

# シングルパスカラー™プリンタの高速コントローラ技術

長田 昌登 西山 由高  
伊東 和彦

近年、オフィスでのカラー印刷の需要が急速に増加している。しかし、市場で販売されている電子写真方式のカラーページプリンタでも4~6ページ/分程度であり、オフィスのユーザにとっては十分な印刷速度とはいえなかった。沖データでは、この高速化のために、シングルパスカラー™\*1)方式を用いた高速なカラーページプリンタを提供している。カラーページプリンタの印刷性能要因の中で、多量の画像データ処理を行うコントローラの性能が大きなウエイトを占めている。

また、カラーページプリンタの高速化に伴い、ネットワーク環境下で共有プリンタとして用いられるようになると、ネットワーク経由でのプリンタ（装置）や印刷ジョブの監視・設定、印刷履歴の収集・分析、負荷分散等の運用管理のためのプリンタシステムソフトウェアも重要になってくる。

本論では、このシングルパスカラー™方式のカラーページプリンタにおけるコントローラの高速化技術と、ネットワーク環境下でのプリンタや印刷ジョブの管理機能について述べる。

## コントローラのハードウェア技術

一般にカラーページプリンタは、電子写真プロセスを含む機構部とメカニカルコントロール部から構成されるエンジン部、および、ホストとの通信を含めプリンタ全体を制御するコントローラ部から構成される。本論では、このコントローラ部について述べる。

現在まで、20ページ/分を越えるような中・高速のカラーページプリンタのコントローラは高速性が要求されるために、一般的には汎用または専用ワークステーションが用いられてきた。そのため、コントローラだけでも販売価格が数百万円程度となり通常のオフィスユースで安易に導入できるものではなかった。オフィスユースで使用できる高速カラーページプリンタを提供するためには、プリンタ内に組み込み可能で、ワークステーション以上の性能を発揮でき、十分安価なカラー専用コントロー

\*1) シングルパスカラーは株式会社沖データの商標です。

ラの開発が必要となる。

電子写真方式のカラープリントは黒（K）、黄（Y）、マゼンタ（M）、シアン（C）の4色を重ねることで行われる。沖データのカラーページプリンタは4連デジタルLEDヘッドによるシングルパスカラー™テクノロジーを採用し、用紙走行路に4色の画像形成ユニットを直列に配置し、印刷媒体に直接色を重ねていく方法である。印刷速度は各色の画像形成ユニットの印刷速度と同じである。これは、コントローラの側から見ると、同時に4色を制御してビデオ出力信号を生成することが要求されることになる。

図1は、カラーページプリンタコントローラのブロック図である。また、コントローラの技術要件としては、下記の4点がある。

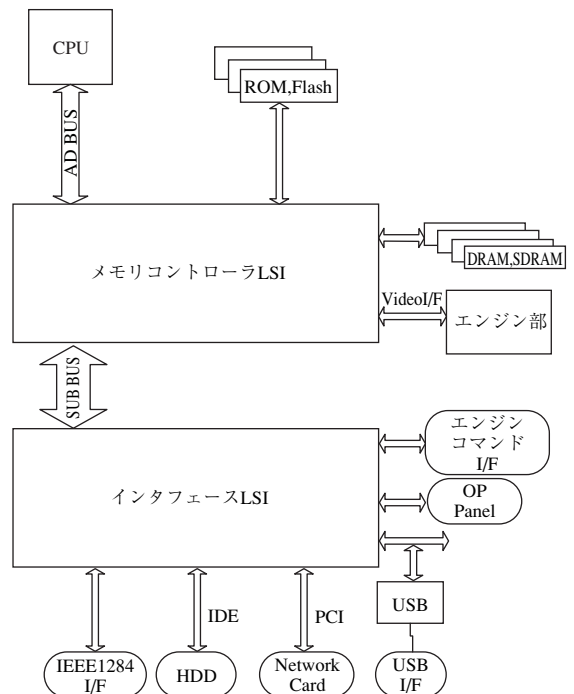


図1 カラーページプリンタコントローラのブロック図

- (a) 高速で汎用のインターフェース機能を有すること。IEEE1284パラレルインターフェースやネットワークインターフェース（NIC）等に対する基本インターフェースの実現。コントローラとネットワークカードのインターフェースにはPCI（Peripheral Component Interconnect）を用いることにより、高速性の確保と汎用性を有することができ、多種多様なインターフェースへの拡張性を実現。
- (b) 高速なプロセッサ（一般的にCPU）を有すること。PowerPC<sup>\*2)</sup> 750等の高性能CPUに2次キャッシュを接続することにより、プロセッサ性能を有効活用して高性能を実現。
- (c) 高速なメモリを有し、メモリ容量の拡張性が十分あること。SDRAM（Synchronous Dynamic Random Access Memory）等の高速DRAMを使用。
- (d) 高速、小型で低消費電力であること。高速かつ多機能のハードウェア機能をLSI化し、小型化低消費電力を実現。特に、カラーマッチング、多値カラーおよび2値データの圧縮・伸張、誤差拡散処理やディザリング等の画像処理を専用LSIにて高速に行う。

以上のように、コントローラのハードウェアは高速性を要求され、かつ、小型で安価なものを提供しなくてはならない。そのため、高集積で高速なカスタムLSIの開発が必要であるとともに、CPUや2次キャッシュ、主メモリ等を高速に動作させるための高速化設計技術や、各種の遅延・波形シミュレーションが必要不可欠である。

### コントローラのソフトウェア技術

高速・高機能プリンタでは、個々のプリンタの装置仕様からの独立性確保やホストコンピュータの負荷軽減のために、印刷データをPostScript<sup>®\*3)</sup>、PCL、その他のページ記述言語（PDL: Page Description Language）を用いて記述している。コントローラソフトウェアは、エンジン部の印刷速度を最大限に引き出すために、このページ記述言語を高速に解釈・実行する必要がある。

#### (1) コントローラソフトウェアの基本構造

コントローラソフトウェアの基本機能は、印刷データ（ジョブ）を翻訳しながら、1ページ単位でビデオ出力可能な形式のデータ（以下では単にビデオデータと呼ぶ）に展開し、そのビデオデータを制御コマンドとともにエンジン部に送信して、装置全体としての印刷処理を制御することである。

しかし、最近では、デジタルカメラやスキャナ等の情報家電と直接接続して印刷をおこなう機能や、プリンタ内

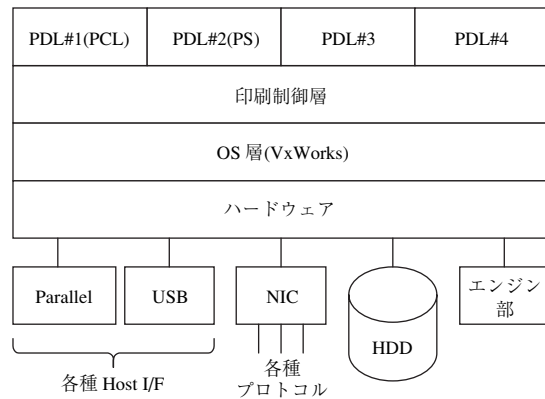


図2 コントローラソフトウェアの基本構造

蔵のHDD（Hard Disk Drive）を用いたジョブスプールや丁合印刷など、多種多様な機能が要求されている。また、ネットワーク共有されるプリンタでは、各種の通信プロトコルやリモート監視機能のサポートも要求される。コントローラソフトウェアでは、これらの新規機能の追加要求を考慮して、機能拡張性を重視した階層構造を実現している（図2）。

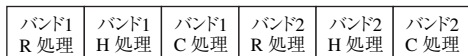
OS（Operating System）層はリアルタイムOS（カーネル）、デバイスドライバ、ファイルシステム、標準ライブラリ等で構成されており、ハードウェア（コントローラとエンジン部）の違いを隠蔽化している。組み込み用リアルタイムOSとして、広く採用されているVxWorks<sup>®\*4)</sup>を採用しており、プリンタの性能やコストの要求に応じた最適なCPUの採用や、VxWorks<sup>®</sup>用の豊富なツールやライブラリ等の利用が容易になっている。

印刷制御層では、PDL層での機能の実装を最小限に抑え、PDLの追加・削除を容易にするために、以下のようなPDL独立の共通機能を出来る限り多く提供している。

- 各種の通信デバイスからの印刷データの受信
- エンジン部の印刷シーケンスの制御と、それに同期したビデオデータの送信
- トナーや画像形成ユニット等の消耗品の残量や寿命、用紙ジャム、用紙切れやサイズの不一致等に関する警告やエラーの通知
- オペレータパネルやネットワーク管理ユーティリティ上でのプリンタの状態表示やメニュー（各種パラメータ）の参照・変更
- ジョブスプール、丁合印刷、認証印刷、確認印刷
- 印刷データを記述しているPDLの認識と適切なPDL処理系への振り分け

\*2) PowerPC はInternational Business Machines Corp.の登録商標です。 \*3) PostScriptはAdobe Systems,Inc.の登録商標です。 \*4) VxWorksはWind River Systems,Inc.の登録商標です。

逐次処理



並列処理

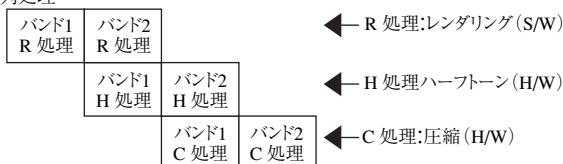


図3 カラー画像処理の並列化

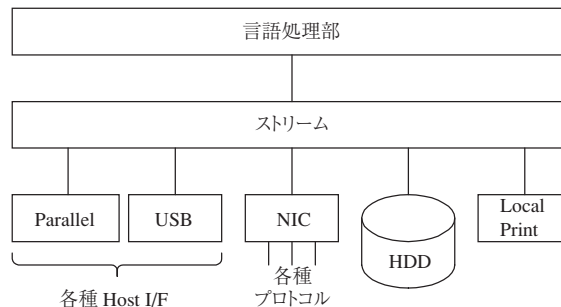


図4 ストリームによる隠蔽化

印刷制御層では、上記のような多種多様な機能を実現するために、オブジェクト指向設計手法・言語を採用して、再利用性、拡張性、機種独立性を重視した構造を実現している。また、機種独立部と依存部を明確に分離し、機種依存部を最小化することにより、多機種同時開発や新規機種への移植を容易にしている。

### (2) ジョブオーバーラップによる高速化

PDL層は、印刷データを翻訳・展開してページ単位のビデオデータを生成し、それを印刷制御層に渡す。印刷制御層は、ページ単位のビデオデータをエンジン部に送信して印刷処理を行わせる。プリンタ全体としての高速化のためには、PDL層は、現在の印刷データ(ジョブ)の翻訳・展開処理が終了すると、エンジン部での印刷終了を待たないで、次のジョブの処理を開始すること(ジョブオーバーラッピング)が望ましい。

そのため、印刷制御層では、PDL間でのメモリ管理を共通化し、現在のジョブと次のジョブのPDLが異なる場合であっても、現在のジョブの印刷完了を待つことなく、次のジョブのPDL処理を開始することを可能にしている。これにより、ホストコンピュータから異なるPDLジョブが連続して送信されてきた場合でも、ジョブ境界(PDLの切替)で失速することなく、エンジン性能で連続印刷することを可能にしている。

### (3) カラー画像処理の高速化

一般に、データの圧縮・伸長、画像の拡大・縮小、ハーフトーン、カラーマッチング等の画像処理は大量のデータを取り扱うため、PDL処理系ではこのカラー画像処理が処理速度上のボトルネックとなる。そこで、コントローラではこれらのカラー画像処理を専用LSIによってハードウェア化し、高速化を実現している。また、PDL処理系

では1ページを複数のバンドに分割し、展開処理をバンド単位でパイプライン的に処理することにより、CPUによるソフトウェア処理と、専用LSIによるハードウェア処理を、最大限に並列化できるように工夫されている(図3)。

### (4) ストリームによる隠蔽化

ホストコンピュータからの印刷データを受信するための各種の通信デバイスやプロトコルの違いは、ストリームと呼ばれるインターフェースの標準化により隠蔽化している。

ストリームによる隠蔽化により、印刷制御層やPDL層の処理系は、印刷データを受信している通信デバイスやプロトコルを意識することなく、印刷データの読み出しが可能となる。また、デモページやメニューマップ等のローカル印刷用のデータも、ストリーム化することにより、ホストコンピュータからの受信データと同様に処理できる。

## ドライバおよびネットワーク技術

### (1) カラー調整機能

カラーページプリンタのドライバでは、カラー調整機能が重要である。カラー印刷する際には、パソコン(PC)などの画面の色とプリンタで印刷された時の色を近似させるためカラーマッチングシステムが使われる。自社のプリンタに最適な独自のカラーマッチングシステムをデフォルトとし、ユーザ設定によって、Windows<sup>\*5)</sup>のICMやAppleのColorSync<sup>\*6)</sup>などシステムのカラーマッチングにも対応している。独自のカラーマッチングシステムを持つアプリケーション等に対しては、デバイスプロファイルにより対応している。また、ハーフトーンタイプやカラー調整の設定により、印刷時の色を変えることも出

\*5) WindowsはMicrosoft Corporationの登録商標です。 \*6) AppleとColorSyncはApple Computer, Inc.の登録商標です。  
その他、記載の商品名、社名は各社の登録商標または商標です。

来る。さらに、ハーフトーン調整ユーティリティ（ドライバとは別のソフトウェア）によって、シアン、マゼンタ、イエロー、ブラックの各色ごとのガンマ調整も可能としている。

#### (2) 多彩な印刷機能

プリンタドライバでは、電子丁合機能、確認印刷機能、認証印刷機能、カスタム定義用紙、フォームズオーバーレイ機能、マルチページ印刷機能、フィットトゥーページ印刷機能、ブックレット印刷機能など多彩な印刷機能を提供している。

また、プリンタ内蔵のHDDやフラッシュメモリ等の記憶装置を保守するためのストレージデバイスマネージャも提供している。これにより、フォームデータ等の登録、参照、削除が簡単に行える。

#### (3) ネットワークダイレクト印刷機能

ネットワーク環境下の共有プリンタでは、印刷やプリンタの運用管理を支えるネットワークユーティリティの役割が高くなる。その1つとして、プリントサーバ無しでダイレクトIPアドレスを指定して印刷ができるLPR (Line Printer Remote) ユーティリティがある。このLPRユーティリティは、プリンタの状態確認、ファイル（印刷ジョブ）のダウンロード、LPRにスプールされた印刷ジョブの確認等の機能を提供しており、ネットワーク上での印刷の進行状況を自分のPC上で簡単に確認できる。また、代替プリンタを事前に指定しておくことで、いつも使うプリンタが印刷中や障害発生で印刷できない場合に、自動的に代替プリンタに印刷を切替える（負荷分散する）こともできる。

また、従来、プリンタのIPアドレスを探すのはネットワーク管理者に問合せたり、台帳を探したり、目の前にプリンタが有ってもIPアドレスがわからないためにLPR印刷ができないことがあった。これを解決するためネットワーク検索機能を追加した。指定のエリア内のプリンタを検索表示し、プリンタを選択すればすぐにLPR印刷ができる。

#### (4) ネットワーク経由の監視機能

ネットワーク接続されている各プリンタの用紙無しや用紙ジャムの発生、トナー等の消耗品寿命、ハードウェア障害等の検出を集中監視するためのネットワーク管理ユーティリティも重要である。

その1つとして、特別なソフトウェアをインストールしなくても、PC等のホストコンピュータ上のWebブラウザを用いて、プリンタ内蔵のWebサーバ経由で、プリンタの状態や消耗品の残量を取得して表示したり、各種の設定を行える。また、プリンタに条件を設定しておき、そ

れに適合する状態（警告やエラー）が発生した際に、電子メールによって通知を受けることも可能である。

#### (5) 印刷ジョブの課金・運用管理機能

企業内のネットワークプリンタの管理においては、個々のプリンタの状態監視や負荷分散以外にも、運用コスト面での管理も重要である。例えば、各プリンタの利用率や負荷率、ユーザ（部門や個人）別の印刷枚数の集計や印刷枚数の制限、特定のプリンタやカラー印刷あるいは媒体（OPHや特殊な用紙）等に関する利用制限といった管理がそれである。

このような目的で用いる課金運用管理ユーティリティでは、各プリンタが保持している印刷履歴（例えば、印刷ジョブごとに、ユーザ識別子、カラー印刷とモノクロの印刷枚数、使用媒体等を記録）を、印刷ジョブ管理サーバで収集してデータベース化し、その履歴を解析することによって、下記のような各種の分析やレポート生成を行う機能が要求されている。

- 一定期間ごとの各プリンタの利用状況や負荷率
- 一定期間内での部門別、個人別の印刷枚数や消耗品コストの集計
- ユーザごとの利用上限設定や、上限を超えた場合のユーザへの警告や印刷停止 ◆◆

### ● 筆者紹介

長田昌登：Masao Nagata.株式会社沖データ コントローラソフトウェアセンタ コントローラ開発部 チームリーダー

西山由高：Yositaka Nisiyama.株式会社沖データ コントローラソフトウェアセンタ ソフトウェア開発部 チームリーダー

伊東和彦：Kazuhiko Ito.株式会社沖データ コントローラソフトウェアセンタ ソフトウェア開発部 チームリーダー