関に在職のまま自然科学研究科に在籍している博士課程の学生がいるが、在職している機関でも同レベルのWSを使用しており、相互にログインしたり、プログラムやデータを短時間でやり取りすることにより、どちらにいても研究をス

ムーズに進めることが出来る。

また、総合情報処理センターのおかげで、ネットワークニュースを読むこともできる。中にはニューラルネットワークや知的情報処理に関する記事もあり、有益な情報を得ることができ、さらに様々なフリーソフトを入手することもできる。

論文書きツール

当研究室は、論文のノルマが厳しい！これには、もの書きツールを整備して対抗するのが一番。よく使われるのが、PCの一太郎、DUET、花子であるが、最近では、WSのLaTex, tgif+の愛用者も増えている。

LaTexはPCの一太郎やDUETと同様に文章作成に使われ、ポストスクリプトプリンタを用いれば、非常に美しい文章が書ける。しかしながら、その入力複雑で、まるでプログラムを作っているようなものである。慣れてしまえば気にはならないのだが、今でも思い通りにならず悩むこともある。先生は、「入力が面倒だ」等といってまだ使っていない。順応性の差だと思うが、学生はちょっと優越感にひたっている。

tgif+はPCの花子を簡単にしたものである。tgif+で作成した図形はLaTexに取り込むことができ、文章と一括して出力できる。また、シミュレーションで得られたデータ等は、MATLABのグラフ機能を用いて図示でき、tgif+と同様にLaTexに取り込める。図の大きさなどは自由に設定できるため、以前のように縮小コピーをして、論文に切り貼りする必要がなくなった。論文に合わせたフォーマットを用意しておけば、最終原稿を一気にプリントアウトできる。

先生は最後に一言、「体裁は確かに綺麗だが、 」。

おわりに

計算機環境はハード/ソフト両面で整備されてきているが、問題もある。当学科では百数十名がユーザ登録され、何の制限も無しに使用できるようになっている。しかし、卒業研究の発表間近になると、多数のプログラムが走り負荷が非常に重くなる。また、ディスクの容量も残り少なくなり新しいソフトのインストールも難しい状態である。

計算機の管理は一部の助手や学生のボランティアに頼る面も多い。将来的には、教育用の大規模な計算機システムの導入も検討されているようだが、導入、管理、保守運用の体制整備、WSをベースにした情報処理教育の検討など解決すべき問題も多い。