

科学館情報システムとして、68000 UNIX[®] 画像通信ネットワーク・システム

鈴木優一，手塚宏史，後藤真希子（生活構造研）
生島誠，沢田佳明，守分淑子（数理技研）

1 はじめに

59年5月オープン予定の横浜子供科学館の図形映像情報システムとして設計した分散型ネットワークシステムについて紹介する。本システムは科学館全館に敷設したローカル・エリア・ネットワーク（Ethernet）にノードプロセッサとして新たに開発したワークステーション（以後ローカル・ステーション：LSという）を多数接続し、互いに通信のできる対話性の優れたシステムを組んだ。ノードプロセッサ LSにはCPUとして16ビットマイクログラフプロセッサ68000を用い、OSにはこのシステムのためにUNIX SYSTEM IIIを移植し、日本語処理も可能とした。ローカル・エリア・ネットワークの通信ソフトとしてはUNET[®]を導入し、仮想回線のもとにファイル転送、メール、仮想端末接続が実現される。

図形情報システムとしてはテリドンとして知られるカナダのビデオテクスを採用した。これは最近ANSI標準として採用されようとしているNAPLPS（North American Presentation Level Protocol Syntax）形式で、非常にパフォーマンスの高い図形通信を実現している。わけわけは上に述べた、ローカル・ステーションにUNIXの管理下で図形編集入力を行い、図形データベースを作成し、ローカル・ステーション下に多数接続されたテリドン端末に情報提供を行う。

またこのサブシステムとしてビデオディスク（光ディスク）の映像をスロー・ポーズして動画や自然画をも取り入れることにした。

このシステムは科学館の館内ガイダンス、展示器械の説明、教育的なゲーム、3次元コンピュータグラフィックスなどに用いられ、図形通信の特徴を生かして学校などからアクセスするテレミュージウム、科学館ネットワーク（カナダ、アメリカも含めて）にも発展させようとしている。

2 システムの目的

科学館をおとずれる子供達に親みやすい情報の提供や子供達の積極的な参加をうながし科学やコンピュータシステムについて正しい理解に導くために文字だけでなく図形や映像を自由に扱えるシステムが必要である。最近のパーソナル・コンピュータの発達で図形やコンピュータグラフィックスが比較的容易に扱えるようになったが、多くはスタンドアローンで、異機種との互換性に欠け、また図形等の通信という観点はない。

本システムは子供達が興味をもってシステムを利用できるように図形や映像をふんだんに使った図形映像情報システムを組む。動画などコンピュータグラフィックスではリアルタイムに処理困難なものはアナログ情報だがランダムアクセス可能なビデオディスクを用い、これとコンピュータグラフィックスを組み合わせ表示することで、面白いパフォーマンスが得られる。

また蓄積した図形情報などを遠隔地と通信できることもこれからシステムとして要求される。科学についての説明や科学館で作成蓄積してゆくソフトウェア

は貴重な財産で、これが小学校などで自由にアクセスできるようにしなければ面白い教材の広がりとはなろう。また科学館が相互に乗り入れできればそれぞれの資源の節約ともなろう。またカナダなどの北米との国形による通信も近い将来コスト面からも可能となるだろう。

本システムはまた最近のコンピュータグラフィックスが書き出している高品質の自由な表現力を単に見せるだけではなく、子供達の参加で生み出すことも考えている。子供達による電子ペインティング、その表現、簡単な3次元グラフィックスなどを実現させたい。このために高解像度豊かな色表現力をもつディスプレイと十分な処理能力をもつワークステーションが必要となる。

こうした目的のもと横浜子供科学館の応用ソフトウェアには概略以下のようなものが考えられ制作が進められている。ちなみにこの科学館のテーマは「宇宙と横浜」とし、未来に何ける広がりとし身近な都市や自然への理解をめざしている。

・宇宙の生成のシミュレーション

・ハレー彗星探検

・銀河宇宙旅行

・宇宙の科学

・横浜の地形・地図

・科学館ガイド

・電子新聞

・観望図鑑

・科学展示器説明

・LOGO教室/コンピュータ教室

星のデータベースを利用し
コンピュータグラフィックスの表現を用いる。

地図のデータベースより地形の投視図や自分の専用の地図を作る。

テリドンを用いたデータベース
子供達の参加による図形も蓄積
フィズやゲームによる導入

図形を用いたコンピュータ画像の理解

以上のような応用を支えるためにシステムの様には以下のようなものが要求される。すなわち、高度な図形表現能力、高いパフォーマンス、高い通信機能、使いやすしいデータベース、拡張性、発展性など。

3 システム構成

以上のような要求のもとに我々は以下のようなシステムを考えることにした。すなわち、ローカル・エリア・ネットワーク(Ethernet)を介した分散処理システムで次の3グループのサブシステムの構成をとる(図1)。

オ1グループはDEC社のスーパーミニコンVAX-11/750システムを用いる(OSはUNIX[®]でバーナレイ版4.1BSD)。これは全系のアカウントや診断や利用統計などの運用管理、全系のデータベース、ファイルサーバ、計算の多いアプリケーション、保守、南窓の作業に用いられる。構成は主記憶2MB、ディスク124MB×2台、磁気テープ1600bpi 45ips 1台、ラインプリンタ1台、TSSターミナル5~10台、漢字プリンタ1台、公衆回線モデム1200bps 2~5回線などである。

オ2グループは高機能なグラフィック・ワークステーションで68000マルチプロセッサシステムである。1つのCPUはUNIXで管理されるホストで、Ethernetに接続しており、もう1つのCPUは独自のモータ下の68000グラフィックサブシステムを構成する、高解像カラーグラフィックスで、フー

ムバッファは1MBもつ。このシステムは横浜子供科学館用に開発したもので我々はローカル・ステーション(LS)といい、その詳細な構成は4に述べる。このシステムは3Dグラフィックス、図形編集入力、地図データ処理、ビデオディスク画像合せ表示などを行う。

このグループは上記ローカルステーションのグラフィック・サブシステムを除いたもので、Ethernetに接続するノードプロセッサで、68000 UNIXコンピュータである。このローカルステーションの下にはパーソナル・コンピュータ群やテリドン・ビデオテラス端末群が接続される。これは科学館のユーザが直接アクセスする端末とほり、各ローカルステーションに8台ずつ程度の端末が接続される。

構成数はVAX-11/750 1式、グラフィック・ローカルステーション6台、端末コントローラ6台、LSの端末(パソコン、テリドン端末も含めて)が約40台程度で、他にオフラインのパーソナルコンピュータなど10数台となつてい

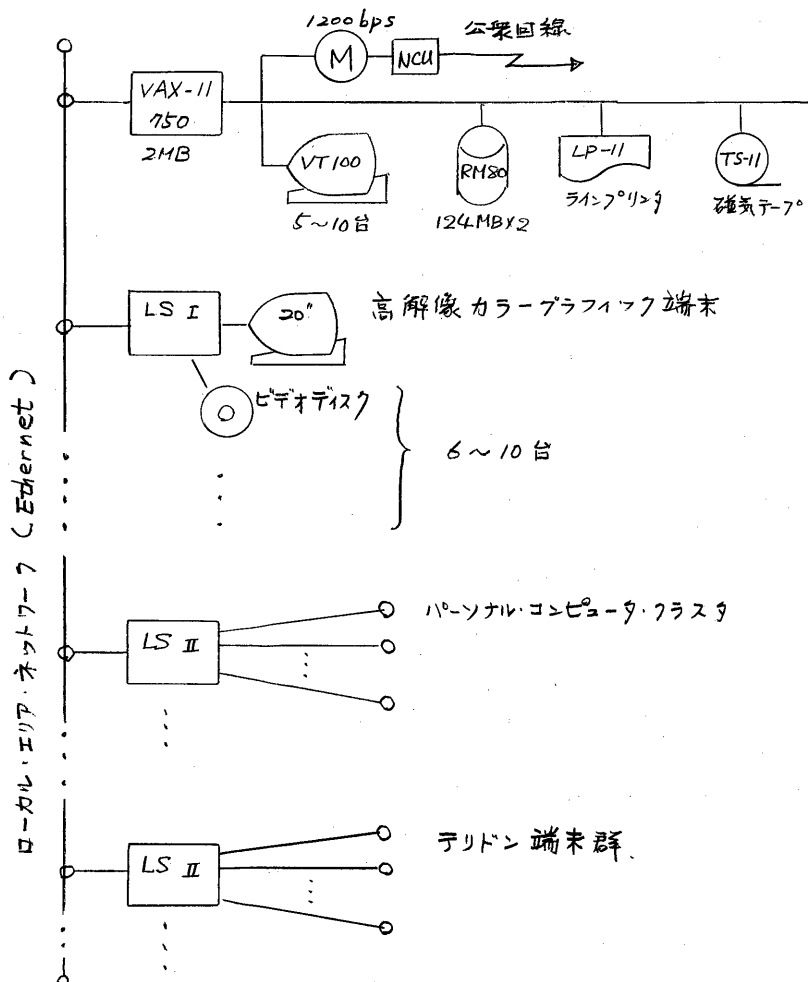


図 1 システム構成図

上記のようなEthernet による高速のネットワーク (10Mbps) を用いるのは図形や画像データの高速通信を行いたいためである。例えば $1024 \times 1024 \times 8$ bit のフレームバッファは 1MB になりこれが 10Mbps で転送できれば、約 1秒ですむ、もしこれが 9600 bps などの速度では 1000秒とかなり実用にならない。通信の上位のプロトコルはUNIX上で実現された3COM社のUNET[®]を用いた。後に述べるようにこれらソフトウェア上で実現される実際のスループットはEthernetの公称の速度の数十分の1に低下してしまうが、これでもまだ何とか使えるだろう。

4 ローカル・ステーション

本システムの分散ノードプロセッサとして 16ビット 68000 を用いたマルチCPU構成をとるシステム——ローカル・ステーションを開発した。グラフィックサブシステムをもつタイプIとも異なるフラスタ・コントローラ用のタイプIIがある。共にUNIXのOSを用いUNETによるLAN通信機能をもつ。構成は以下のような仕様になっている。(図2参照)

1) ホストプロセッサ

OS UNIX SYSTEM III の 68000 移植
 マルチ・プロセッサ構成 (共有メモリ 128KB を介した CPU 間通信)
 CPU MC68000 8MHz
 MMU MC68521
 バス バースバス準拠
 メモリ 512KB x 2 16ビット付き
 I/O 固定ディスク 5" ウィンチエスタ 20MB
 フロッピーディスク 5"
 RS 232C ミリアルインタフェース 8ポート
 Ethernet 3COM社 マルチバス・コントローラ をバス変換して用いる。

2) グラフィックプロセッサ

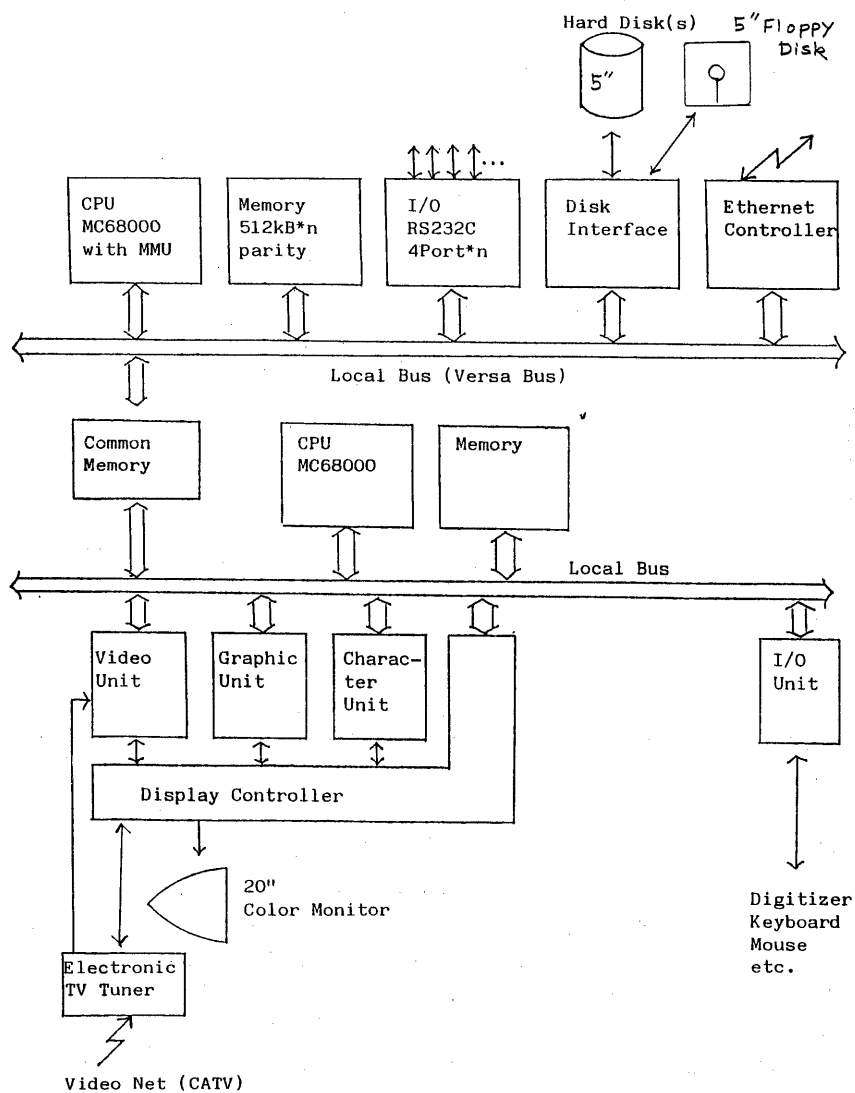
独自のリアルタイムモータでホストUNIXと共有メモリで結合
 CPU MC68000, MMUなし
 メモリ ホストのメモリ構成と同じ
 グラフィックフレーム・バッファ
 1024×1024 ドット x 8ビット 中、任意の 640×480 ドットのスクリーン
 キャラクタ・フレーム・バッファ (ビットマップ)
 1024×1024 ドット x 1ビット ... 上下左右のスクロール可
 ビデオコントロール
 NTSC 映像信号入力、色復調
 スキャン・コンバータ ... NTSC 30Hz インタレース ± 60Hz
 ノンインタレースに倍速変換し、グラフィックスとスーパーインポーズする。

ディスプレイコントローラ

60Hz ノンインタレース 640×480 ドット表示
 表示優先度 キャラクタ > グラフィックス > ビデオ
 CRT 20" アナログ入力、カラー高精細 (0.3mm ピッチ)

I/O キーボード、デジタイザなど
 LUT カラー・ルックアップ・テーブル RGB各8ビット
 1600万色中256色同時表示
 漢字ROM JISオ1水準をサポート

図2 ローカルステーション システム構成



グラフィック・ワークステーション、LSの特徴の1つはコンピュータグラフィックスを補完するビデオ信号の重ね合わせ機能である。NTSC信号の30Hzインタレースを60Hzノニインタレースに倍速スキップコンバートを行ういわゆるデジタルテレビ方式を用いている。スキップラインバッファは走査線1本分(各RGBについて)をもち倍速読出しにより2本の走査線を生成する。この方式は2本の走査線の平均値などを作るより容易であるが、斜めの線がギザギザに見え、アナログ画面が多少不自然な感じを受ける。また本システムでは色信号調後のAD変換に6ビットのADCを用いたので濃淡64階調になり人間的顔などの微妙な濃淡の変化に対して多少デジタル効果が現われることがある。

NTSCはLSに併設したビデオディスクの映像信号を入れるが、設計当初はCATVによるビデオネットワークにより中央のビデオサーバからLSのオンデマンドによるフレームの放映を行う予定であったが現在は予算の関係上バンディングになっている(図3参照)

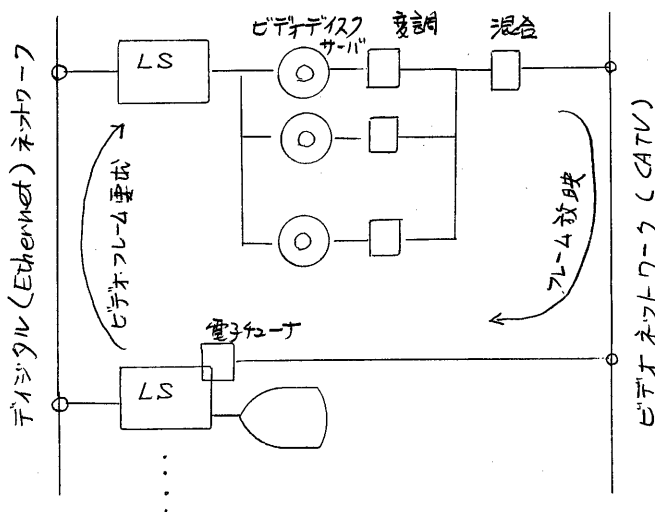


図3 デジタル、ビデオ両ネットワーク方式

5 68000 UNIX[®] / UNET[®] の移植

本システムの中心となる分散処理システム、コンピュータとして68000ローカルステーションを置いた。このシステムはVAXも含めてすべてUNIXをOSとすることにし、新規開発した68000 LSにUNIXの移植を試みた。最近では68000 UNIXがかなり注目されて来だが、開発を始めた昨年にはクロスソフトなど容易に手に入らなかったため、まずクロスソフトの開発から始めた。開発マシンはVAX-11なのでまずクロスアセンブラ、クロスC、ミミレータの開発から始め、その上にUNIXの移植を試みた。クロスCはポータブルCコンパイラ版を採用した。

UNIXはシステム記述の大部分がCで書かれており移植性の秀れたハード依存しないシステムと言われている。しかしその多くがUNIXを開発したPDP

-11の影響を受けており、特にカーネルの中心であるメモリー管理にはPDP-11に規定されている所が多い。我々はメモリー管理にモトローラのMMU 68522を用いたが、このMMUは汎用に作られ、複雑なメモリー管理を行えるように作られているが、このMMUで32セグメントしか管理できず、リニアな管理しかしていないPDP-11と大いに異なっており、UNIXの移植の上で大きな障害となった。また外付けのMMUによる処理遅れは68000の性能を半減してしまふ。UNIXの移植に関する限りこのMMUは不通と言えよう。

UNIXは確かにハード依存する部分は少ない。コンパイラでコード生成のテンプレート部、カーネルではメモリー管理、I/Oドライバ部、その他ミエルのシステムに關係するsdb, psなど、またシステムコールとライブラリの一部で全体からの比重は少ない。しかし全体の中へ関連の見通しはけやハードの初期開発の不安定なども重なるためインプレメント作業は当初の予定より大巾な遅れをともてしまった。

UNIXの日本語化

館内での保守や開発、さらにアプリケーションのため我々はUNIXに日本語処理システムを導入した。これはUNIXのカーネルやドライバに変更を加えずUNIXのアプリケーションパッケージとした。機能はカナ漢字変換、ローマ字漢字変換入力処理とラインエディタを日本語化したned、日本語プリント処理、offsetの日本語化を行い、現在スクリーンエディタ、メール、プログラム中での日本語処理を検討中である。UCBのスクリーンエディタVLEはオセバントをスクリーンコントロールに用いており、エディタの操作を容易にするシフトJISコードなどが使えず、独自のものを検討中である。

この日本語処理はUNIXパッケージとしたのでカーネルへの変更は必要としないが、処理は個別となっている。

UNETの移植

米3COM社が開発したローカル・エリア・ネットワーク通信ソフトでVAX-11/750, 68000 LS用に移植した。UNETはUNIXの管理下で動作し、仮想回線のもとに、ファイル転送、仮想端末、メール機能をもつものでISOのOSレイヤー6層までをサポートし、物理階層やアプリケーション階層は任意である。こうしたトランスポート層(3層)およびネットワーク層に米国防省のARPAが開発されたTCP(Transmission Control Protocol)およびIP(Internet Protocol)を採用している。

UNETはユーザプロセスのもとで使われTCP/IPプロトコルと受信を監視するデーモンプロセスから成り、論理的なネットワークが形成される。ロードプロセッサが多く、また各端末が多いとき、自由なルーティングとあらゆる場合について補償しようとするとき内部ルーティングテーブルが巨大になるので、実用上は適当なネットワークに制限する必要がある。

UNETはUNIXの上に構成したソフトウェアで、デーモンなど一部はUNIXのカーネル組込みとなるが、基本的にはUNIXのプロセス通信の制限を受けつつ高速な処理が難しいといわれている。またTCP/IPの仮想回線処理もかなり規模が大きくなっており、3COM社の説明によるとトータルなスループットは250 Kbpsと公称速度10 Mbpsの40分の1となっているという。適当なプロトコルの選定は今後の課題となる。

6 図形通信 テリドン・ビデオテクス (図形情報システム)

横浜子供科学館のサムのユーザーインタフェースはすべて一元的にテリドンデータベースのもとに管理される。テリドンデータベースは単純な階層型のデータベース管理のもとに運営されるが、特徴的なのはアプシヨンページにある。ユーザーは単に蓄積された図形データベースを検索するだけでなく、検索した特定のページは特別なプログラムの起動となる。ゲームや、インタラクティブな応答はこのページを介して行われる。

テリドンはカナダのビデオテクス・システムとして1978年頃から実験され、79年にはアルファジオメトリック方式としてパフォーマンスの高いシステムを実現している。82年にアメリカのAT&Tの提案を入れCRC709は種として提示され、北米ビデオテクス規格としてANSIに提案されている。ANSIはこれを受け入れ近く標準規約にしようとしている。これはNAPLPS (North American Presentation Level Protocol Syntax) といわれ、ISOの開放システム・インタフェース (OSI モデル) の7階層モデルの6層目のプレゼンテーションの規約である。より下層のレベルは何でも良く、我々はUNETを用いたEthernetや非同期無手順による電話線モデムを用いている。

この規約は図形の定義にユニットスクリーンによる0-1の規格化座標を用いカラー表現も一定の規約でハード依存しないコーディング規約を導入した。文字も基本的には任意サイズのものも用いることができるようにしているが、現在実現されている解像度 (256x200, 高解像で512x400) では自由な表現はできずどうしてもハードウェア依存してしまう。

本システムはこのテリドン・ビデオテクスを多元的にサポートする。グラフィック・ワークステーションとしてのLSではディジタイザを用いた平面図形の入力編集システムを載せている。これは日本語ワープロと連動し、日本語を含む図形情報をデータベースに蓄積する。電子新聞やガイドなどの全館情報はVAX-11の全系データベースに蓄えられ、各サイト固有の情報は近くのLSのローカルなデータベースに蓄えられ、LANの機能を用いて有機的に結合する。すなわち、検索例から見るとローカルな情報を優先すると同時にローカルにない情報や系全体の情報などのダウンロード、系のホストからのグループメッセージ、ブロードキャストメッセージなどがサポートされる。

我々はこのテリドンに日本語をサポートして日本語による図形情報システムとした。またLSに接続されるテリドン端末は我々と共同開発によるソニーのテリドンデコーダを用いる。この端末は館の各所におかれ様々なメッセージやインタラクティブな検索、ゲームやクイズなどの窓口となる。

図形の編集入力は我々の開発したグラフィック・エディタ (2D) で作成される。基本的な描画コマンド (出力プリミティブ、属性指定) の外に多くの編集コマンド (移動、コピー、スケール、反転、属性変更、ファイル操作) をもとに容易に図形の入力が行える。一歩の指導のもとに子供達も自由に図形、絵を入力できるようになるだろう。

7 結論

我々はネットワークシステムを全系UNIXを用い、ネットワーク通信もUNIXの下での通信ソフトUNETを用いた。しかし所にも述べたように

UNIXはプロセス間通信に強い制限を加えており、親子以外の自由なプロセス通信は出来ない。この制限下と仮想回線による自由なネットワーキング処理のオーバーヘッドで、Ethernetの公称の10Mbpsの何十分の1のパフォーマンスしか得られない。パフォーマンスの向上は今後の課題であろう。

またLANの有効な利用法についてはまだ十分なリポートが見られず、今後様々なアプリケーションの例の蓄積と比較検討が必要となる。横浜子供科学館は面白い実験になると思う。

ここで採用したテルidon、ビデオテクスは極めてパフォーマンスの良いシステムで、低速の回線(1200bps)でも十分実用になるシステムが構成できる。ここで採用した分散データベースシステムも有効に使いこなすためには今後実運用の中で改良を加えていく必要がある。

なお本システムを構築するに当ってカナダ大使館の桶口氏、グフィールド氏、カナダ政府のバストス氏に多くの便宜をばかまいたことに感謝致します。

UNIX [®]	Bell 研の登録商標
UNET [®]	3COM社の登録商標

参考文献

- 1) UNIX Programmers manual Vol 1, 2 Bell Laboratories
- 2) DOD standard Transmission Control Protocol / Internet Protocol
RFC 761, 760, 1980
- 3) PICTURE DESCRIPTION INSTRUCTIONS (PDI) for THE
TELIDON VIDEOTEX SYSTEM by H.G. Bown et al
CRC Technical Note NO. 699E
- 4) TELIDON VIDEOTEX PRESENTATION PROTOCOL by O'BRIEN et al
CRC Technical Note NO. 709E
- 5) VIDEOTEX/TELETEXT PRESENTATION LEVEL PROTOCOL
SYNTAX (NAPLPS) ANSI/CSA June, 1983
- 6) THE TELIDON BOOK Edited by D. Godfrey and E. Chang
Press Porcépic Ltd 1981