

マルチウェイフィルムスキャナー Qscan の開発

Development of Qscan, Multi Way Film Scanner

星野 康*
Hoshino, Yasushi

藤沢 敏喜*
Fujisawa, Toshiki

宮内 幸晴*
Miyauti, Kohsei

Recently, the trend of digitization has been emphasized, especially in consumer market.

This report is about the film-scanner for consumer market developed, according to digitizing trend, with full use of Konica technology in photosensitive image, optics, and miniturization.

1 はじめに

近年、画像分野のデジタル化の波が急速に押し寄せてきている。特にここ1～2年の傾向はコンシューマー領域での伸長であろう。

この傾向に歩調を合わせるかのように、Advanced Photo System (以下 APS) 対応カメラが、96年4月、全世界一斉に発売された。APSは磁気情報記録、カートリッジでの現像済みフィルムの返却等、デジタルとの親和性の高いシステムである。

このような機会を捕らえて、当社の感材画像技術、光学技術、小型化技術といった経営資源を融合し、有効活用できるフィルムスキャナーを開発したので報告する。

Fig. 1 に Qscan の外観を示す。

2 仕様

我々の開発のねらいは、「写真の新しい楽しみ方」を一般ユーザーに提供することであった。そのために必要な条件を以下に示す。

- ① 普及価格帯の実現 (10万円以下の定価)
- ② 簡単操作
- ③ 135フィルム、APS兼用機

①に関しては、一般ユーザーが出力して楽しむプリントサイズをはがきからA4サイズと定め、写真ライクな高画質画像を維持しうる分解能を1200dpiと定めた。この分解能はフォトCD規格での4BASEに相当する。



Fig. 1 Konica Qscan

さらに後述するように様々な自動化をソフトウェアにより実現し、大幅なコストダウンを図った。

②に関しては、一般ユーザーの主たる原稿はネガフィルムであることを前提に、自動色変換を含む、様々な自動化によりユーザーフレンドリーなドライバーソフトを開発することにより実現した。なお本ドライバーはWindows 3.1及びWindows 95に対応している。

③に関しては、簡単操作が実現でき、将来性のあるAPSに加え、未だ主流である135フィルムにも対応した。構造的には、135フィルムの機構をベースに、現像済みフィルムをワンタッチでセットできるAPS専用フィルムキャリアを開発することにより、簡単操作とともに兼用機構を実現した。このAPS専用フィルムキャリアは、カメラのフィルム給送機構が応用され、兼用機でありながら小型化を実現している。

Fig. 2 に Qscan の仕様を示す。

使用原稿	J135フィルム：ストリップ及びマウントフィルム IX240フィルム
読み取り範囲	J135：26×36mm IX240：18×30mm
最大解像度	1200dpi
読み取り有効画素	J135：1134×1701画素 (約190万画素) IX240：756×1323画素 (約100万画素)
フォーカス	固定
照明光源	RGB蛍光管
スキャン方式	RGB光源切替ワンパススキャン
A/Dコンバーター	10bit
階調表現	RGB各色8bit
色補正	自動 (マニュアル調整可能)
スキャン時間	J135 1200dpi時：70秒
インターフェース	SCSI
対応PC	PC/AT互換機
対応OS	Windows 3.1及びWindows 95
大きさ/重さ	120×140×295mm/約2.5kg
メーカー希望小売価格	78,000円

Fig. 2 Qscan仕様

*カメラ事業部商品開発グループ

3 Qscan の基本構成

APS フィルムの制御を Fig. 3 のブロック図を参照して解説する。

駆動系はキャリアを制御するステッピングモーター M1 とステージ全体を駆動するステッピングモーター M2 からなる。APS キャリアは M1 により、通信切片接続位置まで位置制御され、その後はこの位置を固定とし、M2 によりスキャン制御がなされる。

最大スキャン分解能は主走査方向 1200 dpi、副走査方向 2400 dpi を有している。

135 フィルムの場合は M1 により、駒送り制御及びプレスキャン制御がなされるが、APS フィルムの場合は通信制御を行いながら、キャリア内の制御基板により駒送り制御等がなされる。

キャリア位置制御及び駒送り制御がなされた状態で、ランプ照射が行われる。本方式は色にじみの無い、RGB の順次露光を採用している。この露光時間は、後述する自動フィルム認識及び自動色変換のために RGB 毎に独立して決定される。

光学系は色再現に優れた、広角系 (f = 29 mm) のレンズを採用することにより、焦点調節を不要とした。

フィルムの透過光は CCD により光電変換され、10 bit の分解能で A/D 変換される。この画像データはバッファ RAM に記憶されると共にシェーディング補正等の補正が行われた後、有効な 8 bit データが出力される。インターフェースは転送速度を考慮し、SCSI を採用した。このインターフェースを通じ、後述するドライバーソフトによりユーザーフレンドリーな操作を実現した。

4 ドライバソフト

Qscan の開発にあたって、最も重要なのはドライバーソフトの開発である。特に一般家庭のユーザーを対象とするフィルムスキャナではドライバの機能、性能、操作性が鍵になる。

Qscan では、スキャナーの業界標準である TWAIN 仕様を採用し、Windows 95 対応である最新の version 1.6 にもいち早く対応したため、数多くのアプリケーションから使うことを可能にしている。

また、カラーネガフィルム、ポジフィルム、白黒フィルム、マウントされたポジフィルム、IX 240 フィルムを自動的に判別する自動フィルムタイプ認識アルゴリズムを新規に開発し、初心者でも誤りなく簡単に操作できるように配慮した。

さらに、いままでのフィルムスキャナーは、ネガフィルムをスキャンするには、設定に複雑な操作が必要であったが、Qscan ではこれを当社独自の自動色変換技術で自動化し、初心者でも簡単にスキャンができるようになっている。

これらのドライバーソフトは C 言語で 2 万行におよぶ規模で、内訳は以下のとおりである。

4798 行 (22%)	TWAIN プロトコル制御
3161 行 (14%)	自動色変換
2488 行 (11%)	画面表示
1877 行 (9%)	スキャン制御
1323 行 (6%)	自動フィルム種類認識
917 行 (4%)	SCSI 関連
7265 行 (34%)	その他
21829 行 (100%)	合計

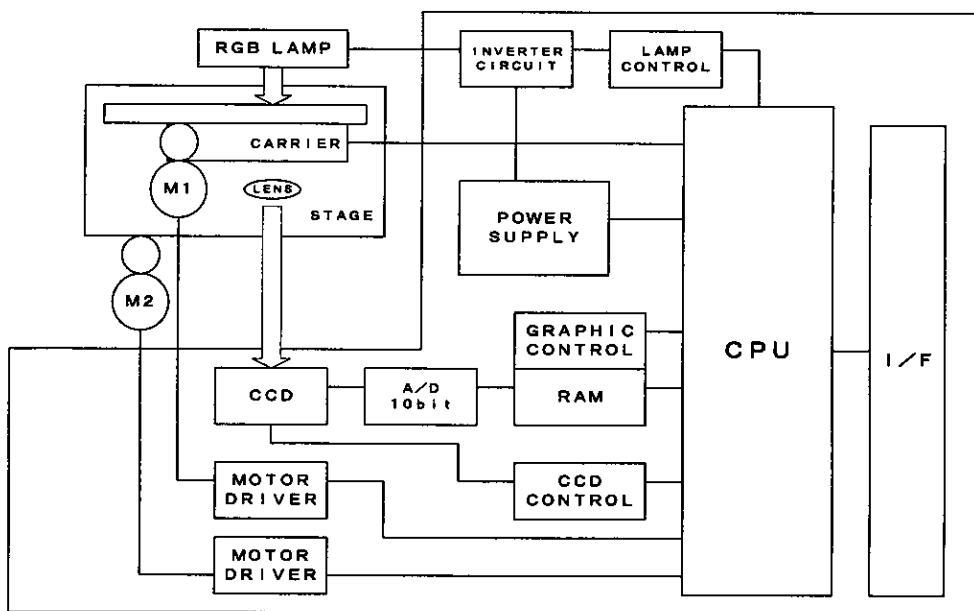


Fig.3 Qscan block diagram

これらのソフトウェアは、SCSI制御の部分から画面デザインやインストーラーにいたるまで新規に独自開発した。このように完全自社開発をしたため、発売直前までバージョンアップすることが可能になり、機能、性能、操作性を高いレベルにすることが可能になった。

以下では、Qscan を魅力ある商品としている、自動フィルム認識技術、自動色補正技術についての説明を行う。

(a) 自動フィルム認識技術

この技術は、フィルムキャリアの特定の部分をスキャンすることにより、ネガ、ポジ、白黒、マウント、IX 240 を自動的に判別する。

特定の部分とは、6コマストリップフィルムキャリアの2コマ目と3コマ目にある切り欠きの部分で、この部分を読むことによりフィルムベースの色濃度を測定することができる。なおこのベース色濃度は後述する自動色変換を行う際にも使うため、時間的には無視できるものとなっている。

このフィルムベースの色が、カラーネガフィルムではオレンジ、ポジフィルムでは黒、モノクロフィルムでは紫になることから、フィルムタイプを判別している。またマウントされたポジフィルムについてはキャリアの形状によりそれを判別し、IX 240 キャリアについては通信を行うことにより判別を行う。

以上のように、基本的にはフィルムベースの色濃度をもとに判別を行うのであるが、実現はかなり困難で、開発に当たっては次のように様々な問題点を解決する必要があった。

○コマ間のずれと未露光、超オーバー

ユーザーがフィルムをキャリアに入れる際には、必ずしも正確な位置に入れるとは限らず、2mm以上ずれることもある。したがって絶対位置を基準としてコマ間位置を求めることができず、ある程度広い範囲をスキャンして、その中からコマ間位置を検出する必要がある。

しかしながら、両隣のコマは、未露光だったり、超オーバー露光であったりと様々な組合せがあるため、この検出は非常に困難である。特にフレアの影響により、組合せによってはポジフィルムのベース濃度（黒）よりもネガフィルムのベース濃度のほうが暗くなることもあるため、単純なレベル比較ではなく、画像解析を行いコマ間位置を特定する技術を開発し、正確なフィルム種類検出を行えるようにした。

○カメラや、露出条件によるコマ間バラツキ

カメラによっては、露出条件や現像条件によってコマ間がほとんど無くなる（0.3mm以下になる）ことがある。この場合でも、両隣の画像を解析し正しいベース濃度を検出することを可能にしている。

○フィルム種類、現像条件によるベース濃度バラツキ

カラーネガフィルムは発売された年代と、その時代の現像条件によっては、ベース濃度が非常に薄いものが、存在する。このようなフィルムの場合、白黒フィルムとの区別が非常に難しくなるが、このようなフィルムを検出した場合は CCD 蓄積時間を変更することにより誤判定を防いでいる。

○特殊フィルムへの対応

C41 処理、すなわち通常のネガカラー現像が可能な特殊な白黒フィルムにおいて、現像条件によってはネガベースの色濃度がカラーネガフィルムと極めて近くなることもある。

また特殊な白黒フィルムで特殊な現像液をもちいるものではベース濃度が限りなく透明になるものがあり、それとポジフィルムの超露光オーバー部分との区別がつかなくなる場合もある。

これらに代表される特殊なフィルムに対しては、その個別の特徴をもとにフィルム種類を判断している。

○種々の撮影シーンでの検証

家庭用フィルムスキャナでは、誕生時の写真のように数十年前のフィルムもスキャンされる可能性があるため、フィルムの退色等に関しても十分な注意を払う必要があるし、様々な撮影シーンに対して十分な確認をしなくてはならない。

これらを確認するためには過去のフィルムが大量に必要なが、当社ではコニカカメラの長い歴史の中で、開発当時に撮影された膨大な量のフィルムが残されていたため、これらのフィルムをスキャンすることによりさまざまな改良をほどこすことが可能になった。

Qscan では以上のような問題点をすべて解決する複雑なアルゴリズムを開発し、フィルムの種類を正しく検出することを可能にしたため、操作性を大幅に向上させることができた。またベース濃度の正確な検出は後述する自動色変換の性能向上にも役だっている。

(b) 自動色変換

Qscan では、PMD で使われている 3 DLUT を用いた色空間変換を、通常のパーソナルコンピュータ上のソフトウェアとして実現し、自動色変換を行っている。

テーブルは、Qscan にて取り込んだネガおよびポジのテストチャートに基づき決定され、そのテーブルより、17×17×17のテーブルを作成、これを用いて入力画像から出力画像への、5点の補間演算による各色 8 Bit の色空間変換を行っている。Qscan で使用されるテーブルは、ガンマ 2.2 のモニタをターゲットとして作成されている。現在テーブルは、カラーネガ、カラーポジ、モノクロの 3 種類あり、自動フィルム認識で認識されたフィ

ルムタイプに従いテーブルをロードし使用している。

Windows 3.1 を対象としているため、上記演算時連続メモリ空間使用で 64 KB を超えることができない。そこで途中連続メモリ使用を、64 KB を超えないよう切り分けながら演算を行い、色空間変換を実現している。

マニュアル色調整は、プレスキャン時の画像を RGB 毎にシフトさせ、自動色変換による画像を中心に 9 画面を表示し、本スキャン時の画像を擬似的に目視で確認し選択することができる。選択された画面は中心に移動し、同様のシフト量で再度 9 画面が表示される。これによりユーザーは R、G、B、 γ といった難しいパラメーターを操作することなく、好みの色を画面上で追い込むことが可能となっている。実際は本スキャン時のガンマのシフト量を変更することにより取り込みを行っている。

IX 240 取り込み時はネガベース濃度が濃くなる為、ランプ光量を 3 倍 (B のみ) として蓄積時間の延長による取り込み時間への影響を最小限にしている。

CCD の蓄積時間の変更は、自動フィルム認識の項で述べたベース濃度の読み取りにより、ダイナミックレンジが最大となるように行なわれる。それ以降は読み取りガンマのシフトにより読み取りを行う。

以下に実際の手順を述べる。

0. ベースとなるフィルム読み取り用 CCD 蓄積時間およびガンマを設定する。
1. フィルムのベース濃度を読み取る。
2. ベース濃度に合わせたフィルム読み取り用 CCD 蓄積時間およびガンマを設定する。
3. プリスキャンを行う。
4. 読み取り画像の色変換を行う。
5. 必要であればマニュアル色変換を行う。
6. プリスキャン画像を解析し CCD 蓄積時間およびガンマを設定する。
7. 本スキャンを行う。
8. 読み取り画像の色変換を行いアプリケーションへその画像の転送を行う。

上記 0. によりまずデフォルト (カラーネガ) である蓄積時間とガンマの設定を行う。これは自動フィルム認識とベース濃度の読み取りに使用される。上記 1. により自動フィルム認識でフィルムタイプを設定し、それぞれのタイプに応じたテーブルを読み込むことになる。次に上記 2. で、読み取ったフィルムベース濃度が最大 (読み取り画像のダイナミックレンジが最大) となる様に CCD 蓄積時間の演算を行い、それを設定する。これは、プレスキャンに使用され、その後フィルム交換までの CCD 蓄積時間となる。上記 4. にてプレスキャン画像の解析を行い色変換を行うためのパラメータを決定し、そのパラメータに従いプリスキャン画像の色空間変換を行い変換画像をドライバー画面へ出力する。またこのパラメータにより、次の本スキャン時のガンマのシフト量を

決定しそれを設定する。上記 8. にて上記 4. で決定したパラメータに従い色空間変換を行う。

このような結果、様々なフィルム、露光条件、光源条件に対し、良好な色変換を実現した。しかしながら、様々な制約から適正に補正し得る露光条件は $-2 \text{ EV} \sim +2 \text{ EV}$ の範囲に留まっている。

今後の課題としては、上述したように、より広範囲の露光条件に対応することとスピードアップが上げられる。

その具体的な内容を以下に示す。

- ランプの光量増加を行ったときの出力の直線性 (色予測に使用) の確保
蓄積時間を変更した場合の色ずれの原因となる直線性を確保する。(CCD、フィルタ、光源の特性把握)
- 演算の 32 bit 化
64 KB の壁を越えることにより 20 % 程度のスピードアップを図れる。

5 むすび

Qscan のユーザーの声を聞いてみると、非常に多くの方々が「写真の加工ツール」を待ち望んでいたかがよくわかる。Qscan は過去の暗室作業を操作の面、スペースの面、加工性の面から大幅に改善したツールであるとも言えるかもしれない。

また開発を通じて、改めて銀塩写真の潜在能力の高さに驚かされた。どのような加工にも耐えうる、銀塩写真の高品質な画像情報をどのように処理していくかは、今後ますます重要な技術となっていくであろう。

デジタル化の波は、今後とも確実に多量のデータを高速に扱う環境が、安価で整う方向へと進むことであろう。

この方向はまさにコニカにとっても、大きなチャンスであり、蓄積された「ファインイメージング」の技術と新しい技術を融合させることにより、一般ユーザーにより良い「明るい暗室」を提供していくことが可能だと期待している。

Qscan をきっかけにこの「古くて新しい市場」の拡大を図っていきたいと思う。