

高速処理性に優れたネットワーク対応イメージデータ・ ファイリングシステム「KIND」*

川崎製鉄技報
24 (1992) 1, 8-12

High-Speed Image Data Filing System for Network Computing, "KIND"



市川 純一
Jun-ichi Ichikawa
新事業本部 システム・
エレクトロニクス事業
部開発部 主査(課長
補)



佐々木 吉哉
Yoshiya Sasaki
新事業本部 システム・
エレクトロニクス事業
部技術部

1 緒 言

近年、オフィスにおける生産性の向上が叫ばれ、パソコン、ワープロ、専用端末等の各種 OA 機器が導入されている。しかしこれらは、ほとんどが文字データか、または文字と図形データを扱うものである。またこれらの機器の多くはスタンドアロンで使われており、ネットワークに接続して使う場合も、ホスト・コンピュータの端末として使われる場合がほとんどである。

しかし今後は、図面や写真等のイメージ・データを扱う必要性がますます高まると考えられる。さらに、今後は、個々の機器を LAN (local area network) を中心とするネットワークで接続して、ネットワーク上でのオープン・アーキテクチャ環境での分散処理が主流になると思われる。

このような観点から LAN 上での分散処理により、2 値イメージ・データのファイリング処理を行う KIND (Kawatetsu integrated network for documents) システムを開発した。

このシステムは、当社製品のユニバース・コンピュータを中核として、文書の入力・印刷をするステーションである KDS (KIND document station)、文書のファイリングをするステーションである KFS (KIND file station)、文書の検索・編集をするステーションである KWS (KIND work station) を LAN 上に配し、文書ファイルをイメージ・データとして扱い、ネットワーク上での分散処理を行うものである。

本システムは、ネットワーク上での分散処理機能を有する点が特徴であり、したがっていかに速やかに大量のイメージ・データを処理することができるかがポイントとなる。本システムにおいて、イ

要旨

X 端末をベースにして、2 値イメージ・データの圧縮、伸張、間引き等のイメージ処理機能およびイメージ・データの入力・出力・ファイリング機能を追加した端末ステーションを LAN 上に配して、イメージ・データのファイリング処理を行う KIND (Kawatetsu Integrated Network for Documents) システムを開発した。著者らは、ネットワーク上での分散処理により電子ファイリングの基本機能を実現するプログラムを開発するとともに、MR 符号化した圧縮データを間引き表示するさいに、ライン同期符号を高速に検出することにより処理時間を大幅に減らせる方式を考案し、その有効性を実証した。

Synopsis:

A new image data filing system KIND (Kawatetsu Integrated Network for Documents) was developed by Kawasaki Steel. It consists of networked terminal stations which have enhanced functions such as compression, expansion and thinning of monochrome image data, and functions such as input, output and filing of image data, based on X-terminal. The authors have developed application software which realizes basic function of electric filing system using distributed processing. And the authors also have developed a method which effectively reduces time of decoding and thinning MR-coded image data using fast detection of End-Of-Line code.

メージ・データの圧縮、伸張、間引き等の処理は、汎用圧縮・伸張処理用 LSI および汎用グラフィックス処理用 LSI を用いている。しかし、そこで特に重要となる、圧縮イメージ・データを伸張・間引きして表示する処理について、高速化の方式を考案し、ソフトウェアによる処理を追加することによりこれを実現した。

本論文は、KIND システムの概要ならびに圧縮イメージ高速表示方式についてのアルゴリズムおよび性能評価を報告するものである。

2 KIND システムの概要

まず、KIND システムの概要について述べる。

2.1 ネットワークシステム

近年光ディスクを使用した電子ファイリングシステムが各社から商品化されているが、これらはスタンドアロンの計算機に光ディスクとスキャナ、プリンタ、高精細モノクロ CRT を接続して、その上に専用のアプリケーション・ソフトウェアを乗せてシステムにし

* 平成 3 年 11 月 27 日原稿受付

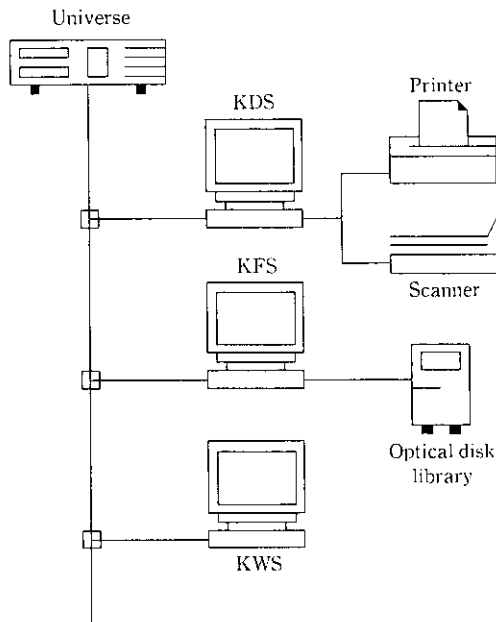


Fig. 1 System configuration

たものが主流である。最近になって、個々のシステム同士を LAN や WAN (wide area network) で接続して相互に画像ファイルをアクセスできるようにしたり、LAN に接続したパソコンやワークステーションから画像ファイルの検索ができるようにしたシステム等も商品化されてきているが、これに対して KIND システムは最初から、ユニバース・コンピュータを中核とした LAN (Ethernet 使用) 上に各機能を持った KIND ステーションを接続し、ネットワーク上での分散処理によるファイリングシステムを目指している。Fig. 1 に全体システムの構成を示す。

2.2 ユニバース・コンピュータ

ユニバース・コンピュータは、KIND システムにおいて、システム全体の管理と KIND ステーションからの要求に対して各種のサービスを行う。ユニバース・コンピュータの特徴を以下に挙げる。

- (1) UNIX におけるリアルタイム処理を実現した UNOS オペレーティングシステムを使用している。
- (2) VME バスを使用しているため拡張性に優れている。
- (3) Informix によるリレーショナル・データベース機能をサポートしている。
- (4) TCP/IP による通信機能を実現するためのソケットインターフェイスを備えているため、KIND ステーションとの間のデータ転送機能を容易に実現することができる。
- (5) Wnn (ウ念念) を使用した、日本語入力のためのかな漢字変換サーバとしての機能を持っている。

2.3 KIND ステーション

KIND ステーションは、朝高岳製作所製の X ウィンドウ・ターミナルである X-Mint (商品名) を基に改造・追加を行ったものである。基本的な構成は MC68030 を CPU とするディスクレスの端末であり、これに専用の機能を追加することによって、KWS、KDS および KFS のそれぞれのステーションが作られている。

2.3.1 基本機能

- (1) OS と X ウィンドウ用の X サーバ・プログラムは、ROM 化して持っており、その他のアプリケーション・プログラムは

ユニバース・コンピュータからダウンロードしてから実行する。

- (2) ビットマップ型の 1280×1024 ドットのモノクロ・ディスプレイを持っており、このディスプレイ上に X ウィンドウを表示して、X ウィンドウを使用したアプリケーションをローカルに実行することができる。
- (3) データ圧縮したイメージ・データを伸張して X ウィンドウと同じ画面に表示することができる。
- (4) KIND ステーション上で動作するアプリケーション・プログラムは、X ウィンドウの機能を利用したマルチウィンドウ表示による使いやすいメニュー方式のユーザ・インターフェースを実現している。

2.3.2 KWS の文書検索・編集機能

KWS は主に文書データの検索・編集を行うステーションであり、以下の特徴を持つ。

- (1) キーボードとマウスを持つ汎用タイプのものと、キーボードとマウスの代わりに表示面にタブレット機能を持つ入力装置を使用した専用タイプの 2 種類がある。
- (2) 専用タイプのものは、キーボードレスであり、液晶ディスプレイ上でペン操作を行うことにより、すべての操作を行うことができる。また文書のコメント欄への手書き文字によるコメントおよび署名等の入力を行うことができる。

2.3.3 KDS のイメージ入力とプリント機能

KDS は、文書のイメージ入力、プリントを主に行うステーションであり、以下の特徴を持つ。

- (1) イメージ・スキャナより B 4 判までの大きさの文書を 400 DPI (dots per inch) の分解能で 2 値デジタル化して入力することができる。この入力は 50 枚までの用紙をスタックすることにより自動的に行うことができる。
- (2) 入力したイメージ・データを MH (modified Huffman), MR¹⁾ (modified READ), または MMR (modified MR)²⁾ 方式によりデータ圧縮することができる。
- (3) 400 DPI のレーザ・プリンタにより B 4 判までのイメージ・データを印刷することができる。同時にコード・データとしての文字データの印刷を行うことができる。
- (4) 以上のような機能はすべてメニューの選択によって行うことができるため、使いやすいユーザ・インターフェースを実現している。

なお、現在は B 4 判まで対応しているが、A 3 判までは容易に対応可能である。

2.3.4 KFS のファイリング機能

KFS は 10 枚までの光ディスクを格納する当社製のジュークボックス型の光ディスク・ライブラリを使用したファイリング・ステーションであり、以下の特徴を持つ。

- (1) 当社製の 5.25 インチ 1.2 GB の追記型 ODD (optical disk drive) を使用し、ライブラリとして最大 12 GB、A 4 標準文書で 20 万枚程度収容することができる。また、1.2 GB 追記型 ODD を 600 MB の書換型に入れ替えることもオプションとして可能である。
- (2) キーワード・データをユニバースの磁気ディスクに持つことにより、高速な検索処理を実現している。
- (3) コントローラと光ディスク・ライブラリのみの構成が標準であるが、オプションで CRT とキーボード、マウスをつけることができる。

2.4 アプリケーション・プログラム

アプリケーション・プログラムは基本的にユニバース上で動作するプログラムと KIND ステーション上で動作するプログラムの二つがある。

2.4.1 ユニバース上で動作するプログラム

ユニバース上で動作するプログラムは、KIND ステーションからの要求に答えて次のような処理を行う。

- (1) Informix を使ったリレーショナル・データベースのアクセス機能を実現する。
- (2) プログラムやデータを KIND ステーションとの間で転送する。また、KIND ステーション間でのデータ転送を中継する。

2.4.2 KIND ステーション上で動作するプログラム

また、KIND ステーション上で動作するプログラムは次のような処理を行う。

- (1) 基本的には X ウィンドウの機能を使って表示したメニューを次々に選択することによって、各処理を行わせる。メニューの表示の仕方、選択の仕方を画面の種類によらず統一することにより、誰にでも使いやすいシステムとなるように配慮している。
- (2) イメージ・データの検索を容易にするために、文書ごとにキーワードの登録を可能にしている。キーワードは英数字換算で 64 文字までのものを最大 8 個まで登録可能である。検索時には、任意のキーワードを AND、OR 等の条件式で結んだものを、条件として検索することができる。
- (3) KWS においては、キーボードの代わりにペンによる入力機能付きの液晶ディスプレイを接続することによって、キーボード・レスのオペレーションを可能にしている。つまり CRT 画面に表示しているのと同じメニューを液晶画面にも表示し、ペンを使って選択したいメニュー項目を押すことによって、メニュー選択を行うことができるようにしている。ログイン画面等で文字を入力する必要がある場合は、アルファベットを表示しそれを選ぶようにしている。また CRT 画面上に表示した文書イメージの一部を液晶ディスプレイに割り付けて、手書きによる文字および図形の入力をできるようにしている。

3 圧縮イメージ高速表示方式

KIND システムは、ネットワーク上での分散処理機能を有する点の特徴であり、したがっていかに速やかに大量のイメージ・データを処理することができるかがポイントとなる。本システムにおいて、イメージ・データの圧縮、伸張、間引き等の処理は、汎用圧縮・伸張処理用 LSI および汎用グラフィックス処理用 LSI を用いているが、汎用製品のため特定の使い方をした時には必ずしも思ったような性能を出すことができない。

そこで圧縮イメージ・データを高速に伸張・間引きして表示する方式を考案し、ソフトウェアの処理を追加することによりこれを実現した。この章では、この圧縮イメージの高速表示方式のアルゴリズムについて述べる。

3.1 イメージ・データの圧縮方式

KIND システムでは、前述のとおりイメージ・データの圧縮・伸張に汎用圧縮・伸張処理用 LSI を用いている。この LSI はイメージ・データの圧縮符号化方式として、MH 符号化方式、MR 符号化方式、MMR 符号化方式を採用しているが、これらの圧縮符号化方

式はすべて、ファクシミリの国際規格である CCITT (Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique: 国際電信電話諮問委員会) の勧告に完全準拠している^{1,2)}。

3.1.1 MH 符号化方式

MH 符号化方式とは、全走査ラインのデータを一次元符号化する圧縮符号化方式である。一次元符号化とは、1 ライン上に交互にあらわれる白画素と黒画素の連続長 (ランレングス) を符号化する方式である。1 走査ラインを一次元符号化すると、EOL (end of line) 符号、データ符号、そして必要があればフィルビットが生成され、これらの符号を合わせて 1 走査ライン分の符号データと呼ぶ。

(1) データ符号

データ符号は、白または黒画素のランレングスを表す可変長符号で構成される。各ランレングスは、一つのターミネイティング符号または一つのターミネイティング符号を後に付けたメイクアップ符号で表される。例えば 24 連続の白画素は "0101000" と表される。1 走査ラインのデータ符号は、白画素からスタートすることを前提として符号化処理を行い、先頭画素が黒画素の場合には、データ符号として白 0 (00110101) が付加される。

(2) EOL 符号

EOL 符号は "000000000001" で表され、各データ符号の前に付加される。この符号は、データ符号中には現れない。

(3) フィルビット

フィルビットは、可変長の "0" 列で表され、EOL 符号、データ符号およびフィルビットの合計が定められた 1 走査ライン分の最小符号ビット数以上になるようにする場合、または処理の都合上必要な場合に、データ符号の直後に挿入される。データ符号の途中に入れることはできない。

- (4) RTC (return to control) 符号 RTC 符号は、"EOL 符号 × n (n は 2 以上の自然数)" で表され、原稿 1 ページ分の符号データの最後に付加される。汎用圧縮・伸張処理用 LSI は、EOL の連続数 n を自由に設定できる。

3.1.2 MR 符号化方式

MR 符号化方式とは、1 走査ラインを一次元符号化した後に、最大 K-1 個の連続する走査ラインを二次元符号化する圧縮符号化方式である。K の値は、標準解像度の場合=2、高解像度の場合=4 である。二次元符号化とは、現在符号化している走査ライン上の各変画素の位置を、直前の走査ラインの変画素の位置を参照して符号化する方式である。1 走査ラインを二次元符号化すると、ライン同期符号、データ符号、そして必要があればフィルビットが生成される。

(1) ライン同期符号

ライン同期符号は、1 走査ライン分の符号データの最初に付加されて、ラインとラインの区切りを示す。この符号は、EOL 符号を示す "000000000001" + タグビットから成る。タグビットが "1" の時 (EOL+1 の場合)、その走査ラインの画像データは一次元符号化され、タグビットが "0" の時 (EOL+0 の場合)、その走査ラインの画像データは二次元符号化される。

3.1.3 MMR 符号化方式

MMR 符号化方式とは、全走査ラインのデータを二次元符号化する圧縮符号化方式である。最初のラインを符号化する時は、参照ラインとして仮想的な全白ラインを符号化ラインの直前に仮定する。この符号化方式ではライン同期符号やフィルビットを付加してはいけない。

(1) RTC 符号

1 ページの原稿の最後に EOL 符号を連続して n 個 (n は 2 以上) 付加し、その後に 1 ページ分の符号データのビット数が 8 ビット単位になるように “0” を付加する。これが MMR 符号化方式での RTC 符号である。汎用圧縮・伸張処理用 LSI は、EOL 符号の連続数 n を自由に設定できる。

3.2 高速表示アルゴリズム

3.2.1 KIND システムのイメージ・データの流れ

Fig. 2 に KIND システムにおけるイメージ・データの基本的な流れを示す。Fig. 2 は、文書や図面をスキャナによって 2 値のデジタル・データとして読み込み (生データ)、汎用圧縮・伸張処理用 LSI によって MH または MR 方式による符号化を行ってデータ量を圧縮した後 (圧縮データ)、磁気ディスクや光ディスク等のファイル装置に格納し、さらにまた格納したデータを読み出して、復号化処理を行い、CRT に表示できるように約 100 DPI の CRT の解像度に合わせて間引いてから (間引きデータ) 画面にイメージを表示するという一連の流れを示している。

Fig. 2 において、ユニバースの磁気ディスクまたは KFS の光ディスク上にある圧縮イメージ・データを CRT に表示する場合に、通常は Fig. 3 のような処理を行う。

Fig. 3 の処理の内、伸張処理はデータの内容によって要する時間が異なるが、通常の文書データの場合は汎用圧縮・伸張処理用 LSI を用いると、3 s 程度要する。また 1/4 間引きの処理には汎用グラフィック処理用 LSI を用いると、24 s 程度要する。通常的方式では Fig. 3 のように、一度画像 DRAM 上に復号化して原画像を復元

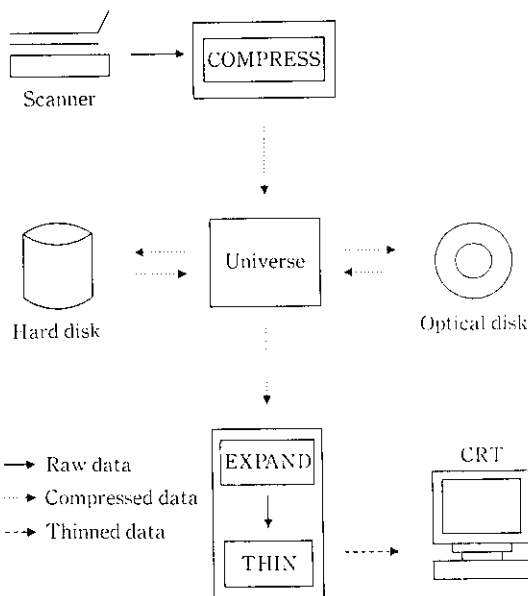


Fig. 2 Flow of image data

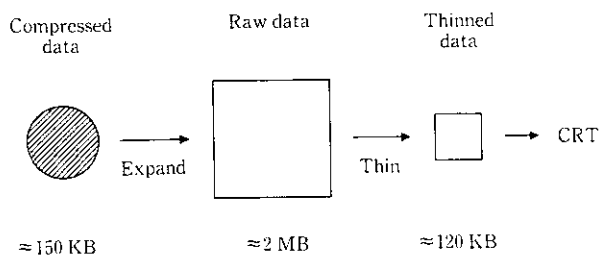


Fig. 3 Flow of image data in case of displaying on CRT

してから間引き処理を行い画面にイメージ・データを表示するので、KIND 端末のシステムメモリ上に展開された圧縮イメージ・データを CRT に表示するのに計 27 s 程度要することになる。

3.2.2 高速表示処理方式の概要

通常的方式で時間の要する原因は、圧縮データを一度、全ラインについて復号化処理を行ってから間引き処理を行うことにある。

そこでこの問題を解決するために以下の方式を考案した。

- (1) イメージ・データの圧縮方式として MR 符号化方式 ($K=4$) を用いる。
- (2) 圧縮データを復号化するには、まずラインとラインの境界を示すライン同期符号を高速に検出し、4 ラインの内必要な 1 ラインのみを抽出してから復号化処理を行う。
- (3) このデータは、すでに縦方向には 1/4 に間引きされているため、後は横方向のみ 1/4 に間引き処理を行って画面に表示する。

結局、処理としては、Fig. 4 のようになる。

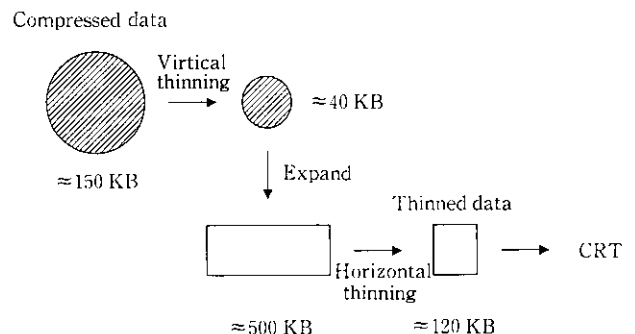


Fig. 4 Flow of fast display processing

以上の高速表示処理方式を用いれば、復号化処理に要する時間を約 1/4 に減らせる可能性があり、また間引き処理も横方向のみの処理でよくなるので、ライン同期符号の検出を高速に行えれば、合計の処理時間を 6~7 s 程度に減らせる可能性がある。

3.2.3 高速表示方式の詳細

(1) MR 圧縮符号化データの構造

MR ($K=4$) 圧縮されたイメージ・データは Fig. 5 のような構造をしている。ここで重要なのは、0 が 11 個以上続けばそれはライン同期符号である、ということである。

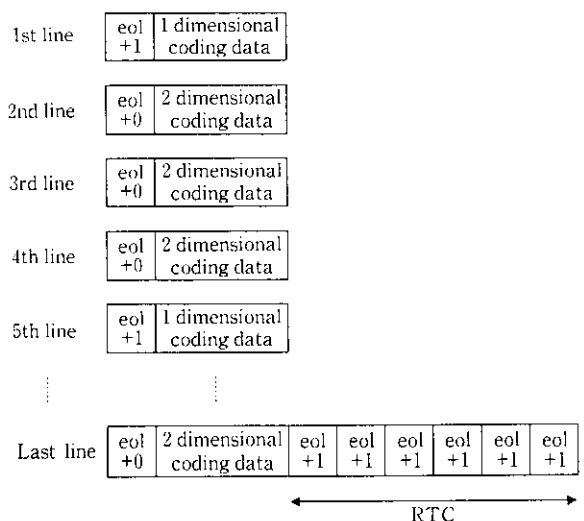


Fig. 5 Structure of MR-coded data

(2) ライン同期符号の検出

ライン同期符号を検出することによりデータ・ラインの先頭を検出することができる。これによって、データ圧縮された状態でラインを間引くことができる。ただし、2次元符号化は前ラインとの差分を符号化する符号化方式であるため、間引いた結果として二次元符号化ラインを残すことはできない。そのためライン同期符号を判断して、その後に一次元符号化データの来るものだけを抽出する。圧縮がMR ($K=4$) 符号化方式で行われていれば、この結果として1/4に間引くことができる。

(3) ライン同期符号の検出の高速化

ライン同期符号を検出するには、圧縮データの中で0が11ビット連続するものを検出すればよい。単純な方法としては、圧縮データを1ビットずつ読み込みながら、0が11ビット連続しているかを判断する方法が考えられる。しかし、これでは性能が上がらないため、次のような方法を考案した。Fig. 6は、圧縮データを32ビットごとに読み込み、4ビットずつずらしながら、8ビット単位で0かどうかを判断するアルゴリズムを示したものである。8ビットすべてが0であった場合には、その前後を1ビットずつずらしながらチェックしていき、11ビット0が連続しているかどうかを調べる。圧縮データ中に8ビット0が連続するようなものの発生頻度は低いので、この方式によってかなりの高速化がはかれる。

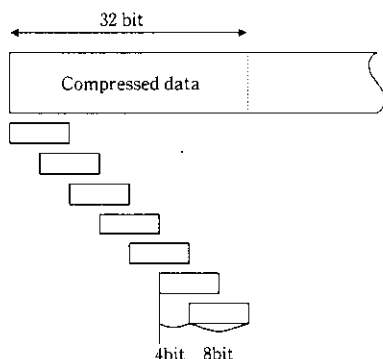


Fig. 6 Fast detection of line synchronization code

3.3 開発環境

プログラムはC言語でユニバース・コンピュータ上で作成し、ユニバース上で動作確認を行った後に、実機でテストを行った。プログラムは、アプリケーションの一部として動作する。

4 性能評価

3.2で述べた高速表示方式のアルゴリズムを用いて、実際に圧縮データを画面に表示させ、通常的方式と比較してどの程度性能が上がっているかを検証した。テスト方法としては、400 DPIで読み込んだA4文書3種類のイメージ・データをMR ($K=4$) 圧縮符号化方式で圧縮し、それぞれについて、通常的方式で伸張した場合と高速表示方式を用いて伸張した場合とを比較した。

Table 1の結果より、どの文書データにおいても高速表示方式を用いた場合には、通常的方式を用いるよりも伸張処理、間引き処理のどちらにおいても4倍程度の高速化が実現されており、合計の処理時間を1/4にすることができた。これにより、圧縮イメージの高速表示方式のアルゴリズムが正しいことが実証された。

Table 1 Result of displaying time evaluation test

(s)

	Img 1		Img 2		Img 3	
	Ordinary method	Fast method	Ordinary method	Fast method	Ordinary method	Fast method
Data size	142 727 Byte		65 311 Byte		17 812 Byte	
Virtual thinning		0.6		0.3		0.1
Expand	4.0	1.1	2.6	0.6	1.8	0.4
Horizontal thinning		15.8		15.8		15.8
Thin	63.4		63.4		63.4	
Total	67.4	18.5	66.0	16.7	65.2	16.3

ただし、横間引き処理が当初の予定(6s)に比べて2.6倍(16s)もかかっている。これは、汎用グラフィックス処理用LSIを用いてメモリにアクセスする際に多くのwaitサイクルが入っているためである。現在この部分を汎用グラフィックス処理用LSIのコマンドの使い方を工夫することにより、横間引き処理時間を8sまで短縮しているが、ハードウェア機能の見直しによる改良が必要と思われる。

5 結 言

当社で開発した高速処理性に優れたネットワーク対応のイメージファイリングシステム「KIND」の概要と特性について報告した。この結果は以下のとおりである。

- (1) 本システムは、X端末をベースにして、2値イメージ・データの圧縮、伸張、間引き等のイメージ処理機能およびイメージ・データの入力・出力・ファイリング機能を追加した端末ステーションをLAN上に配して、ネットワーク上での分散処理によりイメージ・データのファイリング処理を行うものである。
- (2) 端末ステーションは、文書の検索・編集機能を持つKWSと、文書の入力とプリント機能を持つKDSと、文書のファイリング機能を持つKFSとからなる。
- (3) MR方式にて圧縮(符号化)されたイメージ・データを伸張、間引きして、ディスプレイに表示する処理を高速化する方法を考案し、実験により約4倍高速化されることを確認した。
- (4) 開発したシステムはホストコンピュータとしてユニバースを使っているが、UNIXの標準的なインターフェースのみを使っているため、他のUNIXコンピュータへの移植は極めて容易である。

今後は本システムを実際に使用して、性能、使い勝手の面からの評価を行うとともに、今回の開発で得られた各種技術を将来の製品展開に活かしていきたいと考えている。

参 考 文 献

- 1) CCITT: "Recommendation T. 4, Standardization of Group 3 facsimile apparatus for document transmission," CCITT Yellow Book, VII, Fascicle VII. 2, (1980), 222-235
- 2) CCITT: "Recommendation T. 6, facsimile function for Group 4 facsimile apparatus," CCITT Red Book, VII, Fascicle VII. 3, (1984), 40-48