

医用イメージングカメラの開発

—トータルスループット向上技術—

Development of Medical Imaging Camera

—Total Throughput Improvement Techniques—

土居 正人

Doi, Masato

Medical diagnostic devices, such as X-ray CT, MRI, DSA have been greatly advanced during the past twenty years and market needs for imaging cameras used as image output devices with image quality and performance have also been getting higher year by year.

In our reply to the demands, we developed a new medical imaging camera -Konica Imaging Camera V- by concentrating our technologies, aiming at offering high image quality for medical diagnosis and total throughput improvement with easier operation.

In this paper, we describe component techniques (reduced waiting time, high performance E.E. control, and easier maintenance) which are principal goals of total throughput improvement and offering a high quality image.

1 はじめに

医療分野に於ける診断画像は1970年代のX線CT出現を契機に大きな転換期を迎え、エレクトロニクスの飛躍的進歩も相まって、近年、デジタル化が急速かつ着実に浸透してきている。

デジタル画像を形成する診断装置は、その診断用途に応じて多様化しており、これら診断画像の出力装置に対する市場要求も多様化傾向にある。この様な状況下、画像出力装置の1つであるイメージングカメラ（デジタル画像診断装置からビデオ信号として送られてくる診断画像データを内蔵CRT上に像形成し、シートフィルムへ露光する装置）に対する要求も年々変化しつつある。

コニカイメージングカメラV（以下KIC-Vと略記）は、当社のイメージングカメラ開発において蓄積してきた技術を統合し、ユーザー本位のコンセプトをさらに押し進めた機種であり、診断性を高めた画像の提供と、扱い易さを含めたトータルスループットの向上を目標に開発された。

本稿では、多様化する市場要求への1つの回答として開発されたKIC-Vの構成技術について報告する。

2 KIC-V仕様・構成

2.1 仕様

主な仕様をTable 1に示す。

2.2 構成

KIC-Vは、マガジン部・フィルムサプライ部・撮影部

*画像システム機器事業部 第二開発部

Table 1 KIC-V Major specifications

Type of imager	On-axis, microprocessor controlled multi-format video imager.
Film sizes	14"×11", 14"×14", 14"×17"
Aspect ratios	3:4, 4:5, 5:6, 8:9, 24:25 1:1, 1:1.22, 1:1.27, 1:1.29
Image formats	3 film sizes, 22 different recording formats, including mixed formats. (Each of the aspect ratios)
Exposure system	Dual-mode selectable, shutter timer and automatic brightness control (E.E.)
CRT monitor	7 inch flat-faced, high-resolution, black and white monitor. Video bandwidth -3 dB point at 40 MHz. Selectable interlacing system. Image reversal system.
Operate	Remote control terminal and foot switch remote control provide.
Magazine film capacity	Supply magazine : 120 Sheets Day light pack magazine : 100 Sheets Receiving magazine : 50 Sheets
Power requirements	100 VAC, 3 AMP, 50/60 Hz.
Overall dimensions	27.5" (70cm) wide×36.8" (93.5cm) long ×42.9" (109cm) high.
Included accessories	One each of the following 5 meter power cord, 5 meter coaxial video cable, 2 meter remote controller cord.
Optional module	Transport interface module. Supply magazine. Day light pack magazine. Receiving magazine. Optional remote control terminal. Foot switch.

・光学部及び、フィルムレシーブ部の各ユニットより構成されている。

また、オプション品の直結ユニットを使用すると撮影済みのフィルムを自動現像機へ直接搬送する事が可能であり、スループットがより向上する。

構成及び、フィルム搬送経路をFig.1に示す。

3 性能向上の為の構成技術

3.1 トータルスループットの向上

スループット性能を低下させる主因は、フィルムの交換時間（撮影済みフィルムの排出及び、未露光フィルムをセットし、撮影可能となるまでのトータル時間）と、駒間移動時間（1枚のフィルム中で、駒露光後、次駒が撮影可能となるまでに要する時間）である。

(1)露光位置決めをフィルム移動により行う事で移動部の重量を軽減し、スピードアップを図ると共に、停止精度を向上させた。(従来は、CRT移動により位置決めを行っていたが、衝撃を抑えるために移動スピードに制約があった。)

(2)フィルムを垂直に保持して露光する機構を採用する事で、撮影部へフィルムを落下させて供給し、停止位置をガイドで規制する事で、フィルムの位置決め時間短縮を可能にした。

(3)撮影部フィルムの排出動作に入ると同時に、次に撮影部へ搬入されるフィルムをサプライユニットの出口まで搬送し、ユニット出口で待機させる事によりフィルム搬送による待ち時間を短縮した。

この結果、当社従来機に比べ、サイクルタイム、駒間移動時間とも2/3以下に短縮された。

3.2 診断性の向上

撮影部内フィルムを露光位置決め用テーブルにポンプで吸着して平面性の確保及び、ホールドを行い、光路長を均一化し、画質を向上した。

この方式を採用する事で駒露光時にはフィルムガイドが不要となる為、ガイドを光路上から逃がす機構を導入して画像領域の拡大を実現した。

この結果と、停止精度向上により駒間隔を1mmに詰める事で、各駒の画像サイズ拡大及び、多彩なフォーマットの提供が可能となり、画像細部の診断性を向上させると共に、画像診断時にシャーカステンから受ける不要透過光を低減し、見やすく疲れにくい出力画像を提供した。

3.3 画像濃度安定性の向上

イメージングカメラは、シャッタースピード、レンズの絞り及び、CRTの輝度により露光量が決定される。

これら露光量を決定するパラメータの内、CRTの輝度は経時的に不安定である為、仕上がり写真の濃度安定性を損なう要因となる。そこで、当社イメージングカメラは輝度にフィードバック制御を行って露光量の安定化を図り、仕上がり写真の濃度安定性を確保している。

(1)輝度変化（露光量変化）と濃度の相関について露光量Hは、次式に示すように輝度Bの時間積分で決定される。

$$H = \int_0^T B dt \quad \text{①}$$

また、露光量Hと写真上の濃度Dの相関は次式で与えられる。

$$D = \gamma \log H \quad \text{②}$$

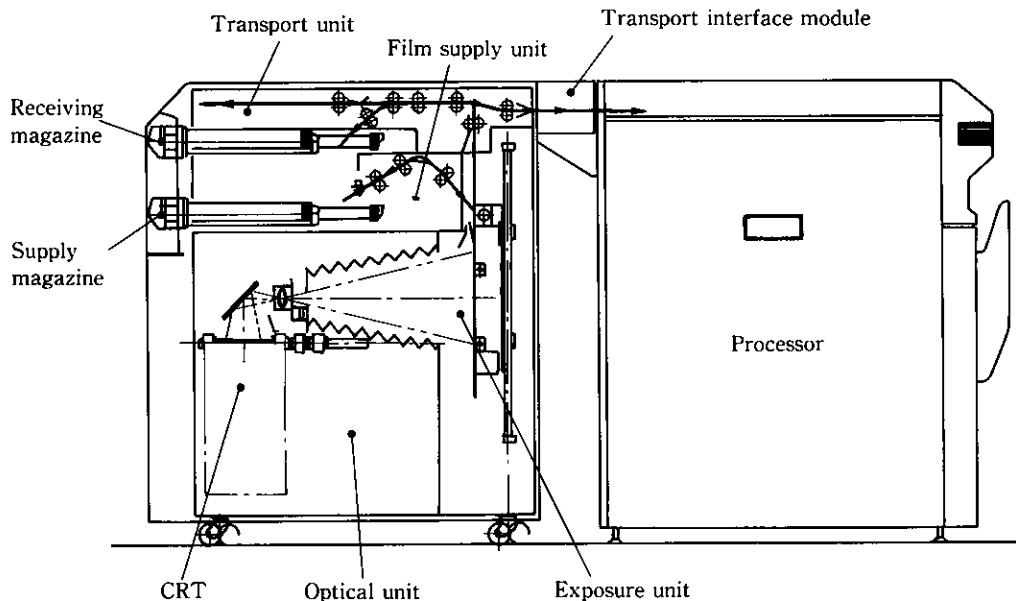


Fig.1 Schematic of KIC-V

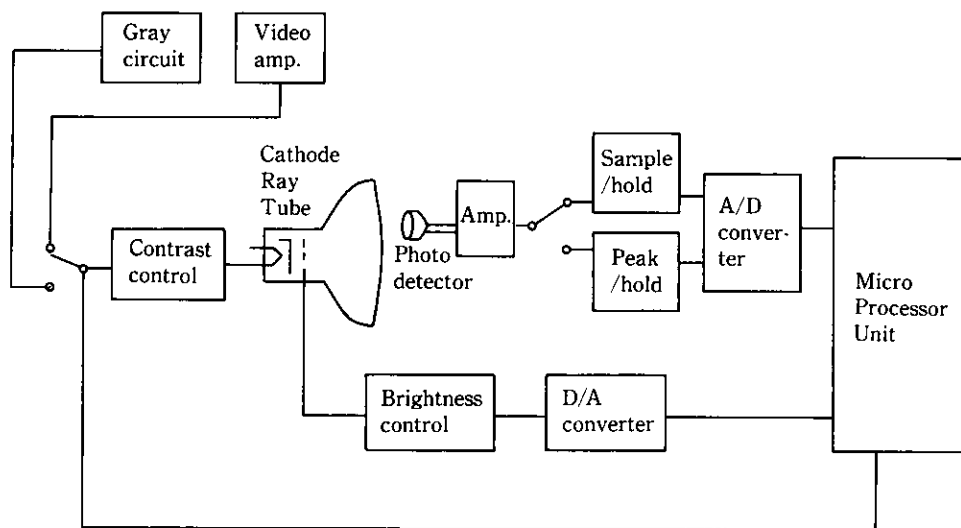


Fig.2 Block diagram of E.E. control

式②より、濃度変動 ΔD と露光量変動(即ち、輝度変動) ΔH の相関を算出すると次式となる。

$$\frac{\Delta H}{H} = 10^{\Delta D} - 1 \quad \text{③}$$

ここで式①を使って、輝度変動率 $\Delta B/B$ に変換すると③式の右辺に等しくなることが解る。

従って、 ΔD を0.1以下に抑えるには、露光量変動即ち、輝度変動率を8%以下に制御する必要がある。

(2) EE制御(自動輝度補正)について

EEの制御系はFig.2に示すような構成で、CRT管面斜め上方に配されたフォトダイオードで管面を測光し、この測光データを一定に保つように輝度制御電圧へフィードバックをかける。

(1)の計算結果を考慮して、KIC-Vでは従来当社機に比べて輝度制御分解能を4倍に上げ、制御性の向上を図ると共に、測光回路についても、ピークホールド回路・サンプルホールド回路の2種類をCRTの特性に応じて切り換えて使用する事を可能にし、測光データの信頼性向上を図った。(Fig.3に、EE制御の有無による電源投入からの経時濃度安定性の違いを示す。)

ここで、制御分解能と制御時間は一般的に反比例の関係となる為、制御時間短縮が必要となった。そこで、カメラ毎に輝度制御データとCRT輝度の相関データを全域に渡って自動的にメモリーする機能を付加し、EE制御時に当該相関データを元にフィードバック量を決定する方式を採用した。この方式により、EE制御の分解能を上げたにも関わらず、制御に必要なとされる時間を大幅に短縮した。(当社従来比、1/4以下。)

3.4 セットアップ機能の充実

機械毎の差異を吸収し、性能を十分発揮させる為の補

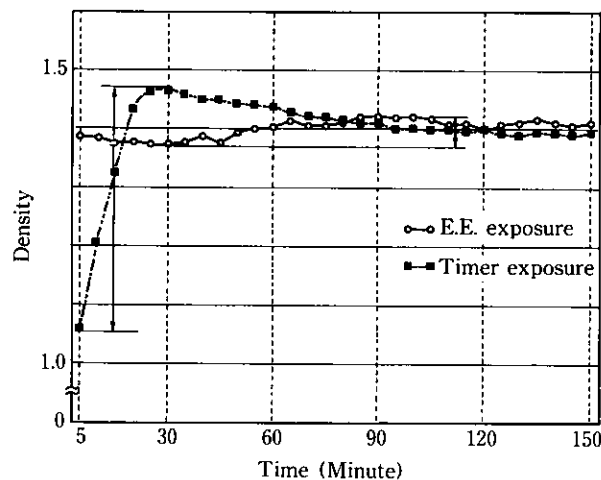


Fig.3 Density drift

正データ及び、各ユーザーの使用環境や意向に応じて設定されるデータは、設置・バージョンアップ及び、保守点検時などにセットアップされる。これらのデータのセットアップは、従来機においてもメンテナンスサービスの効率を低下させる主因となっている。

KIC-Vでは機能及び、性能の向上と共に扱うデータ量が増え、更に効率低下を招く事が予想される。この為、メンテナンス性向上を図るツールの開発を行った。

(1) セットアップデータについて

セットアップデータは、機差補正用データ、フィルム枚数判別データ、EE制御用データ、露光条件設定データ(10チャンネルメモリー構成で、各チャンネル毎に全てのフォーマットについてあらかじめ露光条件を設定しておく事ができ、実際の画像露光時には、使用チャンネル番号の選択のみで所望の条件による画像撮影が可能である。チャンネルメモリーの構成を、Fig.4に示す。)であり、

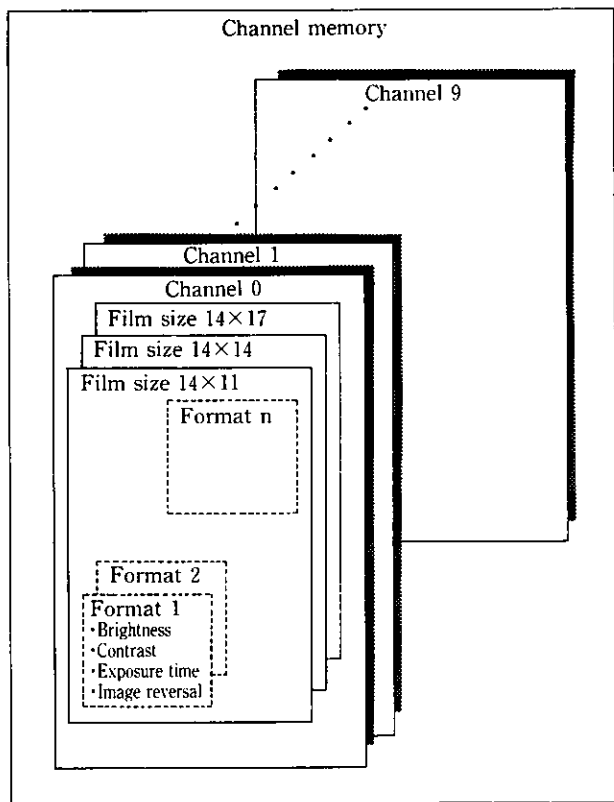


Fig.4 Channel memory

トータル900個の設定データを有している。

(2) メンテナンスツールについて

パーソナルコンピュータをメンテナンスツールとする為に、セットアップソフトウェア開発とKIC-Vのシリアル通信機能 (RS-232-C) 充実を行った。

パーソナルコンピュータの導入により、各種データ設定・読み出し及び、フロッピーディスクへのバックアップ保存を可能とし、更に、フルキーボードを使用したデータ入力・表示データの充実など操作性の向上で正確さ及び、作業効率が大幅にアップした。

また、各設置施設毎にきめ細かな管理ができる事となり、ユーザーサービスの充実が実現した。

4 結び

コニカイメージングカメラVは、システム構成を基本的に見直す事で診断画像の出力機としてのあるべき姿を徹底して追求したものである。

本機の提供する画像とトータルスループット性能は、病院で画像診断に携わる先生方の広い支持を得られるものと確信する。

●参考文献

- 1) 小野耕治, 丸山則治 : Konica Tech.Rep., 4, 49(1991)