

PictBridge のカラーレーザープリンタへの搭載

デジタルカメラとカラーレーザープリンタをダイレクト接続

Implementation of PictBridge on Color Laser Printer

Direct Connection between DSC and Color LBP

兵頭 啓一郎*
Hyodo, Keiichiro

太田 健*
Ota, Ken

要旨

デジタルスチルカメラの普及、インクジェットカラープリンタの画質向上に伴い、写真画像をカラープリンタにて印字する需要が高まった。しかし、カラーレーザープリンタの高速性を生かした写真画像印刷を行うためには、インクジェットプリンタと異なり、新規なプリンタコントローラ技術の開発が必要であった。このレポートでは本開発の成果であるプリンタコントローラのハードウェアおよびソフトウェアについて紹介する。

Abstract

Along with expanding usage of digital still cameras, many users would like to print photos directly without using a PC. In order to maximize a laser printer's characteristics, we need to develop appropriate technologies.

Within this report, we would like to expose how we could meet this goal.

1 はじめに

近年、銀塩カメラに代わり、デジタルスチルカメラ（以下、デジタルカメラ）の普及が著しい。それに伴い、撮影した写真を手軽に印字したい、という要求が高まっている。その要求に応えるため、デジタルカメラの関連業界において議論が交わされ、デジタルカメラとプリンタを直接接続するための技術が開発され、標準化が進んできた。しかし、その技術はインクジェットプリンタとデジタルカメラの接続に限定され、レーザープリンタには適用されていなかった。

一方で、カラーレーザープリンタ関連の技術革新（低価格化、小型化）が進み、小オフィス、ホームユーザへの普及が始まった。さらに重合トナーによる高画質化により写真画質表現が可能となった。その結果、デジタルカメラとカラーレーザープリンタのダイレクト接続印刷のシーズが揃った。

そのシーズを活かし、本開発を行う事で、世界に先駆け、デジタルカメラから高速に直接印刷することができるカラーレーザープリンタを製品化することに成功した。

また本開発を実装したmagicolor2430DLカラーレーザープリンタは、2005年度CES（Consumer Electronics Show, 2005年1月 アメリカ・ラスベガスにて開催）の会期中に、Next Big Things賞を受賞することができた。

2 プリンタの構成

プリンタを構成する技術要素は、大きく2つに分けられる。それらは、1) 印刷するデータを処理するハードウェアとそれを制御するソフトウェアから構成されるプリンタコントローラ、2) コントローラにより処理されたデータを紙に印字するための機械部分（プリンタエンジン）である。(Fig. 1 参照)

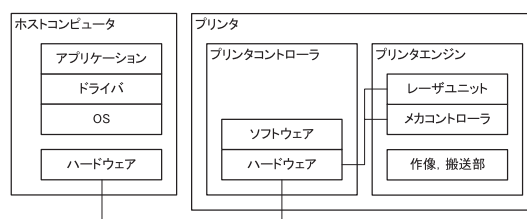


Fig.1 A block diagram of various printers

* Konica Minolta Systems Laboratory Inc.
(コニカミノルタビジネステクノロジーズ(株)より出向)

2. 1 プリンタコントローラ

プリンタコントローラは、ホストコンピュータからプリンタに送られるデータをプリンタエンジンにて印字可能なデータに変換する部分である。

すなわち、プリンタコントローラは、ホストコンピュータから、通信インターフェース（ネットワーク、USBなど）を通してデータを受け取り、受け取ったデータから印字するためのデータを取り出す通信プロトコル処理部、印字するためのデータをプリンタエンジンにて正しく印字するためのデータに変換する、ハードウェアとそのハードウェアを制御するソフトウェアから構成される。(Fig. 2 参照)

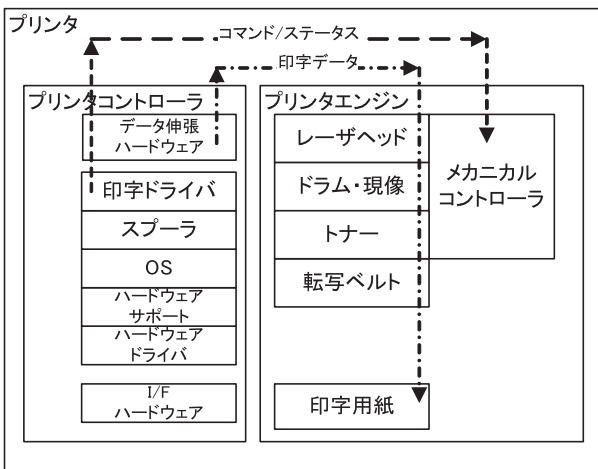


Fig.2 A block diagram of a printer controller

2. 2 プリンタエンジン

プリンタエンジンは、プリンタコントローラによって、変換されたデータを、実際に用紙の上に印刷する機械部分である。

3 デジタルカメラからの直接印刷

従来、プリンタは、ホストコンピュータからデータを送り印刷することを目的としていた。しかし、デジタルカメラの普及およびプリンタの高画質化とともに、デジタルカメラからのデータを直接印刷することもプリンタの重要な用途になりつつある。

3. 1 ユーザの視点

デジタルカメラの普及に伴い、撮影した画像を印字したい、という顧客からの要望が高まっている。銀塩カメラの場合は写真屋などがその役割（撮影した写真の印刷）を担っていたが、デジタルカメラの場合はその取り扱いの簡便さゆえ（現像する必要がない、など）、より簡便な印刷方法が求められた。

その要求に応えるべく、カメラ、プリンタ業界はいく

つかの提案を行った：即ち、1) PCを使う（デジタルカメラに添付されるソフトウェアを使う）、2) 専用端末を使う（Photo Kiosk）、3) メモリーカードを用いた方法（DPOF）、4) デジタルカメラからの直接印字、など。

それらのうち、4) の直接印字が、その簡便さ、わかりやすさ(直感的に理解できる)から、顧客からの支持を集め始めた。当初は、いくつかのメーカーが独自の規格を作り、互いに競っていたが、複数のカメラ、プリンタメーカーが共同し、標準的な印字方法を定め、その普及活動を行った。それがPictBridgeである。

3. 2 PictBridgeの特長

デジタルカメラとプリンタの直接接続印字において、複数機種間での接続性を確実にするためには、どのようにデータを送るか、を標準化する必要がある。それに加えて、ユーザがどのように使うことができるか、も取り決めておく必要がある。

PictBridgeでは、接続方法、インターフェース、データ形式やデータの送り方の標準化だけではなく、ユーザがデジタルカメラの表示部から印刷したい画像を選択し、その画像をどのように印字するか（用紙、サイズなど）を設定し、印刷を指示する、という操作方法も定めた。このPictBridgeでは、デジタルカメラ側の表示機能を使うことができるので、プリンタ側では画像を表示し、印刷を指示する機能は必要ない。また、あらかじめカメラとプリンタが双方の機能をやり取りするため、ユーザにとって使いやすい（直感的にわかりやすい）機能である。

3. 3 技術課題

デジタルカメラからプリンタに直接印刷するためには、いくつかの技術的な壁がある。例えば、1) プリンタコントローラハードウェア、ソフトウェアは、PCに接続することを前提に作られているため、そのままでは相互を直接つなぐことはできない、2) デジタルカメラ内部のデータは、RGBデータ（一般的にJpeg圧縮されている）であるが、カラープリンタが印字できるデータは、CMYKであり（Fig. 3 参照）、色の表し方が異なる、3)

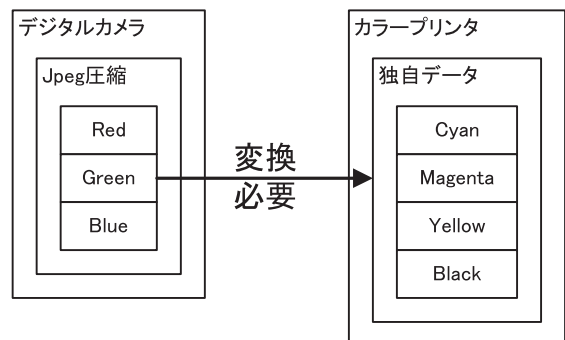


Fig.3 Data conversion between digital still cameras and printers

プリンタコントローラのソフトウェアは、内部処理に独自のデータを扱うように作られており、ホストコンピュータ以外のデバイスから接続性は考慮されていない、など。

PictBridgeをレーザープリンタに搭載するには、上記3点の課題をレーザープリンタの高速性を損なわない形で解決する必要がある。

3. 4 PictBridgeに関わる技術

3. 4. 1 ハードウェア

PictBridgeでは、カメラとプリンタを直接接続するために、USBを使う。ホストコンピュータからプリントする場合は、コンピュータがUSBホスト、プリンタがUSBデバイスである。一方、PictBridgeでは、プリンタをUSBホスト、カメラをUSBデバイスとする。カメラがすでに持っているUSBデバイスをそのまま使い、プリンタ側にカメラと接続するためのUSBホストを加えることで、直接接続を可能にした。

そのためにPictBridgeに対応するプリンタには、PCとの接続用のUSBデバイスに加えて、カメラ接続用のUSBホストを備える必要がある。

3. 4. 2 ソフトウェア

複数のデジタルカメラとプリンタの間の相互接続性を確保するために、標準的なデータの送り方（通信プロトコル）、データの形式（データフォーマット）を定める必要がある。

PictBridgeでは通信プロトコルとしてPTP（Photo Transfer Protocol）、データフォーマットとしてXML（Extensible Markup Language）を定めた。

PictBridgeに対応するプリンタでは、この定められた通信プロトコルとデータフォーマットを処理する必要がある。

3. 4. 3 データ処理

デジタルカメラ内部では画像データ（色）はRGBにて扱われ、一般的にそのデータはJpeg圧縮されている。一方、プリンタ内部では、CMYKにて扱われ、それぞれのプリンタ独自の方法にて圧縮されていることが多い。

PictBridgeは、カメラではデータの変換をせず、プリンタ側がカメラからJpeg圧縮されたRGBデータを受信することとした。

従って、PictBridgeに対応するプリンタではJpeg圧縮されたRGBデータを受信し、プリンタ用CMYKに変換する必要がある。

3. 5 レーザビームプリンタへの適用

このデジタルカメラからプリンタへの直接印字、PictBridgeをレーザービームプリンタに適用するためには、作像部（以下、エンジン）、トナー、プリントデータ作成部（以下、コントローラ）の双方の革新、開発が必要である。

エンジン側では、デジタルカメラによって撮影された写真画像を印字し、顧客が期待する画質を再現するための画質再現性能の開発、写真印刷用の用紙に印字するための用紙搬送性能の開発が必要である。

トナーは、カラー写真を印字するに適した、高画質、高カラー再現性を実現するためのトナー開発が必要である。

コントローラ側では、上記のPictBridgeに対応するためのコントローラハードウェア、ソフトウェアの開発が必要である。特に、他のプリンタ（インクジェット、熱昇華型）とは異なり、高速な印字が可能であるレーザービームプリンタを駆動するために、PictBridgeに必要な機能を高速に処理するための工夫が必要となる。

3. 6 プリンタエンジン側の進歩

写真画質を実現するためにはプリンタコントローラのみならずエンジン側の進化が重要であった。本項でエンジン側の進歩について述べる。

3. 6. 1 エンジンの改良

コニカミノルタでは、レーザービームプリンタの高画質化、高性能化に積極的に取り組んできた。その成果が実を結び、magicolor2430DLに適用されたエンジンは、レーザービームプリンタが従来から得意としてきたオフィス文書印字に加え、写真画像印字にも使用可能となった。さらに、設置面積において市場投入当時世界最小のプリンタエンジンを提供することで、一般オフィスのみならず、ホームオフィス、家庭でも導入可能なプリンタを作ることができた。

3. 6. 2 トナーの改良

近年、コニカミノルタが投入したレーザービームプリンタに投入した重合法トナーは、トナー粒子の形状（球形）、粒子の大きさがそろっている（従来の粉砕法トナーに比べて）いることから、色再現性にすぐれており、写真画像印字に適している。

4 コントローラの改良

PictBridgeの実装に必要なコントローラ技術について、デジタルカメラからカラーレーザービームプリンタに直接印字するための本開発での成果を述べる

必要な技術をまとめた技術マップをFig. 4に示す。以下、今回、magicolor2430DLにPictBridgeを搭載するに当たって、新規に開発した技術を紹介する。

また、これらの機能を実装したコントローラのブロック図をFig. 5に示す。

4. 1 USBホストI/F

magicolor2430DLでは、いままでのレーザービームプリンタにはなかった、デジタルカメラからのデータ受信用の

I/F, USBホスト（準拠）I/Fを搭載した。このI/Fにより、デジタルカメラとプリンタを直接接続することができる。

Magicolor2430DLを設計するにあたり、このUSBホスト機能を専用IC（SoC: System on Chip）として開発した。

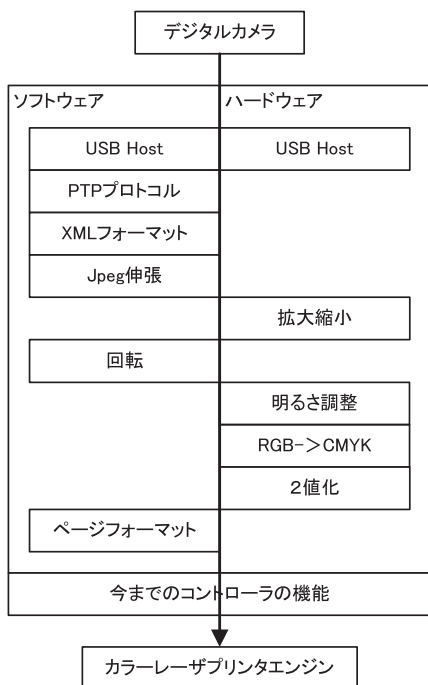


Fig.4 A technology map of PictsBridge

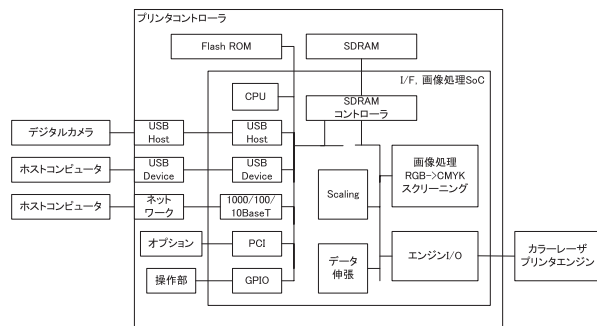


Fig.5 A block diagram of the PictBridge function

4. 2 PictBridgeデータの処理

PictBridgeに対応したデータを受信するために、PictBridgeにて採用されたPTPというプロトコルを、ソフトウェアに実装した。

4. 3 データ処理

デジタルカメラからの画像データを、レーザービームプリンタにて印字するために必要とされる、以下のデータ処理を搭載した。1) Jpeg伸張, 2) 明るさ・鮮鋭化調整, 3) 拡大・縮小, 4) 回転, 5) RGB->CMYK変

換, 6) 2値化, 7) 特殊対応。

それら画像処理技術の概略、および、実際にmagicolor 2430DLに対してどのように実装したかを以下に示す。

4. 3. 1 Jpeg伸張

Jpegデータを伸張する機能を、ソフトウェアに実装した。ハードウェア化することも検討したが、開発に着手した時点での開発工数、製品のコストを検討した結果、今回はソフトウェアにて実装することとした。

結果として、このJpeg伸張をソフトウェアにて行うことがある程度（数M Pixel）以上の画像を印字する場合には、速度的なネックになることが考えられた。

しかし、magicolor2430DLを使つての評価結果では、実用上十分な処理速度が得られている。

4. 3. 2 明るさ・鮮鋭化調整

デジタルカメラからのデータをそのまま印刷すると暗めになることが多い（データを忠実に印刷すると、トナーを多めに使うことになるため）。また、デジタルカメラの画像は、銀塩カメラの画像に比較するとどちらかというところぼやけた画像になりがちである（特にコンパクトデジタルカメラにて撮影した場合）。

それらを補正するため、デジタルカメラからのデータを忠実に再現するのではなく、明るめに変換し、同時に鮮鋭化を施す画像処理をハードウェアにて搭載した。

Magicolor2430DLでは、この機能を使うかどうか、ユーザが選択することができる。

4. 3. 3 拡大・縮小

用紙サイズに合わせたり、希望の大きさにそろえるため、拡大・縮小機能を搭載している。この機能は、ハードウェアにて実装しており、高速に処理を行うことができる。

magicolor2430DLでは、大きな用紙（A4, Letter）などに印字をしても、従来のPictBridgeプリンタに比べると、非常に高速処理、印字すること（従来機にて1分以上かかったものを、十数秒にて処理）ができる。

4. 3. 4 回転

デジタルカメラでは、一般的に画像は横長の向きにて撮影することが多い。一方、プリンタでは、一般的に縦長の向きにて印刷される。その結果、カメラからのデータをそのまま印字すると、縦横が入れ替わった画像が印字される。この問題を解消するために、画像を回転させる必要がある。

magicolor2430DLでは、この画像回転はソフトウェアにて実装した。設計段階ではハードウェアにて実装することも検討したが、コスト、リスクを勘案し、ソフトウェアにて実装することとした。

4. 3. 5 RGB->CMYK変換（色変換）

デジタルカメラにて扱われているRGB（光の3原色）を、プリンタにて印字に使用するCMYK（色の3原色+黒）に変換する。その際には、デジタルカメラにて撮影され

た色(RGBデータ)を、プリンタにて印刷する色(CMYK)にて如何に再現するか、を考慮したカラーマッチング技術が必要である。

この変換には、RGB 3次元のデータから、CYMKの3次元+1次元に変換するための複雑な計算を要するため、ハードウェアにて実装した。実装した色変換アルゴリズムは、コニカミノルタの開発した、独自のカラーマッチングを使用している。

4. 3. 6 2値化 (ハーフトーン化)

デジタルカメラにて扱われている1ピクセル(画素)あたり多値(一般的にRGB各8ビット、1ピクセルあたり約1,600色を表現できる)データから、一般的なレーザービームプリンタにて扱われる1ピクセルあたり2値(レーザーをOn/Offのみ)に変換する。

この変換には、ピクセルごとの演算が必要であるため、ハードウェアにて実装した。

4. 3. 7 特殊機能

PictBridgeの特色である“写真画像の印字”を活かすために、コニカミノルタ独自の機能として、次のような機能を搭載した。1) レーザビームプリンタ初のふちなし印字：切り取り線の入った写真用紙を使用することによる、2) N-up, 高速複数写真印字：ハードウェア処理の高速さを使い、他のプリンタではまねのできない高速複数枚印字を実現した。

4. 4 性能 (特に処理速度)

実際に、デジタルカメラから印字した場合の処理速度の比較をTable 1に示す。

Table 1 A comparison of processing speeds
(<http://konicaminolta.jp/products/business/printers/laser/color/magicolor2430dl/index.html>より引用)

印刷速度比較			
	1UP (画像1)	2UP (画像1・2)	4UP (画像1~4)
magicolor 2430DL	2分8秒	2分43秒	5分33秒
E社 インクジェット	33分54秒	5分4秒	2時間 38分57秒
C社 インクジェット	11分4秒	—	—

<印刷環境>

プリンタ画質設定：magicolor2430DL (600×600dpi) /
C社(普通) / E社(高速)

その他設定：Default

用紙：普通紙(A4サイズ)

<測定環境>

使用カメラ：デジマージュA2

Image Size：3264×2448pixel

Quality：FINE

画像1：4.2MB, 画像2：3.6MB, 画像3：3.13MB

画像4：4.94MB

このように、magicolor2430DLの出荷当時では、他とは比較にならない圧倒的な処理速度を誇った。

4. 5 他機種への展開

上述の技術は、magicolor2430DLに特化することなく、技術モジュールとして切り出すことができる。例えば、magicolor5440DLでは、この切り出した技術モジュールを、PictBridge対応していないプリンタコントローラに追加することにより、PictBridge対応プリンタとすることができた。(Fig. 6 参照)

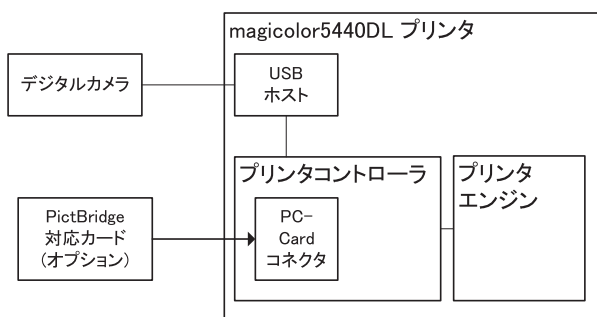


Fig.6 An example of another implementation

さらに、他の実装例として、今回開発したPictBridgeのソフトウェアのみを切り出し、他の開発チームに提供することにより、magicolor5450 (Emperonモデル)にソフトウェアのモジュールとして実装することができた。

このように、今回開発した技術は、固有の機種に特定化された技術ではなく、広く一般的に利用できる技術として開発することができた。

4. 6 PictBridge実装のまとめ

上述の技術をハードウェア、ソフトウェアに分けて最適化実装することにより、magicolor2430DLはその製品化当時、世界最高処理速度を誇るPictBridgeプリンタ、とすることができた。

このハードウェアを開発する際には、技術開発協力会社とともに仕様の決定、実際の開発を行い、さらにコニカミノルタ独自の技術(例えば、画像変換)を導入し、他に例の無い、独自の機能を持った技術を開発することに成功した。

4. 7 将来への課題

さらに最適化を重ねることにより、高速な処理を行うことができる。

magicolor2430DLの製品化の経験からさらなる改良の余地は十分にあり、今後、それらの改良点を明確化し、次の機種に展開していく所存である。

5 おわりに

本稿はPictBridgeの技術を開発しmagicolor2430DLへの実装を行って、カラーレーザープリンタの高速性のさらなる活用事例を示したものである。また本開発の成果は、今後、複数機種への展開が可能であるとともに、一層の改善が期待される。

●参考文献

- 1) PictBridge カメラ映像機器工業会 CIPA
http://www.cipa.jp/pictbridge/index_j.html