

パソコンを用いた動画取り込みシステム

橋本 基*, 植野誠史**

Sequential Image Acquisition System using Personal Computer

Hajime Hashimoto*, Seiji Ueno**

Abstract

Measurements by the sequential image processing using computer become useful with the increase of computer powers, and a system which obtain the sequential image data from the video signal is desired.

We developed a sequential image acquisition system composed of a personal computer and a image acquisition board with a few memories. In order to get continuous images, data acquired into the board are transported immediately to the memories on the computer. The parameters of a sequential image, such as the position and the size in a view, the sampling interval and the total frame number, could be set arbitrary.

1. まえがき

画像処理により各種の計測や解析が行われているが、近年計算機の性能が向上し、画像は静止画だけでなく動画（時間的に変化する画像）も対象にされるようになってきた^{1, 2)}。そこで動画をデジタル動画像として計算機に取り込む装置が必要となる。専用の装置も市販されているが、非常に高価である。また、動画を取り込む際、対象とするものによって画像中の取り込む位置やサイズが異なるが、市販の装置ではこのようなことはあまり考慮されていない（例えば、ひまわりシステム、ライブラリー社）。

本研究では、パソコンと静止画を入出力できるパソコン用の画像入出力ボードを使用し、後で解析や処理を行うことを前提とした安価な計測用動画データを取り込めるシステムの開発を目的とする。すな

わち、取り込む画像の位置やサイズ、および間隔等が任意に設定できるような動画取り込みシステムである。また、可能な限り高速で、長時間の動画データを取り込めるシステムを目指す。

2. 画像入出力ボードとビデオ信号

2.1 画像入出力ボード

本研究では、画像入出力ボードとして、主にマイクロテクニカ社の MT-98MN を使用した。このボードは NEC 社のパソコン PC98 シリーズ用で、拡張スロットに差し込んで使用する。白黒用で、主な仕様を以下に示す³⁾。

・入出力信号

NTSC コンポジットビデオ信号

水平同期周波数 15.73423KHz

垂直同期周波数 59.94Hz

* 宇部工業高等専門学校電気工学科

** 宇部工業高等専門学校電気工学科, 現在千葉大学

- フレーム 2:1インターレース 525本
- 映像有効幅 52.8 μ S(H) \times 485本(V)
- ・A/Dコンバータ
 - 8ビット高速フラッシュタイプ
- ・画像サンプリングクロック
 - 12.2727MHz アスペクト比 約1:1
- ・フレームメモリ
 - 1MマルチポートDRAM 4個
 - (フレーム時 512(H) \times 512(V) 2画面,
 - フィールド時 512(H) \times 256(V) 4画面)
- ・メモリアクセス
 - 128K 10バンク方式
 - 1K 10バンク方式
 - プロテクトモード
- ・画像入出力コントロール/ステータス
 - 10ポート方式

メモリアクセスに関して、このボードには3つの方式があるが、ボード上のディップスイッチによってこのうちの1つを選ぶようになっている。128K 10バンク方式は古いタイプのボードとの互換性から残されているものであり、プロテクトモードはパソコンのOS (MS-DOS) では使用が面倒であることから、ここでは1K 10バンク方式を主に用い、128K 10バンク方式も古いタイプのボードに対応するために用いた。

またこのボードは、10ポートを通してビデオ信号の垂直同期信号とフィールド信号および画像取り込み中であることを示す信号がモニタできる。

2. 2 ビデオ信号⁴⁾

TVに表示される1画面をフレームという。このフレームは、2つのフィールド(奇数フィールドと偶数フィールド)から構成されている。2つのフィールドは2つの櫛の歯を左右から交互に差し込んだような形で合成され、1画面になる(インターレース方式)。すなわち、1画面は何本かの線(走査線)で構成されている。これを時間的に見ると、まず奇数フィールドが表示され、次に偶数フィールドが表示される。各フィールドの長さは1/60秒であり、1フレームの表示には1/30秒要する。

ここで注意することは、1画面(フレーム)は時間が1/60秒異なる2枚の画面(フィールド)で構成されていることである。従って、画面に映っている物体が動く場合、2重になって見える。これを避け

るためには、奇数または偶数のフィールドだけ見ればよい。このようなことから、画像ボードでは取り込みおよび表示時に、フレームモードまたはフィールドモードを選択して指定することができるようになっている。

3. パソコンのメモリシステム

パソコンのメモリマップを図1に示す。1K 10バンク方式(または128K 10バンク方式)では、画像入出力ボードのメモリはアドレス1M以下の領域にマップされ、画像ボードメモリウインドウを通してアクセスする。画像入出力ボードには、2画面(フレーム時)または4画面(フィールド時)分のメモリ容量しかなく、多量の動画データを取り込むためには別に記憶領域(バッファメモリ)を用意し、そこへ転送しなければならない。

別の記憶領域として、プロテクトメモリ(アドレス1M以上の領域)を使用することが考えられる。しかしながら、パソコンのOSであるMS-DOSではアドレス1Mまでのメモリ領域しか管理できないので、通常MS-DOS上のプログラムではプロテクトメモリはアクセスできない。これを可能にする方法として、XMS(Extended Memory Specification)またはEMS(Expanded Memory Specification)と呼ばれる拡張メモリ管理システムが提供されている。以下、これらのメモリ管理システムについて簡単に説明する⁵⁾。

3. 1 XMS

XMSは、全アドレス空間(最大4G)をブロック単位(1ブロックの最大は64MB)で管理し、メモリブロック間でのストリング(連続)データ転送の機能を提供する。これを使うことにより、1M以下のアドレスに割り当てた画像ボードのメモリとプロテクトメモリ間でデータ転送が可能になる(図1参照)。

3. 2 EMS

現在のEMSは、プロテクトメモリのアドレスを操作して、1M以下の空いたアドレス空間に割り当てられるようにするものである。これはCPUのページング機能を使って実現されている⁶⁾。この機能を使うと、アドレス1M以上のプロテクトメモリを仮想

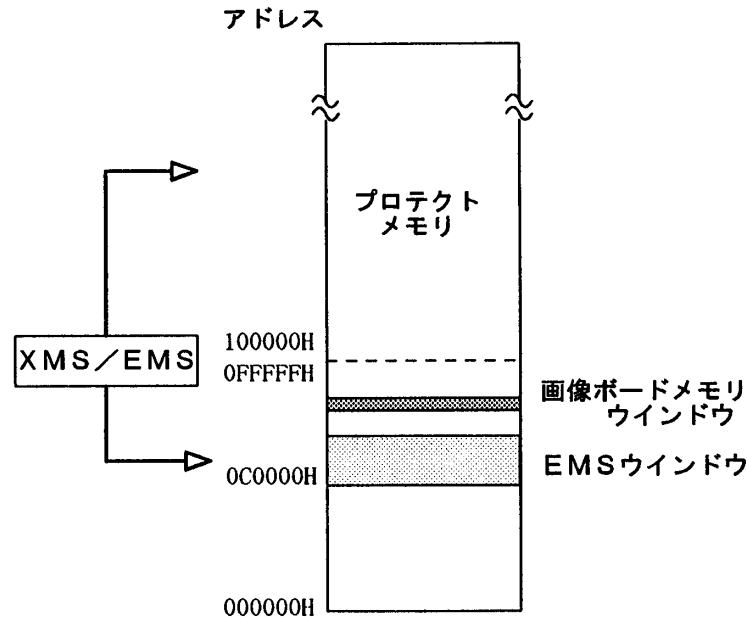


図1 メモリマップ

的に1M以下のアドレスに割り当てることができる。通常EMSでは、物理アドレス0C0000H～0CFFFFHの64Kのアドレス空間をプロテクトメモリの仮想アドレスとして使用する（EMSウィンドウ、図1参照）。また、16KB単位を1ページとし、管理できる最大メモリ容量は32MBである。

EMSでは、XMSと異なりデータ転送の機能は提供していないが、EMSウィンドウは1M以下のアドレスであり、MS-DOSのプログラムから1バイト単位でアクセスできる。

4. ソフトウェアの設計・開発

4.1 基本的な設計目標

本研究では、後で解析・処理を行うことを前提とした計測用動画取り込みシステムの開発を目的としている。すなわち、対象によって取り込む画面のサイズと位置および取り込み間隔や枚数が異なるこれらを任意に設定できるようにする。また、画像ボードの取り込みモード（フレームモード/フィールドモード）も選択できるようにする。取り込んだ画像データは、XMSまたはEMSを使用してプロテクトメモリへ蓄える。これらの設定や選択が簡単に行えるようにする。さらに計測用として重要なことは、

時間精度である。正確でしかも高速に取り込めるようにする。

以上のことを考慮し、開発したシステムのポイントとなる項目を以下に述べる。

4.2 取り込みの間隔と開始のタイミング

取り込みの間隔は、ビデオ信号のフレーム間隔（1/30秒）の整数倍で任意に設定できるようにする。計測用の動画取り込みシステムとして最も重要なことは、取り込み間隔が正確であることである。そこで、時間計測にはパソコン内部のタイマーを使用し、0.1msの精度で計測できるようにした。そして以下のような方法で取り込み間隔を制御する。

まず、画像取り込み信号を出したときのタイマーの値を記憶しておく。次の画面の取り込みのときにタイマーの値を調べ、取り込み間隔として指定した時間まで待つようにする。ここでちょうど次の画面の取り込み時間まで待つようにすると遅れが発生する可能性があるため、実際は指定した時間の1ms前まで待つようにした。

ビデオ信号と取り込み信号のタイミングチャートを図2に示す。ビデオ信号のフィールド信号（FIELD）、垂直同期信号（V. SYNC）を調べ、垂直同期信号が来たら画面の取り込み信号（GET）を出すようにする。本システムでは、フィールドモ

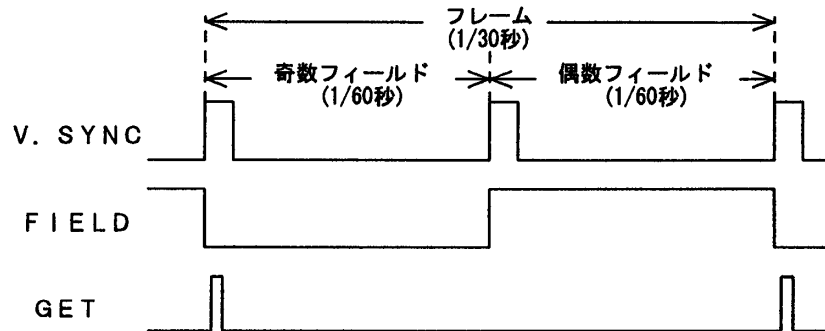


図2 ビデオ信号と取り込み信号

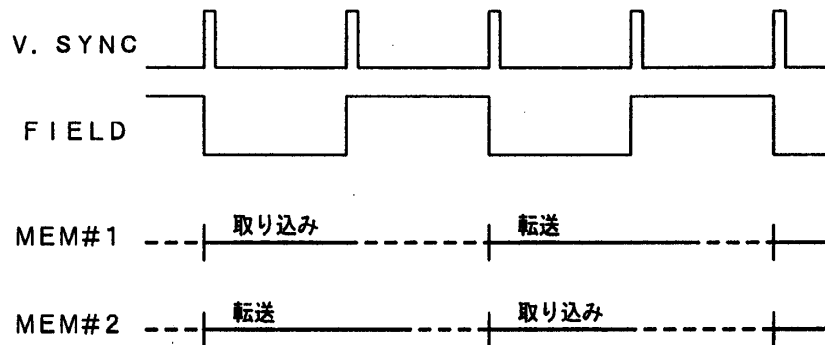


図3 画像の取り込みと転送

ード時は奇数フィールドを、またフレームモードでは奇数フィールドから始まる1フレームを取り込むようにする。そこでパソコンからの取り込み開始信号は、図に示すように奇数フィールドの垂直同期信号に合わせて出すようにする。

4. 3 画像データバッファと転送方法

取り込んだ動画データのバッファメモリとしてプロテクトメモリを使用し、管理方式としてXMSまたはEMSが選択できるようにする。これはパソコンが使用されている環境で、都合のよい方を用いることができるようにするためである。さらに、プロテクトメモリがない場合でも本システムが使えるように、バッファメモリを使用せず、直接ハードディスクに保存できるような機能も加えた。

使用した画像ボードは、2画面以上の画像メモリを持っている。そこで本システムでは2画面分のメモリ (MEM# 1, # 2) 使用し、図3に示すタイ

ミングで取り込みおよび転送を行う。すなわち、一方の画像メモリにデータを取り込みながら、すでに取り込まれているもう一方の画像メモリのデータをバッファメモリに転送する。こうすることによって画像メモリを1画面分しか使わない場合に比べて最高2倍の取り込み速度になる。

4. 4 取り込みモードと画素の間引き

画像取り込みのモードはフレームモードとフィールドモードがあり、これらが選択できるようにする。前に述べたように、フレームモードでは1/60秒時刻の異なる2枚の画面が重なるので、動きの速い場合は物体が2重になり計測用には問題がある。この場合はフィールドモードを選択する必要がある。動きが遅く、空間分解能を要求する場合はフレームモードを選択する。

フィールドモードを指定した場合、縦方向と横方向の画素間隔が異なることに注意しなければならない

い。一般の画像解析や処理では、縦横の画素間隔は等しい方が都合がよい。そこでフィールドモードの場合、横方向の画素を間引くことにする。バッファがEMSの場合1バイト単位でアクセスできるので、画像ボードのメモリからバッファメモリへ転送する際に間引きを行う。一方、XMSではストリング転送であるので、転送と同時に間引きができない。そこでプログラム内部に一時バッファを設け、一旦画像ボードのメモリから一時バッファに間引きながら転送し、そのあと一時バッファとバッファメモリの間でストリング転送を行うようにした。

画像データの間引きと転送ルーチンは処理に時間がかかる。本システムのプログラムはほとんどC言語で記述したが、この部分はアセンブラで記述し、高速化を計った。

4.5 ユーザインターフェース

一般の人でも操作し易いように、グラフィックを使いメニュー形式で選択するようにする。ほとんどの操作は数字キーでメニュー項目を選択し、矢印キーで値の変更ができる。

パソコン画面の例を図4に示す。図4(a)はメニュー画面で、ここでは操作の項目を数字キーで選択する。またメニュー画面には、取り込む画像のパラメータも同時に表示されている。同図(b)はメニューで”2:範囲設定”を選択したときの例である。ここでは画像の左上の位置およびサイズ(画素単位)を設定する。矢印および数字キーで値を増減し、リターンキーで決定する。このとき同時にTVモニタに指定した範囲が枠で示されており、TVモニタを見ながら設定できる。ファイル名の入力等一部を除き、他の操作も同様に行える。

4.6 保存画像データのフォーマット

画像データを取り込みディスクに保存すると、*.PRMと*.IMGの2つのデータファイルが作成される。*.PRMは取り込んだ画像データのパラメータで、画面上の位置、サイズ、取り込み間隔、取り込み枚数がテキスト形式で保存される。*.IMGは画像データで、1画素のデータが1バイトのバイナリ形式で保存される。画像データは画面順に、また1画面では左上から右下の順に並んでいる。

4.7 環境設定ファイル

本システムは、できるだけ通常使用しているパソ

コンのシステム環境でそのまま使用できるように考慮した。すなわち、画像ボードのメモリアドレスやEMSまたはXMSの指定等、パソコンのシステム環境に合わせて設定できるようにした。さらに本システムは基本的にマイクロテクニカ社のMT98-MNという画像入出力ボード用に開発したが、同社の他のボード(MT-9801-FMM, MT98-CL)にも対応している。これは基本的な設計思想が同じであるため、ごく一部の変更で対応可能であったためである。

これらのシステム環境は、一度設定すると変更することは少ない。そこでこれらのパラメータはプログラム内部で設定/変更するのではなく、別にテキスト形式のファイルとして用意した。これを環境設定ファイルと呼ぶ。プログラム起動時にこれを読み込み、設定を行う。指定できる項目は、画像入出力ボードの種類、画像ボードのメモリアドレス、画像モードおよびバッファメモリ管理方法である。

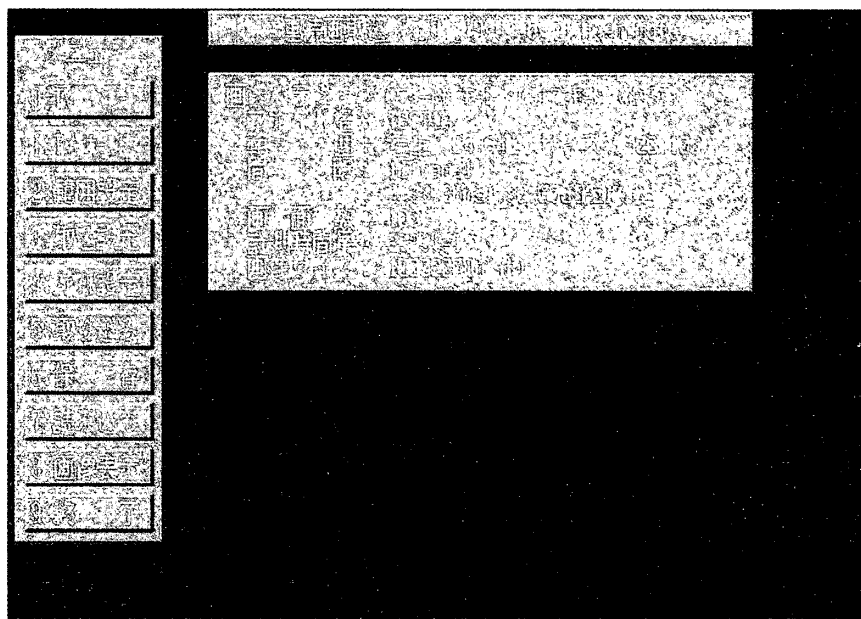
5. 検 討

5.1 取り込み速度

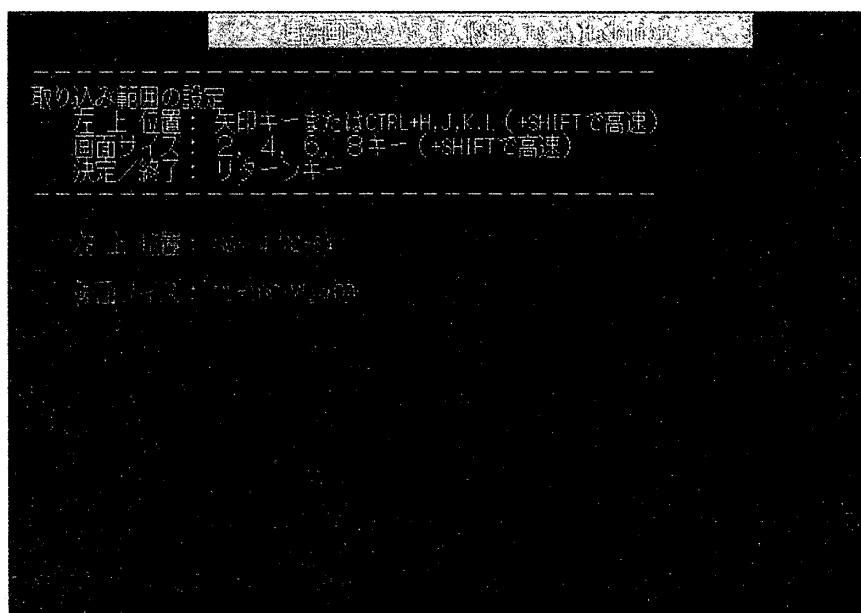
図5は、画面サイズと取り込み可能な最小時間間隔をプロットしたものである。取り込む画像は画面の中央位置で正方形とした。グラフの横軸はこの画像の1辺の画素数で、縦軸はそのサイズでの取り込み可能な最小時間間隔である。計測は、フィールドモード(図(a))およびフレームモード(図(b))で、それぞれバッファメモリとしてEMSを使用した場合とXMSを使用した場合で行った。

フレーム間隔が1/30秒であることから、理想的にはどの画面サイズでも最小取り込み間隔は、1/30秒となるはずであるが、実際は画面サイズが大きくなると取り込み可能な最小間隔は長くなる。これは画面サイズに比例して画像データ量が多くなり、画像ボードのメモリからバッファメモリへのデータ転送時間が長くなるためである。また、取り込み間隔は1/30秒の整数倍であることから、取り込み可能な間隔は1/30秒のつぎは2/30=1/15秒となるので、図のようにグラフの形状は階段状になる。

ここでEMSとXMSを比較して見ると、EMSの方が高速であることがわかる。これは、EMSでは画像ボードのメモリからバッファメモリへの転送は1回で行われるが、XMSでは間引き処理のために2回データ転送を行っているためである。フレー

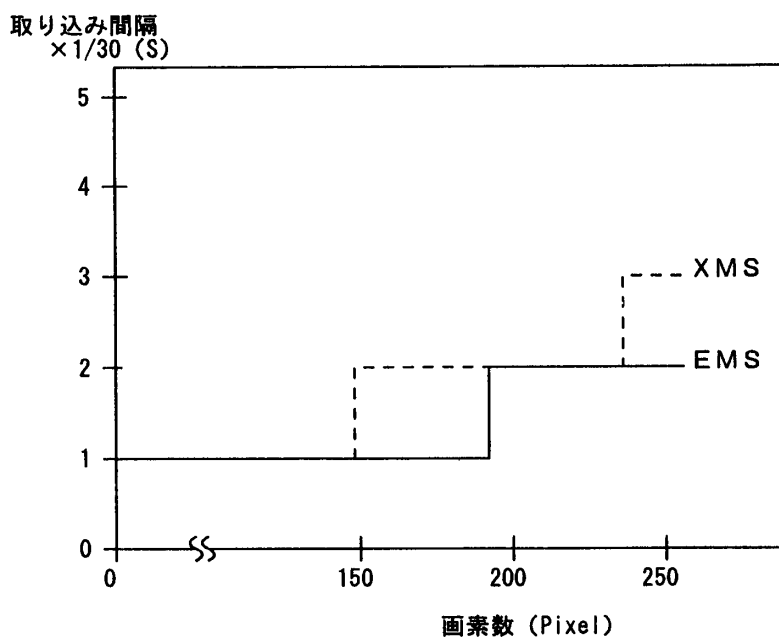


(a) メニュー画面

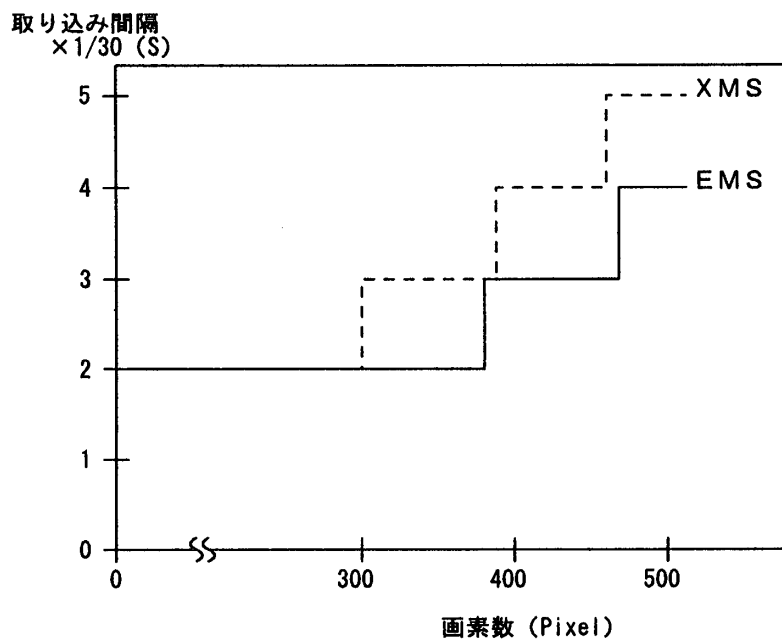


(b) 範囲設定画面

図4 パソコンの画面例



(a) フィールドモード



(b) フレームモード

図5 画面サイズと最小取り込み間隔

ムモードでは間引きは必要ないが、フィールドモードと同じルーチンで処理を行っているため、画面モードによらずXMSの方が遅くなっている。フレームモード時に1回のデータ転送で行うようにすることも可能であり、このようにすればEMSとほとんど差はなくなると考えられる。

次に、フィールドモード時の最小取り込み間隔は原理的には1/30秒であるが、2/30秒となっている。これは、画像ボードのハード的な仕様で、1フィールドの取り込みに次のフィールドの垂直同期信号までかかるためである。すなわちこの画面モードでは連続するフィールドの取り込みはできない。

なお、この計測はPC-9821Xs (CPU:i486DX2, 66MHz)で行った。取り込み速度は最新のマシンが速いとは限らない。たとえば、Pentium, 133MHzのマシンでは2割程度遅くなる。取り込み速度はCPU性能ではなく、主にメモリ間のデータ転送速度に依存する。高速なCPUでは、逆にメモリアクセスに多くのウェイトが入れられているためではないかと考えられる。

5.2 EMSとXMSの選択基準

バッファメモリとしてEMSまたはXMSが選択できるが、それぞれの特徴は以下になる。

速度の面では図5で示すように、XMSよりEMSが優れている。一方、管理できるメモリ容量についてみると、EMSでは最大32MBという制限があるが、XMSでは事実上無制限と考えられる。最近のパソコンは100MB以上のメモリも搭載できるようになり、さらに通常パソコンをWindowsで使用している場合は、一般にXMSが使われている。

これらのことを考慮すると、少しでも高速に取り込みたい場合はEMSを選択し、それ以外はXMSを選択すればよいと思われる。

6. むすび

画面サイズが大きい場合、リアルタイム(1/30秒間隔)で取り込めないという問題はあるが、ほぼ当初目的としたシステムが完成した。

システムの主な仕様を以下示す。

動画取り込みシステムの主な仕様

- ・パソコン：NEC社、PC98シリーズ
- ・OS：MS-DOS
(Ver. 5以降で動作確認)
- ・画像入出力ボード：MT98-MN/MT-9801-FMM
/MT98-CL

- ・取り込み画面モード：フィールド/フレーム
最大画面サイズ

フィールド時：256×256

フレーム時：512×512

- ・バッファメモリ：XMS/EMS

直接ディスクに保存することも可能

- ・画面の位置：最大画面サイズの範囲で任意

- ・画面のサイズ：最大画面サイズの範囲で任意

- ・取り込み間隔：1/30秒間隔で任意

ただし、最小間隔は画面サイズに依存する

また、フレーム時の最小間隔は1/15秒

- ・取り込み枚数：任意

ただしメモリ容量またはディスクの空き容量まで

最近、マイクロテクニカ社からDOS/V用の画像入出力ボードも販売されている。DOS/Vパソコンも普及していることから、今後DOS/V用のシステムも開発する予定である。

文 献

- 1) パソコンによる動画像処理, 三池, 古賀, 橋本, 百田, 野村, 森北出版(1993).
- 2) 画像処理産業応用総覧 上, 下巻, 江尻正員監修, フジテクノシステム(1994).
- 3) MT98-MN 取り扱い説明書, マイクロテクニカ.
- 4) トランジスタ技術SPECIAL No. 31 特集基礎からのビデオ信号処理技術, CQ出版(1992).
- 5) PC-9801プログラマーズBible, 東京理科大学EIC編, 技術評論社(1994).
- 6) 80386/80486プログラミングガイド, ロス P. ネルソン著, 富士ソフトウェア教育出版部訳, 富士ソフトウェア, (1992).

(平成8年9月24日受理)