

マルチファンクショナルファクシミリ FAX9715 FP

Development of Multi Functional Facsimile Konica FAX9715 with PC I/F

河田 俊*
Kawata, Shun

荻原 健作*
Ogiwara, Kensaku

山崎 博彦*
Yamazaki, Hirohiko

The Konica FAX9715 FP is a compact Plain Paper Facsimile (PPF) and equipped with sufficient features/function for business use including high print quality utilizing error diffusion technique. Furthermore, the FAX9715 FP can be used as a Multi Functional Peripheral (MFP) of PC, such as a printer, a PC FAX, a data communicator, and a scanner with optional interface and PC software. Reported here is important technology used in the Konica FAX9715 FP.

1 はじめに

ビジネス用のファクシミリは近年、インクジェット・熱転写・レーザー・LED各方式を用いた普通紙記録方式が主流になっている。また、パーソナルコンピュータ(以下PC)の普及が進む中で、通信手順を勧告する機関であるITU-Tでは、高解像度通信(300dpi,400dpi)、ファイル転送等の新たな手順を標準勧告¹⁾に追加した。市場では、ファクシミリとPCが結合した複合機の要求が高まっている。

上記の状況に対応するPCインターフェース(以下PC I/F)付きの小型・軽量のマルチファンクショナルファクシミリFAX 9715 FPを開発した。

開発の主要方針は、(1)前面操作による小型化・省スペース化、(2)画質の向上、(3)マルチコンカレントジョブの実現、(4)PCと結合した複合機の実現、等である。

2 FAX9715 FP仕様概略

形式	卓上型・送受信兼用機
読取走査方式	主走査：密着イメージセンサ平面走査 副走査：ステッピングモータ間欠走査
走査密度	主走査：8 pels/mm 副走査：3.85, 7.7, 15.4 lines/mm
送信原稿サイズ	A4/Letter/Legal
記録方式	LEDヘッド電子写真方式(300dpi)
記録紙サイズ	A4/Letter/Legal(オプション)
自動給紙	Max. 30枚(A4/Letter)
適用回線	加入電話回線G3手順
モデムスピード	Max. 14.4 kbps
符号化方式	MH, MR, MMR
中間調	64階調誤差拡散方式
言語	二カ国語搭載
メモリー容量	1MB(標準)、Max. 4MB(オプション)
外形寸法	470mm(W)×438mm(D)×343mm(H)
重量	約18kg(本体)
PC I/F	RS-232C, Max. 38.4 kbps (オプション)

* 機器開発統括部 第3開発センター

3 機械的特徴

3.1 ユーザの操作性

- (1) 原稿Uターン給紙、記録紙S字給紙構造の採用により、原稿のセット及び取り出し、記録紙の補給、受信文書の取り出し、JAM処理、資材の交換等がすべて機械前面で行える。
- (2) 原稿、記録紙共に2WAY排紙経路があり、標準紙以外の特種紙を使用することもできる。
- (3) 上記の構造により記録紙カセット、トレー類が機械本体内にレイアウトされ省スペース化を実現している。
- (4) 操作パネルは、本体前面に傾斜してレイアウトされており、出力装置としてPCの横に置かれても座ったままで操作できる。
- (5) 本体重量は約18kgで、簡単に持ち運ぶことができる。また、第2給紙ユニット(オプション)は工具を使わず簡単に本体へ取付けることができ、設置スペースも変わらない。

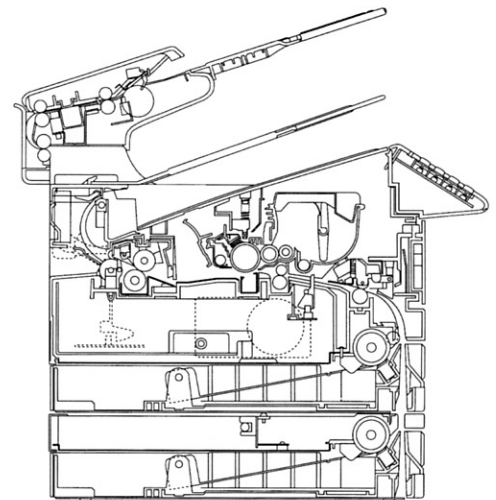


Fig.1 Mechanical Section View

3.2 環境対応

- (1) 1成分トナーリサイクル方式の採用により、トナーを無駄なく使用し廃棄する必要が無い。また、現像ユニット交換タイプでトナー補給時の汚れ発生が無い。
- (2) 接触ブラシ帯電方式の採用により、低オゾン化を実現した。
- (3) 待機時は自動的に定着ヒータが off し冷却ファンが止まる事により、省エネルギー、静音化を実現した。
- (4) 自動給紙駆動にPMタイプのステッピングモータを採用し、記録系のLEDヘッド書き込みと合わせて全体的な静音化を実現した。

4 高画質化の為に画像処理技術

4.1 中間調の読み取り画像処理

FAX9715 FP の読み取り画像処理は、誤差拡散法²⁾をベースにしている。

誤差拡散法は、濃度の再現性が良く、モアレが少ないと言う特徴を有する。

前機種では、再現した中間調画像において、ある特定濃度のエリアが10mm以内の場合、その濃度が白寄りになる(濃度の応答性が悪い)と言う問題があった。その原因は、誤差拡散のマトリクスサイズと拡散方法に起因する。

一般的に誤差拡散法において、マトリクスサイズを大きくすると濃度の応答性が悪くなるが、特有の波目模様(テクスチャー)の発生は抑えられる。逆に小さい場合、応答性は改善されるが、テクスチャーの発生が顕著となる。

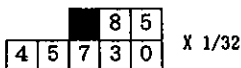
前回開発においては、この相反する現象に対し、Fig. 2のA.で示される3×5の比較的大きなマトリクスを使用し、テクスチャーの発生を抑えることを優先した。今回の開発では、新方式を考案し、両者のバランスをとり、画質の向上を目指した。

A. 前機種で採用した誤差拡散マトリクス



B. FAX9715 FP で採用した誤差拡散マトリクス

(i) 一次拡散マトリクス



(ii) 二次拡散マトリクス

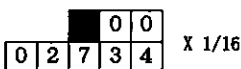


Fig. 2 Matrix for Error Diffusion

4.2 誤差拡散処理の改善方法

- (1) 前機種で採用された誤差拡散方式
注目画素で発生する2値化誤差量をEとすると、Eは次式で表される。

$$E = I + ED - BW$$

$$BW = 255 \quad I + ED > TH \text{ の時}$$

$$= 0 \quad I + ED \leq TH \text{ の時}$$

I : 注目画素の濃度データ

ED : 注目画素に拡散された誤差量

TH : 2値化閾値

BW : 注目画素の2値化結果

この誤差量を上記の誤差拡散マトリクスに従い、後方の画素に拡散することにより、濃度を保存しながら2値化を行う。

- (2) FAX9715 FP の誤差拡散方式

今回用いた方式では、注目画素に拡散された誤差量を2つに分け、一方を一次拡散として注目画素で発生する2値化誤差量として後方に拡散させ、もう一方は二次拡散としてそのまま順送りに後方に拡散させる。

それぞれ誤差量は、次式で表される。

$$E1 = I + ED \times n - BW$$

$$E2 = ED \times (1 - n)$$

$$BW = 255 \quad I + ED > TH \text{ の時}$$

$$= 0 \quad I + ED \leq TH \text{ の時}$$

E1 : 一次拡散誤差量

E2 : 二次拡散誤差量

n : 拡散率 (0 < n < 1)

誤差量E1、E2はそれぞれFig. 2の(i)、(ii)に示されるマトリクスに従って拡散する。

注目画素から見れば、次々ラインまで誤差が拡散されることになり、マトリクスサイズを大きくすると同じようにテクスチャーを減少させる効果がある。

又、実際のマトリクスサイズが小さいため、近傍画素の重み付けが大きくなり、濃度再現の応答性も改善される

4.3 主観的評価結果

中間調画像の前記問題が改善された。特に低解像度領域でのコントラスト改善(軟調画質→明瞭画質)が顕著である。

高解像度領域における階調の滑らかな変化が若干失われたが、当初目標とした画質には達していると判断している。

5 マルチコンカレントジョブ

マルチコンカレントジョブとは、例えば下記のような複数の動作(ジョブ)を同時に実行する事である。

- 受信

- 受信原稿のプリント
- メモリ送信予約
- PCからのプリント

マルチコンカレントジョブ機能によりオペレータは、ファクシミリ（以下FAX）が動作中である事を意識しないでマシンを使用できる。

複数のユーザーが使用するビジネス用途のFAXとして、またPCと結合した複合機として使用する時には、このマルチコンカレントジョブは重要かつ必要な機能である。FAX9715 FPは、PCからのジョブを含み、最大同時に4つまでのジョブを実行可能である。

5.1 マルチコンカレントジョブの実現手段

Fig. 3はソフト構造図である。マルチコンカレントジョブの実現は以下により可能となった。

- (1) 自社開発の、プリエンティブなマルチタスク・リアルタイムモニタの採用
- (2) 独立に動作可能なデバイスと、管理タスク
 スキャナ、プリンタ、メモリ、操作部、RS-232C等の各デバイスはそれぞれが独立に制御・動作可能である。
 シーケンスタスクが各デバイスの制御、データフロータスクが各デバイス間のデータ変換・フローを制御する。それぞれのタスクは、複数の状態遷移テーブルを持つ事により、複数のジョブを同時に制御できる。
- (3) ジョブのスプーリング
 LANに接続されるプリンタサーバーで用いられているスプーラーの考え方をジョブ管理に導入した。
 この方式により、受信した文書とPCからのプリント原稿が混在してプリントされる事はない。
 - a. 送信、受信、PCからのプリント要求、等のジョブは、ジョブポンプモジュールが必要情報をパッケージ化してジョブキューに蓄える。

- b. ジョブポンプモジュールはジョブキューを監視し、ジョブパッケージを見つけると、デバイスの競合をチェックして、そのデバイスが使用可能である場合にはシーケンスタスクにジョブ開始要求を行う。使用中の場合は、そのデバイスが使用可能になった時にジョブ開始要求を行う。
- c. 前記ジョブキューは基本的にFIFO構造であるが、プリントジョブを最優先で実行している。

6 PC I/F 機能

6.1 PC I/F 機能

複合機化実現に際し下記の機能を考慮した。

- (1) 300dpiのプリンタとなる事
- (2) Max. 300dpiの解像度でPCから直接送信できる事
- (3) 受信した文書を直接PCへ取り込み可能な事
- (4) Max. 300dpiの白黒スキャナ機能を有する事
- (5) PCのファイルを直接送信・受信できる事
 （ファイル転送機能を有する事）
- (6) PCからKonica FAXを遠隔診断できる事

6.2 PCとの通信手段

前述の複合機能を実現するには、PCとFAX間で相互のコミュニケーションが必要な為、双方向なI/FであるRS-232Cを採用した。

FAX側に専用のCPUを設け、Max. 38.4 kbpsの通信速度でPCとの通信が可能である。

また、後述するPCとFAX間の通信手順（プロトコル）を独自開発した。PCとFAX双方にこのプロトコルを組み込み、複合機能を実現している。

6.3 PC, FAX間プロトコル (MMFI)

PCとFAXの複合機能実現の為のプロトコルをMMFI (Multi Media Facsimile Interface)³⁾として定義した。MMFIは、3層構造で、それぞれの概略機能は、

- (1) Layer 1 (物理層)

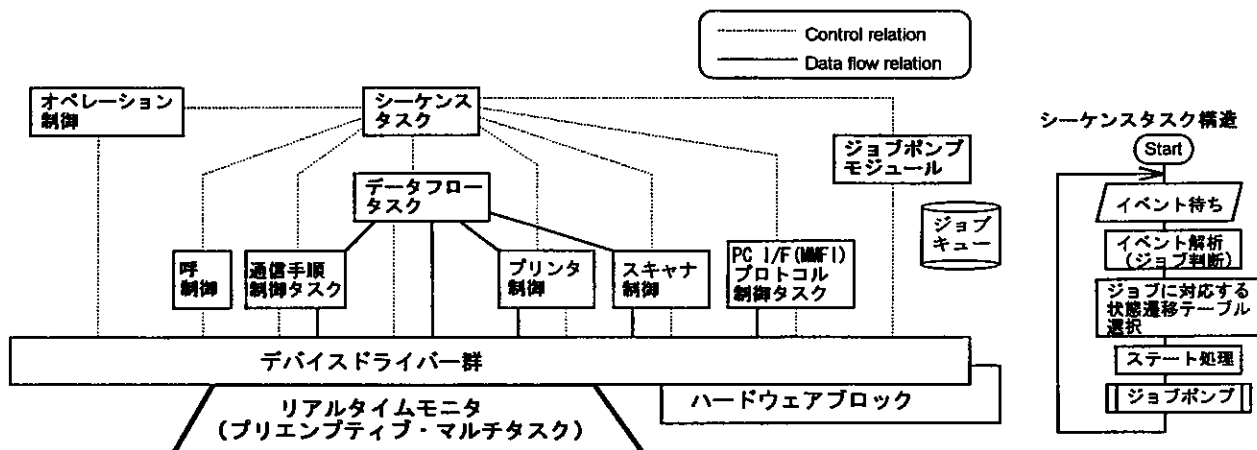


Fig. 3 Software Configuration

フロー制御を含む RS-232C 制御を行う。

- (2) Layer 2 (データリンク層)
Layer 3 データフレーム処理と誤り検出を行う。
- (3) Layer 3 (セッション層)
複合機能の為のデータ処理を行う。Layer 3 のデータは、コマンド、パラメタ、イメージデータから成る。

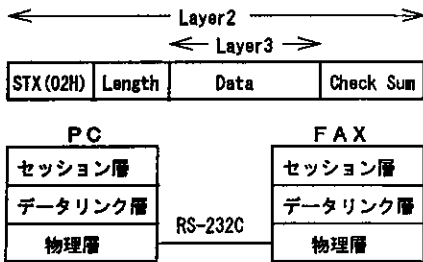


Fig. 4 Layer and Frame Structure for MMFI protocol

6.4 プリンタとしての高速化

PC からプリントを行う時、一般的には Hewlett Packard 社の PCL(Printer Control Language)や Adobe Systems 社の Post Script に代表される PDL (Page Description Language=ページ記述言語)を用いている。

しかしプリンタは PDL をビットイメージに展開する必要があり、そのためのコントローラ (PDL インタープリタ、フォントと高速な CPU) が必要になるのでコストアップになる。

FAX9715 FP では、FAX 単体を複合機とする時のコストアップを極力抑えるために、ビットイメージ展開を PC 側で行う、いわゆるイメージプリンタ方式を採用した。

マイクロソフト社の Windows 3.1 で採用された True Type フォント (アップル社が開発) と GDI (Graphic Device Interface) によって、印字品質を損なう事の無いイメージプリンタが実現可能となった。

しかし、イメージプリンタ方式では PC からプリンタへ転送される画像データ量が PDL 方式と比較して膨大になる。従って RS-232C を採用する事はプリント速度に関し不利である。以下により高速化を計った。

(1) MMR 圧縮

解像度 300dpi の A4 サイズの画像データ量は、白黒 2 値で約 1 MByte になる。これを RS-232C I/F で FAX へ転送した場合、通信速度が 38.4kbps でも転送時間は、283 秒となり、プリンタとしては問題である。

この問題を解決する為、展開されたビットイメージデータを PC 内部で MMR 符号に圧縮してから FAX に転送する事にした。これにより Fax の標準原稿である CCITT No.1 チャートの場合には、データ

転送時間が 7.4 秒に短縮される。

FAX は PC から受け取った MMR 符号データを専用 LSI により復号化した後プリントを行う。

PC から直接送信する場合や、Fax をスキャナとして使用する場合にも同様に MMR 圧縮を用いている。

(2) コンカレントプロセッシング

プリント時 PC では、GDI によるビットイメージ展開、MMR 符号化、FAX へのデータ転送の各処理を行うが、1 ページを複数のブロック (バンド) に分割して、これらの処理を平行して行う事により FAX のプリント起動を早めている。

また近年の CPU の高速化は、ビットイメージ展開と MMR 符号化の処理時間短縮に寄与している。

(3) コンカレントプリンティング

FAX ではプリント中に次ページの複号を同時に行う事により、複数ページのプリント時間を短縮している。

コンカレントプロセッシング

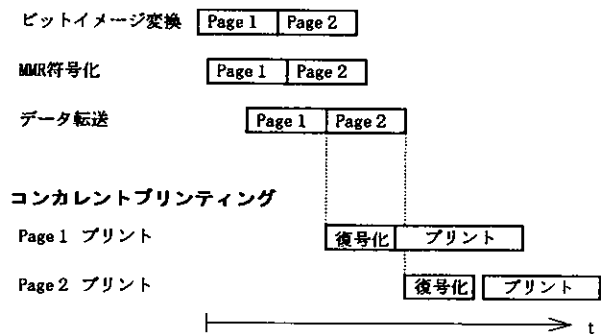


Fig. 5 Time chart of Print Sequence

7 まとめ

当初の開発方針である、小型・省スペースで、高画質・高機能な FAX、かつ PC との結合による複合機、を開発できた。

今後 PC, LAN 環境の下で、複合化・システム化されたデジタル機器が益々普及していくと思われる。

本機の開発に協力いただいた新谷機器開発統括部長を始め関係者の皆様に深謝する。

●参考文献

- 1) ITU-T Recommendation, "T.4. & T.30" (1993)
- 2) C. Hoffmann and O. Bryngdahl, "On the Error Diffusion Technique for Electronic Halftoning", Proceedings of the SID, Vol.24/3. 1938
- 3) K. Okuyama and H. Yamazaki, "Specifications for RS-232C MMFI protocol for Konica Facsimile" (1993)
- 4) 新谷、四條、"センターマシン用ファクシミリ KONICA FAX 950/955 について", Konica Technical Report VOL. 4(1991)