

光ディスクファイルシステムの一構成方式とその実現†

高橋直也†† 伊藤敏†††

光ディスクファイルシステムとは文書を画像データとして光ディスクに記録し、これを検索し、表示することを基本機能とするシステムである。その構成方式には、従来から、画像データの扱いに重点を置く専用の方式と、パーソナルコンピュータのバスに光ディスク、スキャナ、イメージプロセッサなどを接続したパーソナルコンピュータを母体とする方式とがある。一般に、前者はシステムとしての柔軟性に欠けるが、専用システムとしての画像データの処理性能・機能が高く、後者はシステムとしての柔軟性がある代わりに、画像データの処理性能・機能は低くならざるを得ない。本論文ではパーソナルコンピュータを母体とする方式の長所を失うことなく、専用システムが持つ画像データの処理性能・機能を実現することができる新たな構成方式を提案する。この方式は一種の機能分散方式で、応用プログラムの処理手順を制御する機能と、画像データの処理機能とを切り離し、前者の機能には市販のパーソナルコンピュータの基本ユニットを用い、後者の機能を司る画像データ処理のユニットをその入出力機器の1つとして接続する。本方式によって、画像データ転送能力16Mバイト/秒の高速バス、容量24Mバイトの画像メモリ、64ビット幅のイメージプロセッサ、高精細CRTディスプレイなどの高性能・高機能の構成要素を制御し、しかもパーソナルコンピュータとの互換性とシステムの柔軟性を備えた光ディスクファイルシステムを実現することができた。

1. はじめに

光ディスクファイルシステムとは文書、図面などを画像データとして光ディスクに記録し、これを検索し、表示・印刷することを基本機能とするシステムである。システムが出現した1980年代の初めには文書のファイリングを目的とする事務用機器として注目を集めたが、現在ではネットワークやホストコンピュータと結んだ情報管理システムの構成要素としても使われるようになり、より幅広い分野で応用されつつある。

光ディスクファイルシステムの構成方式としては、従来から2つの方式が採用されている。1つは汎用または専用のマイクロプロセッサを中心に、光ディスク、イメージプロセッサなどを高速の画像データバスに接続した光ディスクファイルシステム専用の方式である(以下A方式と呼ぶ)。いま1つは、市販のパーソナルコンピュータのバスに光ディスク、スキャナ、イメージプロセッサなどを接続したパーソナルコンピュータを母体とする方式である(以下B方式と呼ぶ)。A方式は画像データの処理性能・機能は高いが、ハードウェア、基本ソフトウェアとも独自の仕様となる欠点があり、またB方式はシステムの柔軟性がある

代わりに画像データの処理性能・機能は低くなる。

筆者らは、光ディスクファイルシステムについて、B方式の長所であるパーソナルコンピュータとの互換性とシステムの柔軟性を失うことなく、A方式が持つ画像データの処理性能・機能を実現しうる新たな構成方式を提案した。これは一種の機能分散方式で、

- (1) 応用プログラムの処理手順を制御する機能と画像データ処理機能とを切り離し、後者を司る画像データ処理ユニット(以下IPUと呼ぶ)を設け、IPUで画像データの入出力、記録、読出しを行う。
- (2) 上記(1)の前者の機能には、市販のパーソナルコンピュータの基本ユニット(以下APUと呼ぶ)を使用し、IPUをその入出力機器の1つとして接続する。
- (3) IPUは、主マイクロプロセッサと光ディスク、スキャナ、レーザービームプリンタなどの周辺機器によって構成し、それぞれの周辺機器の制御は制御用マイクロプロセッサで行う。
- (4) 構成要素の高精細CRTディスプレイ、レーザービームプリンタは、APUからはパーソナルコンピュータのCRTディスプレイ、シリアルプリンタ互換機器として、またIPUからは高精細の画像ディスプレイ、画像プリンタとして使用できる。

という特徴を持っている。

本論文では、まず従来の構成方式の問題点と本方式での解決方針を述べる。次いで本方式の実現方法につ

† A Design and Implementation of Optical Disk File System by NAOYA TAKAHASHI (Systems Engineering Department 2, Odawara Works, Hitachi Ltd.) and SATOSHI ITO (Input/Output Equipment Engineering Department, Odawara Works, Hitachi Ltd.).

†† (株)日立製作所小田原工場システム第二設計部

††† (株)日立製作所小田原工場入出力機設計部

いてハードウェア、ソフトウェアの両面から述べるとともに、実現結果についての評価を示す。

2. 基本概念

2.1 従来構成方式の問題点

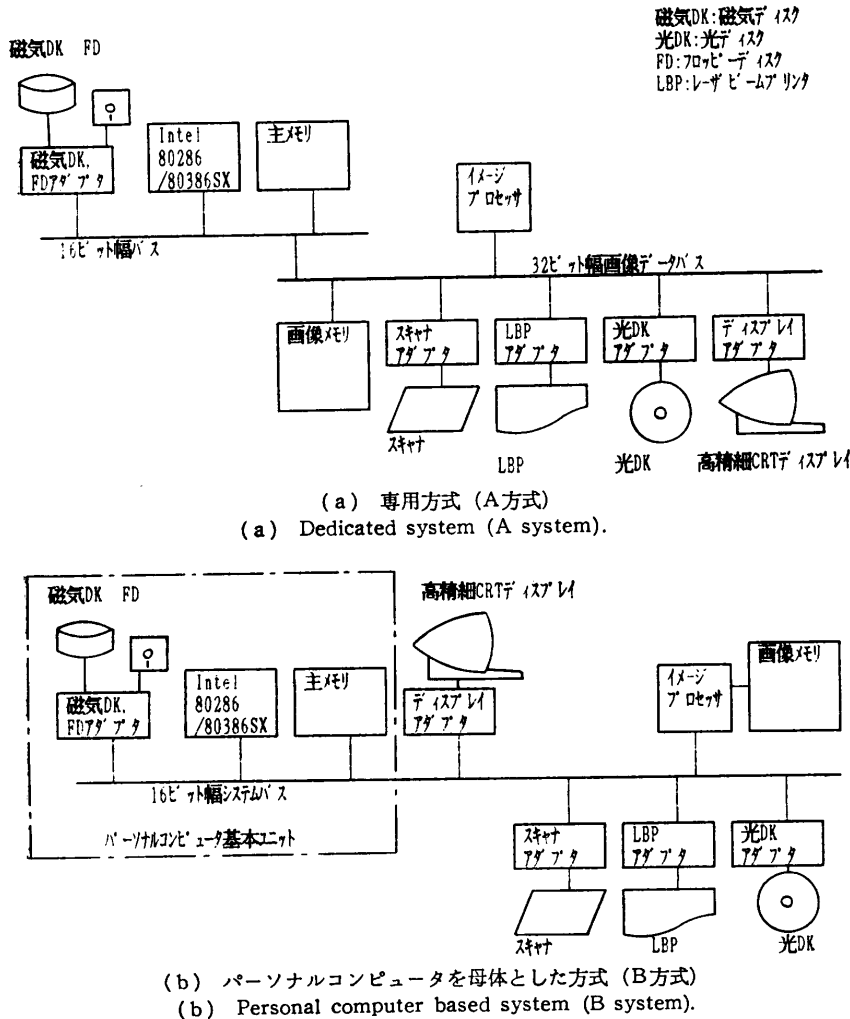
光ディスクファイルシステムはまだ一般にはなじみが薄いシステムと考えられるので、ここで簡単にデータの流れと構成要素を説明する。まず記録時には、文書などをスキャナで光学的に走査し、得られた画像データをイメージプロセッサで圧縮して、光ディスクに書き込む。画像データ量は走査する用紙の大きさと走査線密度で決まり、A4サイズ(297mm×210mm)の用紙を走査線密度200dpi(dot per inch)で走査すると約0.5Mバイト/ページ、400dpiで走査すると約2Mバイト/ページとなる。またA1サイズ(594

mm×840mm)まで許すならば400dpiで走査して約16Mバイト/ページの画像データ量となる。画像データの圧縮にはCCITT勧告のMMR方式¹⁾を用いるのが一般的で、圧縮率は1/15程度であり、例えば上記A4サイズの用紙を200dpiで走査して得た画像データは約33Kバイト/ページの圧縮画像データとなる。検索時は光ディスクから読み出した圧縮画像データを復元し、CRTディスプレイでの表示、レーザビームプリンタでの印刷を行う。CRTディスプレイ、レーザビームプリンタは、それぞれ200dpi、200/400dpiの高精細のもので、画像データ線密度との整合をとることが多い。

図1に従来のA方式とB方式の構成例を示す。A方式はわが国で多く採用され^{2),3)}、またB方式は米国でよく用いられている^{4),5)}。

A方式では、ハードウェアと基本ソフトウェアが独自の仕様であるため、システムの機能拡張に際して第三者が開発したハードウェア、ソフトウェアを利用したり、アプリケーションの開発に第三者の支援を得ることが難しい。したがって、機能の拡張はすべて光ディスクファイルシステムとしての独自の開発によることになり、市場・顧客の要求に対するシステムとしての対応力が不十分になりがちである。また光ディスクファイルシステム本来の機能のほかにパーソナルコンピュータと同様の多機能性を求めるユーザが増加する傾向への対処も難しい。

B方式では画像データの処理能力が問題となる。先に述べたとおり光ディスクファイルシステムではメガバイト単位の画像データを扱う。本方式の設計当時、パーソナルコンピュータのシステムバスの実効データ転送速度は500Kバイト/秒程度であり、例え



(a) 専用方式 (A方式)
(a) Dedicated system (A system).
(b) パーソナルコンピュータを母体とした方式 (B方式)
(b) Personal computer based system (B system).

図1 従来の方式における構成例
Fig. 1 Examples of existing system.
80386SX は米国 Intel 社の登録商標

磁気DK:磁気ディスク
光DK:光ディスク
FD:フロッピーディスク
LBP:レーザビームプリンタ

ば光ディスクから連続して画像データを読み出しながら0.5秒/ページ程度の速度で各ページを次々とディスプレイに表示する、といった光ディスクファイルシステムに対してユーザが一般的に望む性能を実現することが難しかった。またイメージプロセッサと画像メモリを同一のI/Oボードの上に持つ構成が多く、この場合、取り扱える画像データのサイズは現状はA3サイズ相当に限られており、製造図面の管理などA1サイズの大型用紙の扱いが必要な分野には適用できない。

2.2 本方式での解決方針

前節に述べた従来の構成方式の問題点解決のため、本方式では以下の方針を設定した。

- (1) 第三者の開発支援を受けやすくし、パーソナルコンピュータの発達とともに、光ディスクファイルシステムが発達することを可能とするために、APU に用いるパーソナルコンピュータの基本ユニットのハードウェアおよび基本システムプログラムなどのソフトウェアを変更せずにそのまま使用し、パーソナルコンピュータとの互換性を保つ。
- (2) 一方、光ディスクファイルシステムとして、A方式と同等以上の性能・機能を実現するために、画像データの処理は光ディスクファイルの管理を含めてIPU 内で行い、B方式のようにAPU には行わない。APU にはIPU へのアクセス法を設け、応用プログラムからのIPU の使用を可能とする。
- (3) 本来画像データ用の機器である高精細CRTディスプレイとレーザビームプリンタは、上記(2)を満足するため、IPU に接続するが、システムの操作性、大きさについての配慮から、これらをAPU とIPU とで

共用できるものとし、画像データ用とAPU 操作の2つのディスプレイ、2つのプリンタがシステムに必要となることを避ける。このため、高精細CRTディスプレイとレーザビームプリンタをAPU からは汎用のパーソナルコンピュータに接続するCRTディスプレイとシリアルプリンタにそれぞれ見えるようにする。

3. 実現方式

3.1 ハードウェア

3.1.1 構成

本方式によるハードウェア構成の実現例を図2に示す。APU として、国内モデルには日立パーソナルワークステーション2020シリーズ⁶⁾、輸出モデルにはIBM PC-AT^{*}、あるいはその互換機の基本ユニットをそれぞれ採用した。

APU とIPU との接続は、APU のI/O スロットに

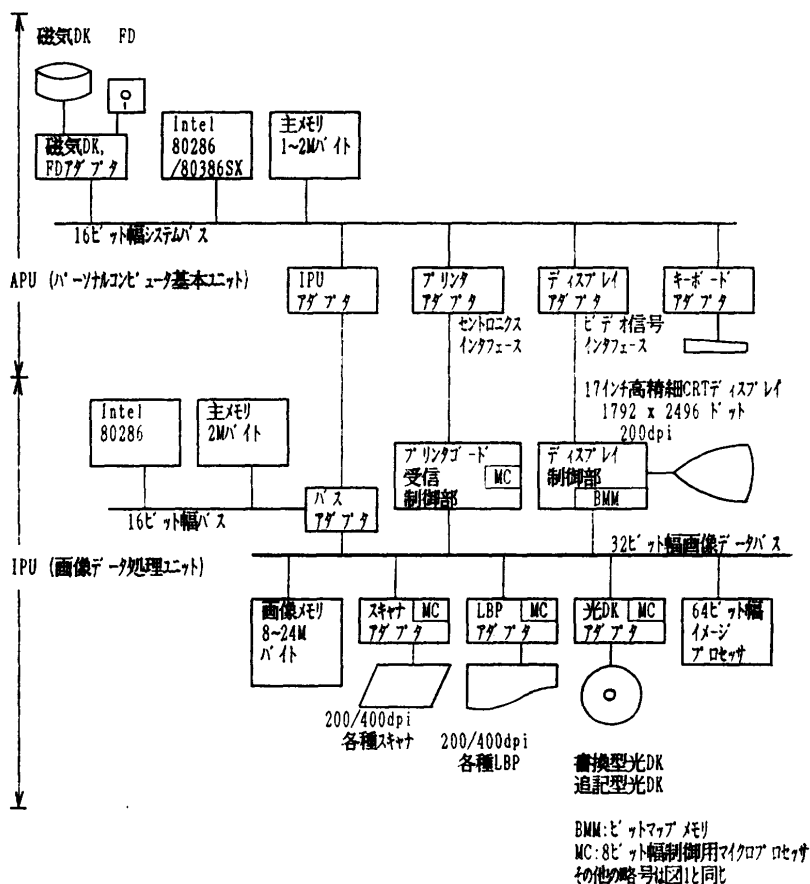


図2 ハードウェア構成
Fig. 2 Hardware organization.

* IBM PC-AT は米国 International Business Machine 社の登録商標

装着する IPU アダプタと、APU ディスプレイアダプタの非同期ビデオ信号インタフェース、および APU プリンタアダプタのセントロニクスインタフェースにより行う。APU に関しては、IPU アダプタを開発した以外は、基本ユニットをそのまま使用した。

APU と IPU との間の制御情報のやり取りは、APU と一般の入出力装置の場合と同じく、PIO 命令 (APU→IPU) および DMA (APU↔IPU), ならびに割り込み (IPU→APU) により、いずれも IPU アダプタを介して行う。

IPU は、主マイクロプロセッサ Intel 80286, 主メモリ、32 ビット幅画像データバス、カスタム LSI による 64 ビット幅イメージプロセッサ、主マイクロプロセッサからもデータメモリとして参照することができる最大実装容量 24 M バイトの大容量画像メモリ、および各周辺機器とその制御部を中心に構成した。さらに、APU からの非同期ビデオ信号、セントロニクスインタフェース信号を受け、3.3 節で述べる高精細 CRT ディスプレイ、レーザビームプリンタの APU との共用を実現する機構を備えた。高精細 CRT ディスプレイを除く各周辺機器の制御部には、8 ビット幅の制御用マイクロプロセッサを使用し、機能分散によって主マイクロプロセッサの負荷を下げ、各制御部の機能を高める方式をとった。

なお、画像データは通常 IPU 内で処理し、APU で扱う必要はないが、応用により APU, IPU 間での画像データ転送も行えるようにした。

3.1.2 イメージプロセッサの機能

IPU の 64 ビット幅イメージプロセッサには以下の機能を備えた。また、IPU の高精細 CRT ディスプレイへの画像データの表示においても、イメージプロセッサを使用する方式をとった。

(1) 機能

画像データの圧縮・復元のほか、画像データの処理機能として一般に求められる拡大・縮小、回転、反転、切り出し、合成、線引きの機能を持たせた。さらに、画像データを復元しながら、同時に拡大・縮小を行う複合処理の機能も備えた。

(2) 画像データ表示における使用

IPU の高精細 CRT ディスプレイに画像データを表示するためには、ディスプレイ制御部の画像データ表示ビットマップメモリに画像データを書き込む必要がある。そこで、

(a) 64 ビット幅イメージプロセッサの前述の複合

処理機能により、光ディスクから読出した圧縮画像データの復元と、画像データをディスプレイの表示領域の大きさに合わせる処理を同時に行う。

(b) 64 ビット幅イメージプロセッサは、処理した画像データを直接ビットマップメモリに書き込む。このため、ビットマップメモリについては、画像メモリと同じ論理空間で 64 ビット幅イメージプロセッサから扱えるようにする。

という方式をとった。この方式をとることで、復元した画像データをいったん画像メモリに書き込み、そして再度イメージプロセッサで処理した後、ビットマップメモリに書き込む、といった手順を不要とした。

3.1.3 画像データ処理性能

本方式では、使い勝手の面から、高精細 CRT ディスプレイでのページめくり速度のシステムとしての目標値を、ユーザがいらいらしない程度の 0.5 秒/ページに設定した。これを実現するハードウェアの画像データ処理性能として、走査線密度 200 dpi の A4 サイズの画像データ約 500 K バイトを MMR 方式で約 33 K バイトに 0.5 秒以下で圧縮し、またこれを復元することをめざした。

(1) 性能決定要素

ハードウェアの画像データ処理性能は、画像メモリの読出し、書き込み性能、画像データバスの性能、およびイメージプロセッサ自体の性能によって決まる。

画像メモリについては、メモリの幅を 64 ビット、サイクルタイムを 500 ナノ秒とし、書き込み・読出し性能を 16 M バイト/秒とした。また画像データバスについてはバス幅を 32 ビットとして 16 M バイト/秒の転送性能を得た。したがって、ハードウェアとしての画像データの処理性能は、画像メモリおよび画像データバスの性能がネックとはならず、イメージプロセッサの性能によって決まることになり、上記目標値の達成には、その画像データ圧縮・復元の性能として 1 M バイト/秒以上が必要となる。

(2) 実現性能

図 3 にイメージプロセッサの構成を示す。画像データの入力部、および出力部はそれぞれ 64 ビット幅のデータレジスタと並列・直列、直列・並列変換レジスタからなり、並列・直列変換レジスタの画像データを 1 ビットずつ処理して直列・並列変換レジスタに出力する間に、出力データレジスタにある処理済みの画像データを画像メモリへ書き込み、次の画像データを画像メモリから入力データレジスタへ読み出す方式とし

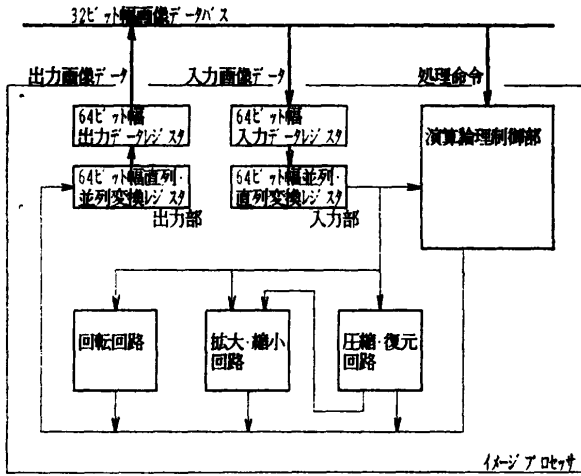


図 3 イメージプロセッサ構成
Fig. 3 Image processor organization.

た. また演算論理制御部には画像データの入出力, 画像データの処理を並列に制御するため, 長さ48ビットのマイクロ命令語による水平型マイクロプログラム制御方式を採用した. 結果として, MMR方式の場合で約1.3Mバイト/秒の圧縮, 復元性能を実現し, A4サイズで走査線密度200dpiの画像データを約0.4秒/ページで圧縮および復元するハードウェア性能を得た. また, 画像データの回転, 反転, 拡大, 縮小については約0.8Mバイト/秒のハードウェア性能を実現した.

3.2 ソフトウェア
3.2.1 機能と構成

本方式によるソフトウェア構成の実現例を図4に示す. APU内のAPUプログラムとIPU内のIPUプログラムで構成し, IPUプログラムはAPUプログラムの指示に従ってIPUを制御する. 以下, それぞれの機能と構成について述べる.

(1) 機能の分散

APUプログラムは用途に応じた処理機能とマンマシンインタフェースの実現を司る. 一方, IPUプログラムは, IPUをインテリジェント画像データ処理機構としてAPUプログラムに見せる. すなわち, APUの指示により, (a)スキャナからの画像デー

タの画像メモリへの読み込み, (b)イメージプロセッサによる圧縮・復元, (c)光ディスクによる記録・検索・読出し, (d)高精細CRTディスプレイでの表示, (e)レーザビームプリンタでの印刷, などを行う. さらに, 文書画像データファイルの管理を行い, ファイル割当, オープン/クローズ, 記録, 論理/キーワード検索, 読出し, ファイル保守, 機密保護の機能をAPUに提供する.

(2) APUプログラムの構成

基本システムプログラムとして, 国内モデルには2020用OSでMS-DOS*を包含するHI-MOS (Hitachi-Multiple Operating System)を, 輸出モデルにはMS-DOSを, 変更することなく, そのまま使用した.

APUからのIPUの制御は, 3.1.1項で述べたように, 一般の入出力装置と同様に, PIO命令, DMA, および割り込みにより行う. しかし, 第三者による応用プログラムの開発を可能にするため, IPUへのより高いレベルのアクセス法を用意し, 表1に示すよう

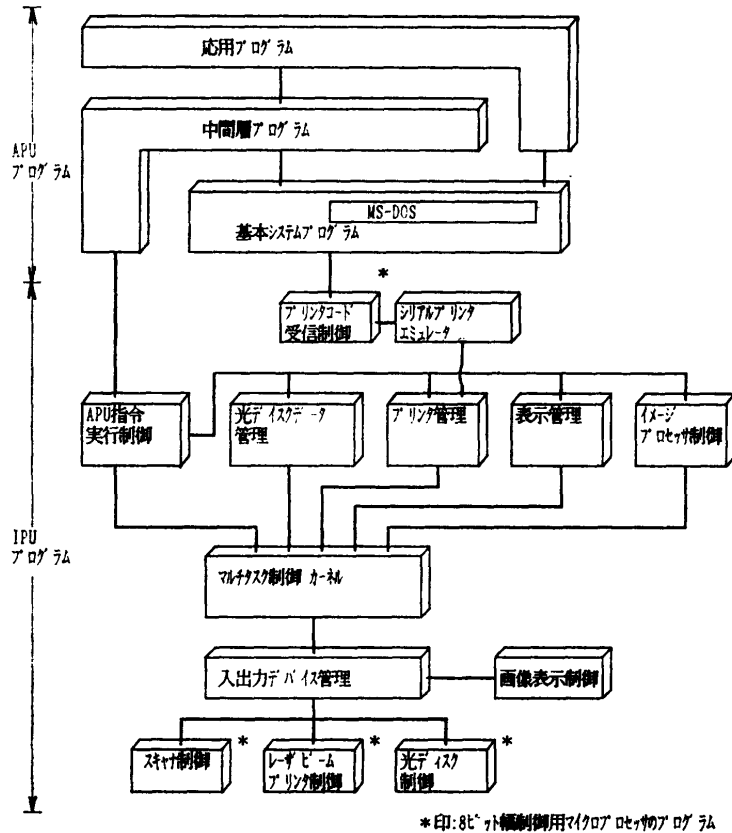


図 4 ソフトウェア構成
Fig. 4 Software organization.

* MS-DOS は米国 Microsoft 社の登録商標

表 1 中間層プログラム API の例
Table 1 Examples of middle layer program APIs.

分 類	API 名称と機能
画像データ入力	ScanIn スキャナから画像データを画像メモリに入力する
光ディスクファイル参照	FOpen 光ディスクファイルをオープンする
	FClose 光ディスクファイルをクローズする
	DNCreate 文書名を新規に記録する
	ICreate 文書に画像データをページとして記録する
	DLLogic 論理検索により文書を検索する
	FKLogic フリーキーワード検索により文書を検索する
	IRead 指定ページの画像データを画像メモリに読み出す
	DCopy 文書間で画像データを複写する
画像データ表示	DefIWd 画像データ表示ウィンドを設定する
	IDsply 画像メモリの画像データを画像ウィンドに表示する
	HiDsply 連続して光ディスクから画像データを読み出して表示する
画像データ印刷	DPrint 指定文書の画像データを光ディスクから読み出して印刷する
	IPrint 指定ページの画像データを光ディスクから読み出して印刷する
画像データ加工	IEditc 画像メモリの画像データを加工する

な形で、API (Application Programming Interface) として、応用プログラムに IPU を見せることにした。それを実現するため、応用プログラムと基本システムプログラムとの間に、中間層のプログラム（以下中間層プログラムと呼ぶ）を設けた。

応用プログラムは、基本システムプログラムと中間層プログラムが提供する API を使用して、マンマシンインタフェースと処理手順を制御する。

(3) IPU プログラムの構成

IPU プログラムはマルチタスク制御カーネルを中心として、光ディスクデータ管理、表示管理、プリンタ管理、入出力デバイス管理、IPU の周辺機器を制御する周辺機器制御プログラムなどで構成する。また、3.3 節で述べるシリアルプリンタエミュレータも IPU プログラムに属する。

なお、周辺機器制御プログラムは IPU 各周辺機器の制御部にある 8 ビット幅制御用マイクロプロセッサ上で走行し、直接ハードウェアを制御する。すなわち、入出力デバイス管理と論理的に SCSI (Small Computer Standard Interface) の CDB (Command Descriptor Block)⁷⁾ に準じたフォーマットでインタフェースをとり、入出力コマンドに従って周辺機器を制御する。周辺機器に関するハードウェアの追加・変更の影響はこのプログラムで吸収し、影響を局所化している。

3.2.2 高速化のための技法

IPU での処理を高速化するため、IPU プログラム

では以下の工夫を行った。

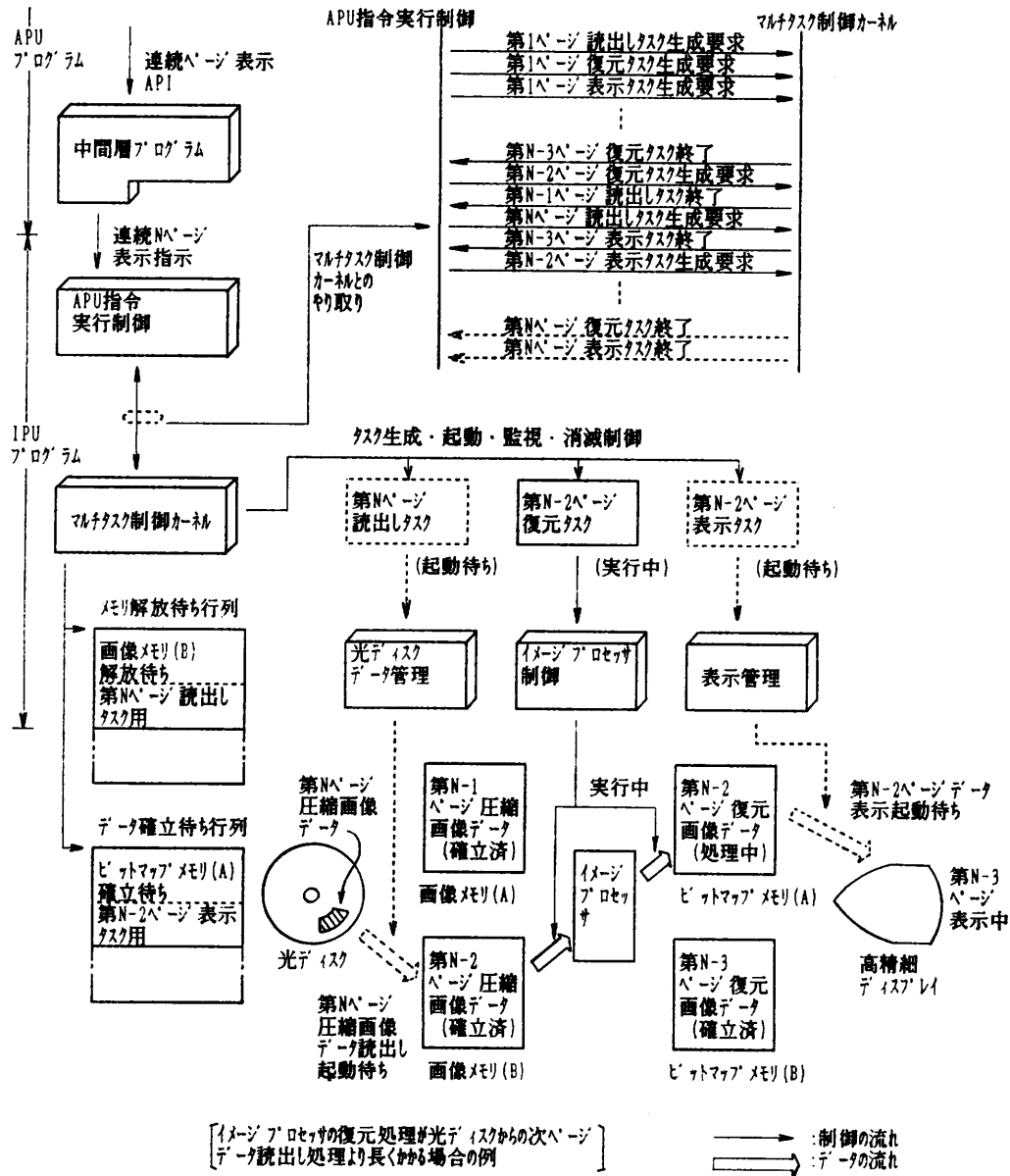
(1) マルチタスク・並行処理

マルチタスク制御カーネルのもとで、画像データの入出力、記録、検索、表示および 64 ビット幅イメージプロセッサによる処理を行い、並行制御による高速化を可能とした。特に、並行制御のため、複数のタスク間の同期をとりながら処理を行う（以下、並列同期制御と呼ぶ）機能を、マルチタスク制御カーネルに備えた。

(a) 並列同期制御の用途

例えば、光ディスクに記録されている画像データを高精細 CRT ディスプレイに表示する場合、1 ページの処理に画像データの光ディスクからの読出しタスク、イメージプロセッサによる復元・画像データ表示ビットマップメモリへの書き込みタスク、および表示制御タスクが IPU で走る。1 ページごとにオペレータの介入待ちを行う場合は、逐次的に各タスクを処理し、各タスクの終了ごとに APU と交信して、APU プログラムで処理の同期をとることができる。

一方、光ディスクから画像データを連続して読み出し、高精細 CRT ディスプレイに次々とページを表示する場合には、各タスクを並行して走らせ、あるページの復元中に次のページの画像データを光ディスクから読出す、といった並行処理が必要となる。この場合、タスク間の処理の同期を APU プログラムでとる方式では、各タスクの終了ごとに APU と交信するため、オーバーヘッドが大きくなる。



[イメージプロセッサの復元処理が光ディスクからの次ページデータ読出し処理より長くかかる場合の例] 制御の流れ (solid arrow), データの流れ (dashed arrow)

図5 連続ページ表示における並列同期制御
Fig. 5 Parallel synchronized control in page browsing.

そこで、APU からあらかじめ指示された終了条件に達するまで、IPU で各タスク間の同期をとりながら処理する方式として、並列同期制御を行うこととした。

(b) 同期制御方式

この並列同期制御では、図5に示すように、ビットマップメモリを含む所定の画像メモリへのデータの確立、または画像メモリの解放に同期した新たなタスクを起動する。すなわち、マルチタスク制御カーネルは、(ア)実行中のタスクの出力が所定の画像メモリに

確立する、または(イ)実行中のタスクが使用している所定の画像メモリが解放される、ことを待って、画像メモリに確立したデータ、または解放された画像メモリを使用する別のタスクを起動する。並列同期制御は、指定されたページ数分の処理の終了、周辺機器でのエラーの発生、APU からの中断指示により、処理を終了する。

(c) 効果

並列同期制御により、IPU のハードウェア性能を生かし、連続してページをめくる速度としての本シス

テムの目標値である約0.5秒/ページを満たした。

また、画像データのスキャナでの走査、イメージプロセッサによる圧縮、光ディスクへの書き込みといった記録時の処理や、画像データの光ディスクからの読出し、印刷時にも並列同期制御を使用した。

(2) 画像データファイル形式

画像データファイルの形式として、文書を単位とする検索に適した形式を採用し、文書の検索の高速化を計った。

(a) 本システムのファイル形式

画像データを記録する光ディスクファイル形式としては、各ページの検索情報を順編成に記録するディレクトリ部と、ページの画像データを記録するデータ部からなる Partitioned Sequential 形式が従来から使用されている⁹⁾。一方、光ディスクファイルシステムでは文書を単位とする検索が一般的であることから、図6に示すように文書名とページのディレクトリ部をそ

れぞれ持つ形式を新たに採用した。

(b) 効果

この文書ディレクトリ部を持つことで、検索時に読出すディレクトリ部の大きさは、記録されているページ数ではなく、文書数に比例することになり、例えば平均5ページ/文書のファイルの検索時にはページのディレクトリ部だけを持つ方式の約5倍の性能を得ることができた。

3.3 ディスプレイとプリンタ

さきに2.2節で目標(3)として掲げたIPUの入出力機器のAPUでの共用を、高精細CRTディスプレイについてはハードウェアで、レーザビームプリンタについてはソフトウェアで、それぞれ以下に示すごとく実現した。

(1) 高精細CRTディスプレイ

高精細CRTディスプレイをパーソナルコンピュータに接続する際には、通常のCRTディスプレイを

エミュレーションする機能を高精細CRTディスプレイアダプタに持たせるのが普通である⁹⁾。しかし表示性能を重視するソフトウェアでは、入出力装置へのアクセスインタフェースとしてパーソナルコンピュータが用意しているBIOS(Basic Input/Output System)を使用せず、直接ディスプレイアダプタを制御するので、この方式を使用することができない。

そこで筆者らはAPUのディスプレイアダプタは通常のものをもそのまま使用し、APUディスプレイアダプタから出力される非同期ビデオ信号をIPUでデジタル化して高精細CRTディスプレイに表示する方式をとった。

図7にIPUのディスプレイ制御部の構成を示す。ディスプレイ制御部には、APUスクリーン表示機能とIPU画像データ表示機能とがあり、応用プログラムの選択で、それぞれ単独に、または合成して表示できるようにした。

APUスクリーン表示を行うには、まずAPUディスプレイアダプ

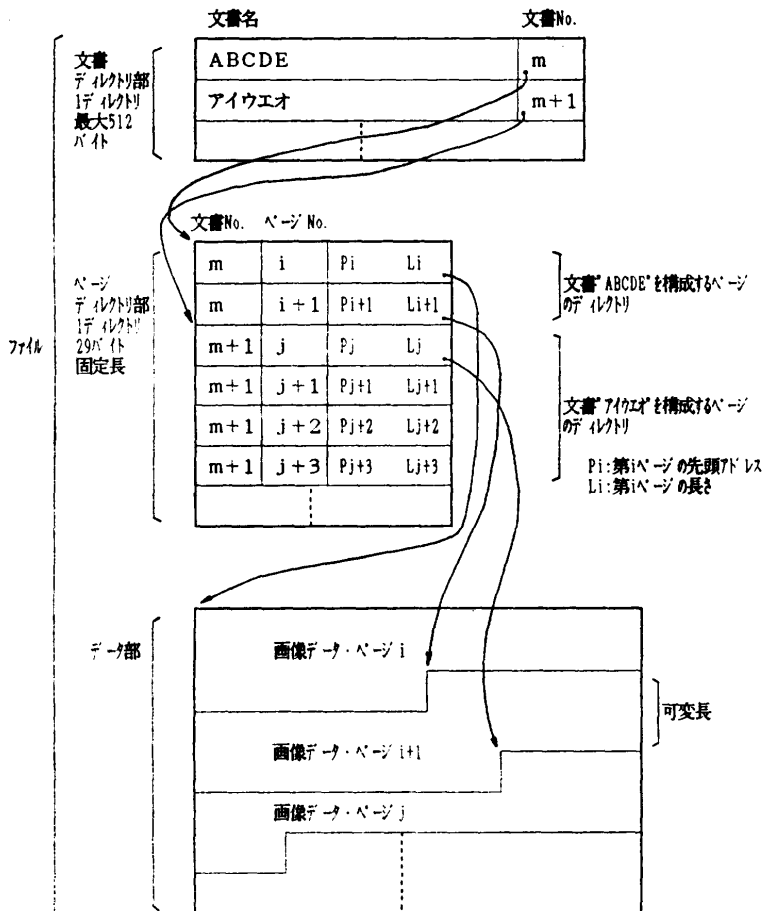


図6 画像データファイル形式
Fig. 6 Image data file format.

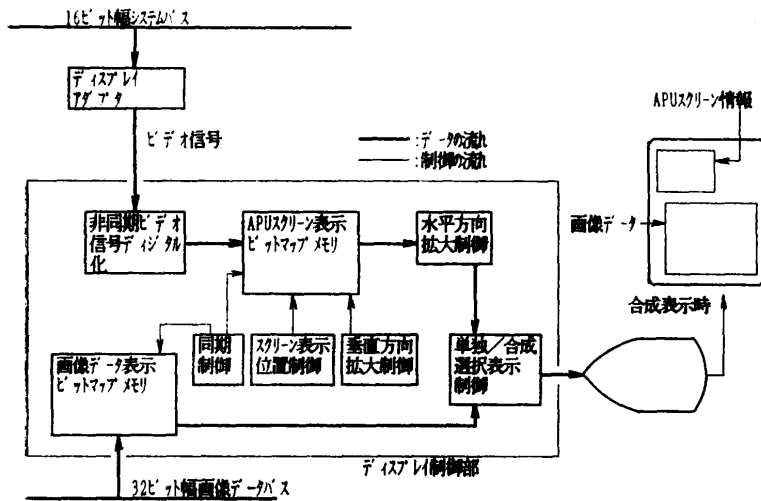


図 7 IPU のディスプレイ制御部構成
 Fig. 7 Details of IPU display control unit.

タから出力される非同期ビデオ信号をデジタル化する。これを APU スクリーン表示ビットマップメモリに書き込むのであるが、APU スクリーンを高精細 CRT ディスプレイに表示するサイズと表示する位置はあらかじめアプリケーションで選択できるようにしてあり、ビットマップメモリへは選択された倍率で拡大したものを書き込む。

ビットマップメモリから読み出した APU スクリーン情報は、画像データ表示ビットマップメモリからの画像情報と合成して、高精細 CRT ディスプレイに表示する。

(2) プリンタ

APU は定められたプリンタコードを送信してプリンタを制御する。このため IPU のレーザービームプリンタ制御機能には、APU からのプリンタコードを解釈・実行するシリアルプリンタエミュレータ機能と IPU の画像データ印刷機能の2つを設け、APU と IPU による共用を可能とした。

図 8 にシリアルプリンタエミュレーションの処理の流れを示す。APU の基本システムプログラムから出力されるプリンタコードを IPU のプリンタコード受信制御で受信する。プリンタコード受信制御は受信

したコードを解析して1行分をバッファリングし、シリアルプリンタエミュレータ主制御にバッファリング完了を報告する。シリアルプリンタエミュレータ主制御は書式・フォント展開制御に指示して、バッファ内コードの書式制御コード処理、文字フォント展開を行わせ、結果をページバッファに出力させる。

このようにして1ページ分を処理終了し、改ページ状態となった時点でプリンタ管理にページバッファを引き渡し、印刷を指示する。シリアルプリンタエミュレータ主制御はプリンタ管理からレーザービームプリンタでのページバッファ内容印刷終了

報告を受けると、プリンタコード受信制御に指示して次ページ情報の受信が可能であることを基本システムプログラムに対して報告させ、次ページの処理に入る。

4. 従来方式との比較

表 2 に従来の A 方式および B 方式と本方式の比較を示し、その主な内容について以下に述べる。なお、

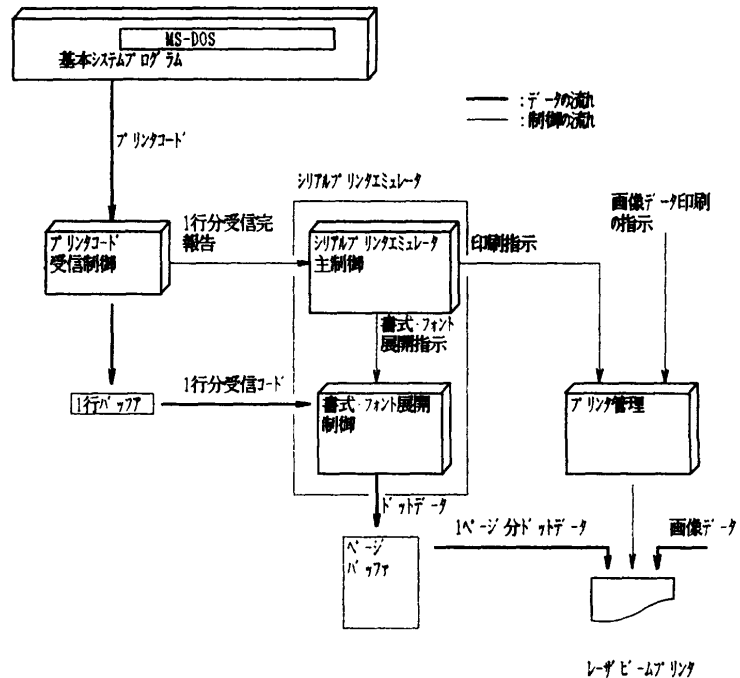


図 8 シリアルプリンタエミュレーション処理の流れ
 Fig. 8 Data and control flow of serial printer emulation.

表 2 各方式の比較
Table 2 Comparison of organizations.

項 目	A方式 (図1(a)のシステム構成時)	B方式 (図1(b)のシステム構成で, MS-DOS 使用時)	本論文の方式 (図2のシステム構成時)	
画像データ処理性能・機能	方式上の傾向 ・画像データベース性能, 画像メモリ容量などを画像データ処理向きの構成とすることができる	・パーソナルコンピュータのシステムバス性能, イメージプロセッサボードに実装可能な画像メモリ容量による制約を受ける	・A方式と同様	
文書検索/表示速度	・約9秒* (各方式とも図5のファイル形式を用いたとして, 1万文書の中から検索条件に該当する文書を検索し) そのリストを表示するまでの時間)	・約11秒*	・約9秒	
連続ページめくり速度	・0.5秒/ページの実現は可能と推定 (画像データはA4サイズ, 走査線密度は200dpiとする)	・約2秒/ページ*	・0.5秒/ページ	
画像データ回転/拡大表示速度	・約1秒* (画像データはA4サイズ, 走査線密度は200dpiとする)	・約2.5秒*	・約1秒	
記録可能な用紙サイズ	・一般にA1サイズまで処理可能な画像メモリの実装可能	・イメージプロセッサと画像メモリを同一のI/Oボードに持つ場合, 現状はA3サイズ相当に限られる	・A方式と同様	
システムとしての柔軟性	・乏しい	・パーソナルコンピュータの備える種々のソフトウェアを利用してシステムの構築を行うことができる ・パーソナルコンピュータのネットワーク, ホスト接続機器, 各種周辺機器を利用してシステムの拡張ができる	・B方式と同様	
第三者による開発	・独自仕様のハードウェア ・基本ソフトウェアインタフェースを公開しても, 第三者の応用プログラム開発支援を得ることが難しい	・技術的にはパーソナルコンピュータと同等で, 第三者の開発支援を受けやすい	・B方式と同様	
メーカ側ソフトウェア開発	・1つのプロセッサで制御するため, 機能増加につれてプログラム構造が複雑化し, 拡張, 保守が難しくなる	・A方式と同様	・プロセッサで分離した機能階層をとり, 機能間はハードウェアインタフェースを介して交信するため, 拡張, 保守を各機能階層で独立して行える	
ハードウェアのコスト	傾 向	・構成要素の数はB方式とはほぼ同様であるが, 独自仕様のため割高となりやすい	・最もコストを抑えやすい	・IPUでの高LSI化や高密度実装の適用により, A方式と同程度に抑えることができる
	推定ハードウェアコスト比	・0.9~1 (A3相当サイズを取り扱い, 高精細ディスプレイを接続した1990年10月現在販売中の代表的機種で) 各方式を比較	・0.8~0.9	・1

* 印の速度は筆者らのA方式およびB方式プロトタイプにおける測定データにもとづく推定値

・各方式のイメージプロセッサ, 周辺機器の性能は等しいとする。

各方式のシステム構成は前述の図1および図2によるものとし, それぞれの周辺機器, イメージプロセッサの性能は等しいものとする。

(1) 性 能

文書検索/表示速度におけるB方式と本方式およびA方式との差は, 検索のため光ディスクの文書ディレクトリ部のデータ約1Mバイトを読出す際, B方式ではこれを主メモリに読み出すため, DMAによる主

メモリのサイクルスレーリングの影響を主プロセッサが受けることで生じる。

画像データの表示速度の差は, 本方式およびA方式が持つ画像データベースのデータ転送速度によるものである。連続ページめくり速度では本方式の並列同期制御が効果をあげたが, A方式で同様の制御を行うならば, A方式でも同等の性能を実現できるものと考えられる。

B方式では、現在 DMA 性能が 8M バイト/秒前後の 32ビット幅バスのパーソナルコンピュータを使用できるようになった。しかし、光ディスクファイルシステムでは、今後より高い走査線密度での処理、A0 サイズ画像データやカラー画像データの処理、といったさらに大容量の画像データの処理が求められる。また、マルチジョブおよびその高速化のための複数のイメージプロセッサの使用や、SCSI-2 による 10M バイト/秒を超えるデータ転送能力を持つ周辺機器の接続が必要となる⁷⁾。これらの実現に際し、バスの転送能力、画像メモリ容量などを独自に向上できる本方式およびA方式に比べ、B方式はパーソナルコンピュータ本来の汎用のバスの性能に頼っているため、画像データ転送速度などに制約を受ける。

(2) システムの柔軟性

本方式では、B方式と同様に、パーソナルコンピュータの持つソフトウェアや各種周辺機器を利用することにより、例えばネットワークシステムやホスト接続システムなどの構成が採れるといった、システムとしての柔軟性を実現することができた。また、第三者による応用プログラムの開発を可能とした。

(3) ハードウェアコスト

本方式は、A方式およびB方式に比べ、構成要素はやや多くなるが、現在販売されているそれぞれの方式によるシステムのハードウェアコストを推定比較した場合、すでに本方式はA方式と同等であり、今後B方式とも同程度になると予想できる。これは、LSI、高密度実装といったハードウェア技術の進歩により、論理回路の量の多少の差はコストに影響しなくなっていることのほか、いずれの方式でも、同様の周辺機器を使用し、このコストのハードウェアコストに占める割合が多いことにもよる^{10),11)}。

5. 今後の方向

機能分散制御は技術の流れであり、ハードウェアの進歩によりコストの上昇も抑えられるようになった。機能分散による本方式の光ディスクファイルシステムでは、今後 MS-OS/2* などの高機能 OS を用いた APU の使用、IPU のイメージプロセッサ、画像データバス、主プロセッサなどの一層の性能向上、また書換型光ディスクを画像データファイルとしてだけでなく、APU から汎用ファイルとして使用可能とすることなどが考えられる。

6. おわりに

本論文では光ディスクファイルシステムの構成方式として新たに機能分散による1つの方式を示し、従来の構成方式と比較して汎用のパーソナルコンピュータとの互換性と、システムの柔軟性を保ちながら、光ディスクファイルシステムに必要な高機能・高性能を実現できる、という特長を述べた。

実現方式をハードウェア、ソフトウェアの両面から述べ、また光ディスクファイルシステムとして必要な高精細 CRT ディスプレイとレーザビームプリンタをパーソナルコンピュータの基本ユニットから従来のディスプレイとプリンタとして共有する方式を示した。

本論文の構成方式は日立光ディスクファイルシステム Hitfile 650 シリーズに採用し、1987年より出荷している。

参 考 文 献

- 1) CCITT RED-BOOK テレマティック業務のための端末装置とプロトコル (Tシリーズ勧告), pp. 44-53, 財団法人日本 ITU 協会 (1985).
- 2) 森 秀司: イメージ処理向きワークステーション, 光ディスクファイルシステム "HITFILE 60", 日立評論, Vol. 67, No. 3, pp. 217-220 (1985).
- 3) 光ディスク・ファイル, 情報システムとの統合型へ, pp. 149-155, 日経コミュニケーション (Nov. 6 1989).
- 4) Hough, D.: The Paperless Office, *BYTE*, pp. 241-245 (July 1989).
- 5) Johnston Fisher, M.: The Open Architecture Commandment, *INFORM*, Vol. 4, No. 2, pp. 33-37 (1990).
- 6) 日立パーソナルワークステーション 2020 システム概説, 2020-1-002, 日立製作所 (1987).
- 7) Draft Proposed American National Standard for Information Systems—SMALL COMPUTER SYSTEM INTERFACE-2(SCSI-2), X3 T 9.2/86-109 REVISION 10 X3 T 9/89-042, Global Engineering Documents (June 23 1989).
- 8) 中川裕志, 柴宮 実: 原文書データベースにおける光ディスクの利用, 情報処理学会論文誌, Vol. 25, No. 1, pp. 92-100 (1984).
- 9) Cornerstone Video Controller Programmer's Reference Manual, 0010182-101 A, Cornerstone Technology, Inc. (Apr. 1989).
- 10) 光ディスク・ファイル・システムの現状, 日経データプロ・OA (Nov. 1990).
- 11) Datapro Reports on Document Imaging Systems, Datapro, McGraw-Hill, Inc. (Feb. 1990).

(平成3年1月8日受付)

(平成3年7月8日採録)

* MS-OS/2 は米国 Microsoft 社の登録商標

**高橋 直也 (正会員)**

1948年生。1971年慶応義塾大学工学部電気工学科卒業。1973年同大学院修士課程修了。同年(株)日立製作所入社。以来、OCR システム、光ディスクファイルシステムなどの開発に従事。この間、1979~80年スタンフォード大学コンピュータシステムズ研究所訪問研究員。現在、同社小田原工場システム第二設計部主任技師。電子情報通信学会、ACM 各会員。

**伊藤 敏**

1948年生。1968年鶴岡工業高等専門学校電気工学科卒業。同年(株)日立製作所入社。以来、データエントリシステム、OCR システム、光ディスクファイルシステムなどの開発に従事。現在、同社小田原工場入出力機設計部主任技師。