

bizhub PRESS C1070 システム開発

Development of the bizhub PRESS C1070 Digital Production Printer

栗原 進*
Susumu KURIHARA

近藤 克次*
Katsuji KONDOU

要旨

プロダクションプリンティングの市場において、近年、各社が新製品を投入し、競争が激化してきている。特に CRD (Central Reprographics Department : 企業内集中印刷) や PFP (Print For Pay : プリントショップ) に代表されるライトプロダクションからミッドプロダクションに跨る領域においては、各社の積極的な拡販策により、価格下落が著しい。そのため、仕様・性能に加え、コスト競争力が製品開発の重要要素となってきた。一方で、より大量の印刷が行われる CP (Commercial Print : 商用印刷) 等のヘビープロダクションの領域においては、オフセット印刷の置き換えを狙える高画質・高パフォーマンスが求められる。そこで、プロダクションプリンティング全領域をカバーする、競争力の高い製品を上市すべく、コストとパフォーマンスを両立した全領域共通の制御プラットフォームを開発した。

新プラットフォームは、プリントコントローラとプリントエンジンの一体化 (以下 AIO : All In One) と、データフローの刷新による部品点数の大幅な低減を達成した上で、AIO 化によるリソース競合を解決することで、コスト競争力とパフォーマンスの両立を達成した。

さらに、プリンターの個体差や環境変動によるカラーバランスの変動に対して、定期的なカラープロファイル作成などの専門的な色管理作業を必要としない、簡単な作業でカラーバランス補正が可能な新機能を開発し、搭載した。

コスト、パフォーマンスおよび高安定性を実現した新プラットフォームを搭載した、コニカミノルタ初のプリントエンジン・コントローラ一体型のプロダクションプリントシステム bizhub PRESS C1070 について、その特徴と詳細技術を報告する。

Abstract

In the production printing market today, competition is intense as competing companies launch new products one after another. In the light production market, which includes CRDs (central reprographics departments) and PFP (print-for-pay) facilities, prices have declined remarkably, so that, in addition to function and performance, cost competitiveness has become an important factor in product development. Meanwhile, in the CP (commercial print) market, which deals with heavy volume printing, high quality image output and high speed performance aimed at replacing offset print machines is in demand.

Therefore, we created the bizhub PRESS C1070 digital production printer to serve the overall production printing markets, from light to heavy production. The bizhub PRESS C1070's new control platform achieves both cost competitiveness and high speed print performance by integrating the print controller and the print engine into an AIO (all-in-one) image processor. The resultant great decrease in the number of electrical parts meant a dramatic drop in cost due to the AIO's reform of data flow, while resource competition within the AIO was resolved.

Further, we developed a new function which enables the correction of color balance fluctuations inherent in the individuality of printers and changes in environment. With a simple operation, this new function achieves color correction in which specialized color management, such as the regular preparation of color profiles, is no longer needed.

Supporting all of the production printing markets, the bizhub PRESS C1070 is the first of Konica Minolta's digital production printers to employ an AIO image processor, a feature that will be incorporated in all future Konica Minolta digital production printers. The bizhub PRESS C1070 meets today's demands for increased productivity, high image quality, greater reliability, ease of operation, and low cost.

* 開発本部 PPシステム制御開発センター PPコントローラ開発部

1 はじめに

bizhub PRESS C1070システム（以下、本システム）は、ライトプロダクション領域をターゲットに、高信頼性・低CPP（Cost Per Print：プリントコスト）を追求する新エンジンであり、以下の特徴が挙げられる。

- (1) 部品点数削減による低価格
- (2) 高い生産性とメディア対応力
- (3) 高画質・安定性
- (4) エンジン・コントローラ連携による操作性向上
- (5) 多彩なインライン後処理装置

これらを支える制御システムとして、プロダクションプリンティング全領域をカバーする新しい共通プラットフォームを開発した。この新プラットフォームの特徴である、AIO化による大幅なコスト競争力強化、データ高速化技術による高パフォーマンスの確保、さらに機械間差の補正を実現した新カラーマネージメントシステムについて説明する。



Fig. 1 The bizhub PRESS C1070.

2 コスト競争力強化

2.1 画像データフロー刷新

Fig. 2 に前任機の画像処理部のハードウェア構成図を示す。

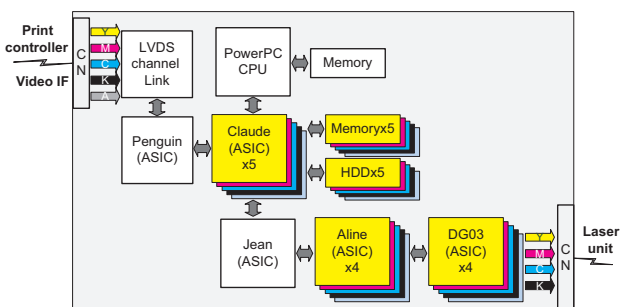


Fig. 2 The image processor of the earlier C7000, which achieved color imaging with a frame sequential method. Our aim was to reduce the great number of parts such as the ASICs, memory, and HDDs.

このハードウェアではモノクロ単色処理を展開し、色ごとの処理を行う面順次処理によりカラー化を実現していたため、ASIC、Memory、HDD等の部品点数の削減が課題となっていた。本システムでは、各色同時処理を行う点順次処理（Fig. 3）により、ASICを集約し、その部品点数を9種22点から4種5点へ削減した。

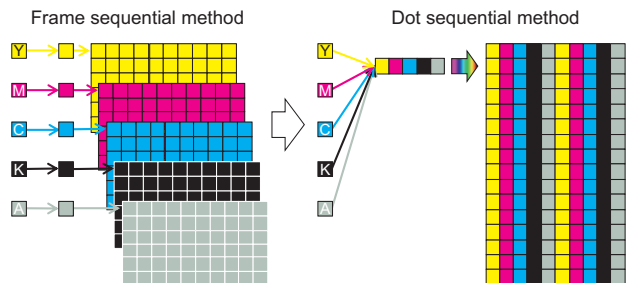


Fig. 3 The bizhub PRESS C1070 employs a dot sequential method by which the number of parts in the image processor was reduced.

さらに、BUSにPCI Express Gen.2, 8レーン、画像メモリにはDDR2を採用し、高速データ転送を可能とすることで1200dpi, 8bitの大量データに対しても、100ppmのプリント速度までカバーできる画像データフローを構築した。

2.2 システム統合

次に、ハードウェアが重複するエンジンとコントローラのシステム統合を行い、重複ハードウェアの排除による大幅なコストダウンを実施した。システムレベルでは、制御部・画像処理部・HDDがそれに該当する。Fig. 4 に本システムのハードウェア構成図を示す。CPUにIntelの最新プラットフォームを採用し、処理能力の向上を行い、コントローラASICの機能をエンジンASICに取り込んだ新規ASICを開発することで、システム統合を行った。

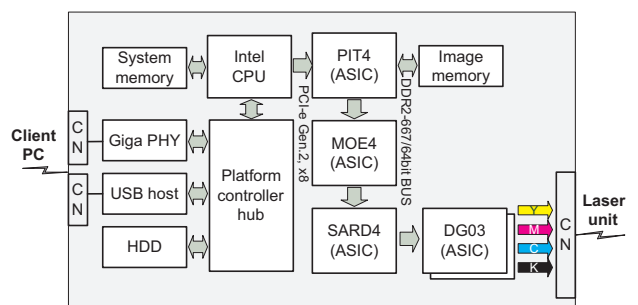


Fig. 4 Block diagram of the C1070 image processor, with an integrated print controller and print engine. A great savings in cost was realized.

以上の画像データフロー刷新によるASIC部品点数の削減と、システム統合によるエンジンとコントローラの重複ハードウェアの排除により、前任機に対して大幅なコスト削減を達成した。

3 高パフォーマンス

次に、新ハードウェアにおけるパフォーマンス確保について説明する。

3.1 ソフトウェアの統合

Fig. 5 に前任機と本システムのソフトウェアブロック図を示す。ハードウェアのシステム統合に伴い、エンジンとコントローラのソフトウェアを統合する必要がある。責務の異なる独立したソフトウェアの統合では、それぞれの構成を維持し、実行プロセスも独立させることで、従来の資産をベースとした上で、最適化を図った。

最適化にあたっては、CPU、HDDなどの同一リソースを共有しながら、パフォーマンスを達成することが課題となる。ここではCPUのタスク処理と、HDDアクセスの高速化について、それぞれ説明する。

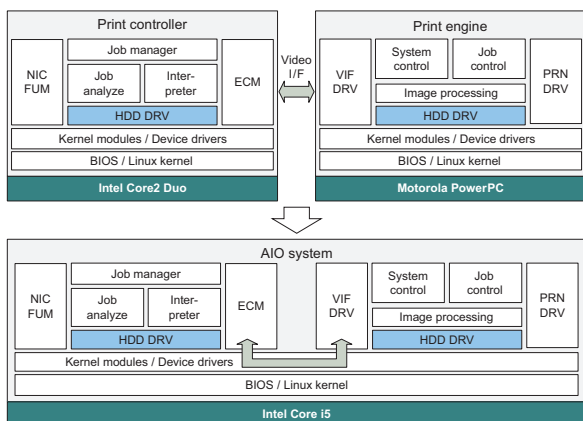


Fig. 5 The separate print controller and print engine of the C7000 (upper), and the AIO integrated print controller and print engine of the C1070.

3.2 タスク処理

タスク処理は、限られたCPU資源で、各タスクの要求を満たすことが求められる。Fig. 6 に、エンジンとコントローラのCPU利用状況を示したチャートを示す。

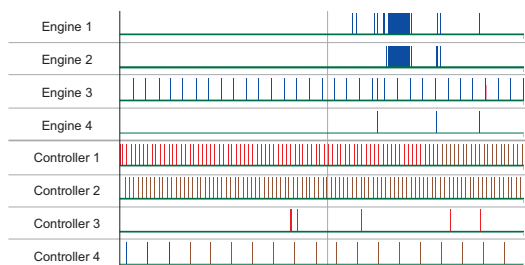


Fig. 6 Operation chart of the CPU serving the print engine and the print controller. The chart shows differences in service use depending on software.

エンジンは特定のタイミングで、極めて高い頻度でCPUを利用しているのに対して、他のタイミングでの利用はまばらである。これは、生産性確保のために、所定

の時間内に多くの処理を必要ためであり、高いリアルタイム性が求められている。一方でコントローラは継続的にCPUを利用している。これは、描画処理で膨大な量のデータ処理が必要なためであるが、エンジンほどのリアルタイム性は要求されていない。

今回採用したIntel CPUは4つのコアで構成されている。そこで、エンジンには優先順位の高い1つのコアを割り当て、リアルタイム性を実現し、コントローラには複数のコアを割り当て、マルチスレッド化による並列処理を可能とし、RIP (Raster Image Processing) 処理の高速化を可能とした。

これにより、それぞれの要求を満たしたCPUリソースの割り当てを行うことができた。

3.3 HDDの高速化

Fig. 7 にHDDアクセス部のソフトウェア構成図を示す。エンジンは高速な画像アクセスのために、直接アドレスを指定する独自のファイルシステムが必要である一方、コントローラはRIP画像生成のために、汎用的なファイルシステムが必要である。この2つのファイルシステムの混在を可能とするために、1つのデバイスに対して2つの入力を管理するHDDデバイスドライバを開発した。

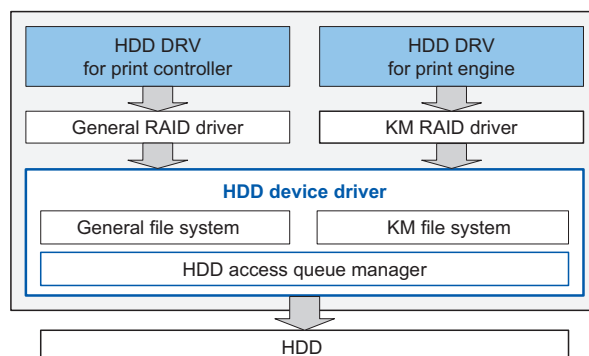


Fig. 7 Software and data flow for HDD access. The KM RAID driver and HDD access queue are newly developed features.

さらに、HDDアクセスキューの管理をFIFO (First In First Out) 構造から、エンジンアクセス優先のキュー管理に変更した。コントローラの定期的なアクセスの間にエンジンのキューを優先的に割り込ませてもトータルとしてコントローラの処理速度は低下しない。これにより、コントローラの処理を低下させず、エンジンの要求値を達成した。

3.4 バリャブル印刷対応

プロダクションプリンティングでは、通常印刷に加え、同一のテンプレートで1つ1つ異なるデータを印刷する高速なバリャブル印刷が求められる。

Fig. 8 に、通常印刷時とバリャブル印刷時のデータフローを示す。バリャブル印刷では、可変オブジェクトや再利用オブジェクトとの合成を行いながら出力するため、

通常印刷時より頻繁にHDDへのアクセスが行われる。そのため、全体処理速度向上にはHDDアクセス低減が課題となる。

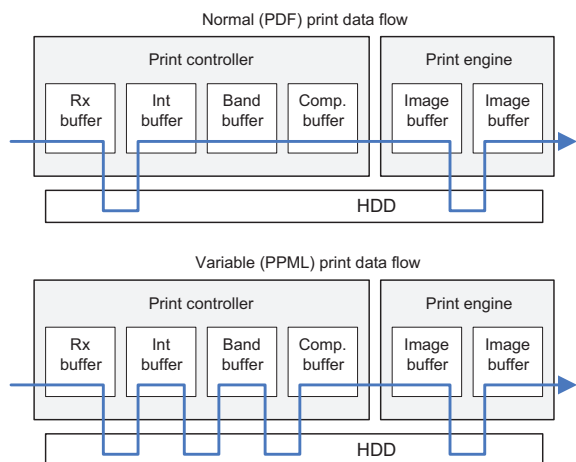


Fig. 8 Comparison of conventional HDD access print data flow versus variable print flow. In each, a reduction of print engine HDD use is required to increase total processing speed.

本システムでは、処理優先順位の高いエンジンでのHDDアクセスを低減することにより、RIP (Raster Image Processing) 処理速度を向上し、全体処理速度の向上を図った。

前任機では、エンジンが受信した画像データは一旦HDDへ保存され、出力時の画像要求に応じHDDから読み出されていた。本システムでは、メモリ上に画像保存のための特定領域を設けることにより、HDDアクセスを低減した。具体的には、コントローラから受信した画像データのHDD保存と並行し、その特定領域にも保存を行う。出力時の画像要求に対し、特定領域から読み出しを行うことで、HDDアクセスを半減し、コントローラでのサービス利用機会を増やし、RIP処理速度の向上を可能にした。

3.5 プリント速度性能比較結果

測定には、プロダクションプリンティング全領域をカバーするプリント速度性能を検証するために、印刷速度を100ppmまで向上させたエンジンを用いた。プリント速度測定は、アプリケーションから印刷を開始し、先頭頁排紙完了から最終頁排紙完了までの時間を測定し算出した。

その結果、AIO構成で1200dpi, 8bit, 100ppmが達成できていることを確認し、さらにミッドプロダクションで競合するコントローラ外付け型他社機と比較しても、同等以上のプリント速度性能を達成していることを確認した。

Fig. 9に、RIP速度がエンジンのプリント速度を下回る複雑なチャートを用いたプリント速度の測定結果を示す。これらのチャートにおいても、競合他社機以上のプリント速度性能を達成している。

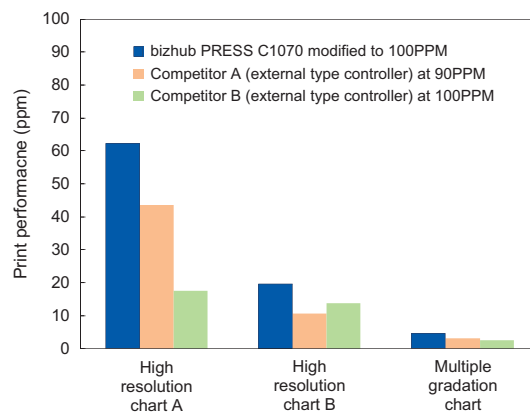


Fig. 9 Measurements of print performance using a complex image chart.

Fig. 10には、バリエブル印刷時の測定結果を示す。前任機では、再利用オブジェクトや可変オブジェクトの多いチャートや、再利用オブジェクトの面積が大きいチャートで、エンジンのプリント速度を下回っていたが、それらのチャートでも100ppmを達成した。

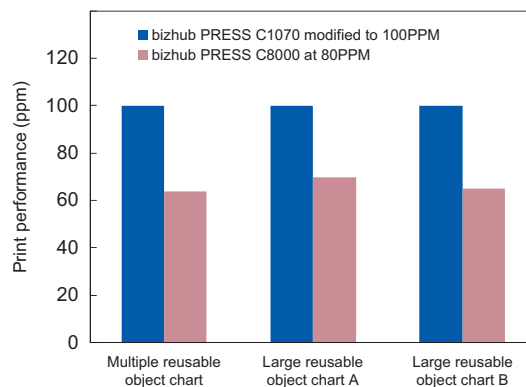


Fig. 10 Measurements of print performance using a variable printing chart.

今回開発した新プラットフォームは、画像データフローの刷新とシステム統合による大幅なコスト競争力強化と、ハードウェア・ソフトウェア両面からの高速化により競合他社を上回るプリント速度性能を達成した。

4 高画質・高安定性

4.1 Exact Color

プロダクションプリンティングの分野では、出力物が最終納品物となる。そのため、出力物の色は正しく、安定であることが求められる。また、複数のPP機を運用している場合には、それぞれの出力物の色が相互に同等であることが重要である。

しかし、プリンターの個体差や季節による温湿度変化によって変動する場合があります。それに対して日常的なプリンターの色管理作業であるCMYK各単色階調の補正(キャリブレーション)が、カラーバランスの変動には対応できないという課題があった (Fig. 11)。



Fig. 11 Conventional calibration calibrates primary color gradations only, and is unable to calibrate color balance deviations.

従来、カラーバランスの変動を修正する有効な対策は、定期的にカラープロファイルを作り直すことだけであった。

しかし、プリンタープロファイルの作成には、ISO-12642 (928色) やISO-12642-2 (1617色) など、多数のカラーパッチ測定が必要となり、大変な手間である。また、カラープロファイルの作成は、色管理の専門的な作業のため、一般的なユーザーでは十分な対応は困難であった。

そこで我々は、カラープロファイルの作成よりも作業が簡単で、かつ、同程度のカラーバランス補正性能を持つ新機能としてExact Colorを開発することとした。

前述のとおり、カラープロファイルの作成作業では少なくとも1000点近いカラーパッチの測定が必要となるのが一般的である。我々は、作業負荷の軽減には測定するカラーパッチの数を減らすことが必須と考え、測定パッチ数の削減を行った。

プリンターのカラーバランス変動はCMYKの4色それぞれで独立に起こりうるため、本来はカラープロファイルと同じようにCMYK4色組み合わせ全てについてのカラーバランス補正が必要である。しかし我々は、印刷物の色を認識する場合、明暗の変化よりも色合いの変化の方が認識されやすいことに着目し、CMYの組み合わせは個々に補正するが、Kについては単色の階調のみを補正することにした (Fig. 12)。

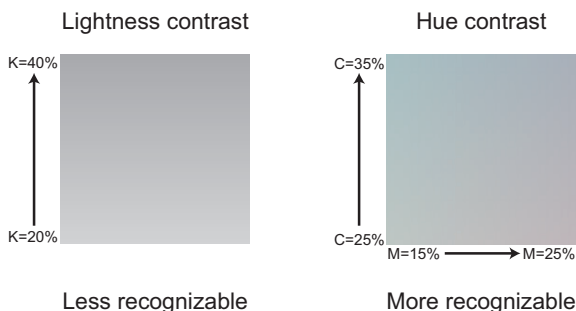


Fig. 12 Contrast recognition of lightness is more difficult than that of hue.

しかし、高速通紙を安定に行うために色変換の後段で実施している最大トナー量制限計算との組み合わせにおいて、全ての色を正しく補正できなくなるという課題が生じた。

Fig. 13 は我々の最大トナー量制限計算 (TL) の例であるが、入力色のCMYが双方とも同じ C_1, M_1, Y_1 の組み合

わせであっても、 K_1 および K_2 のようにKの値が異なる場合、最大トナー量制限計算後のCMY値は違うものになる (例: C_3, M_3, Y_3 と C_4, M_4, Y_4)。この最大トナー量制限計算は色彩値を元にした計算ではなく、同じCMY入力値から算出された C_3, M_3, Y_3 と C_4, M_4, Y_4 は同じ色にはならないが、通常のICCプロファイルを用いた色調整においては、CMYK4色の各組み合わせ毎に色を調整でき、特に問題はない。

ところが、CMY組み合わせの補正とK単色の補正を分離したことにより、Fig. 13の C_1, M_1, Y_1 は正しく補正できるが、その後に行われる最大トナー量制限計算が色彩値に基づいた計算ではないため、 C_3, M_3, Y_3 や C_4, M_4, Y_4 に対応する出力色双方を正しく補正できなくなってしまう。

$$TL(C_1, M_1, Y_1, K_1) = C_3, M_3, Y_3, K_1$$

$$\updownarrow$$

$$TL(C_1, M_1, Y_1, K_2) = C_4, M_4, Y_4, K_2$$

Fig. 13 TL: An example of calculation of maximum toner amount limitation. The CMY coordinates vary with differences in the K value.

我々は、この課題に対応するため、以下の手順により、補正用データの取得はCMY組み合わせとK単色にて行うが、そのデータを元に、CMYK4色の組み合わせ毎に補正できるCMYK補正LUTを作成しなおす仕組みを考案し、測定パッチ数の削減と正確な補正を両立することに成功した (Fig. 14)。

1. CMYK値 C_A, M_A, Y_A, K_A の最大トナー量制限後の出力値 C_B, M_B, Y_B, K_A を求める
2. C_B, M_B, Y_B に対する補正值 C_C, M_C, Y_C をCMY補正LUTにより求める
3. K_A に対する補正值 K_B をK補正LUTにより求める
4. C_C, M_C, Y_C, K_B が解となる最大トナー量制限計算前のCMYK値 C_D, M_D, Y_D, K_B を求める
5. 出力値 C_D, M_D, Y_D, K_B が入力値 C_A, M_A, Y_A, K_A に対する補正結果となるCMYK補正LUTを作成する

1. $TL(C_A, M_A, Y_A, K_A) = C_B, M_B, Y_B, K_A$
2. $Correction(C_B, M_B, Y_B) = C_C, M_C, Y_C$
3. $Correction(K_A) = K_B$
4. $TL^{-1}(C_C, M_C, Y_C, K_B) = C_D, M_D, Y_D, K_B$
5. $Correction(C_A, M_A, Y_A, K_A) = C_D, M_D, Y_D, K_B$

Fig. 14 Calculation of CMYK correction table from CMY and K correction tables.

以上の対応によりパッチ数の削減が可能となり、従来ハンディタイプの測色器を使った場合、プロファイル再作成では一回の測定に30分以上要していたところ、測定パッチ数の削減により、一回の測定時間を10分以内でできた。

この補正用LUTの作成は全てウィザードベースのアプリケーションとし、専門的な知識の必要なく実施可能とした。また、補正用LUTはコントローラ内で通常の色変換と同時に自動で適用することとし、通常の実出力操作ではオペレーターが追加の操作をする必要がない機能とした。

我々の検証結果では、各プリンターの出力色調の差を平均色差で1.5以内に収められており、PP機のカラーバランス変動、色調個体差補正の機能として十分な性能を備えていることを確認している。

以上のとおり、従来のPP機では、カラーマネージメントの専門知識と手間が必要だった、機械間差やカラーバランスの補正を、スキルレスかつ手軽に、しかも高精度に実現することができた。

5 まとめ

bizhub PRESS C1070は、他社に先駆けて、本格プロダクションプリンティング機で初めてAIO構成を実現した製品である。

ライトプロダクションにおけるコスト競争力と、ヘビープロダクションにも対応できる高いパフォーマンスを兼ね備える新しいプラットフォームは、今後の多様な市場要望に応え、顧客満足度に貢献するシステムを支えることができる。

また、高画質・高安定性技術についても、今回紹介したExact Colorの他に、2400dpiスクリーン処理や、多次色の色彩補正など、他社に先駆けた先端技術を次々と製品に搭載した。

今後は更に高いレベルでの機能・性能の向上により、顧客価値を高め、技術の社会貢献を図っていきたい。