

PCM画像ビューイング技術の開発

Development of the PCM Image Viewing Technology

倉橋 央*

Akira KURAHASHI

竹村 幸治*

Kouji TAKEMURA

南條 高史*

Takafumi NANJO

要旨

2008年度の診療報酬改定以降、ソフトコピー診断の需要は増加し続けており、マンモグラフィにおいてもJIRA/学会にてマンモソフトコピー診断の点数増加が要望されるなど、その注目度は高い。

マンモグラフィ用画像ビューアには、マンモグラフィ特有の読影方法である3ステップリーディングを実現するために、ハンギングプロトコルと呼ばれる予め設定されたレイアウトを順次切り替えて表示する技術が求められる。ハンギングプロトコル自体は既存の技術であるが、データ容量の大きなPCM (Phase Contrast Mammography) 画像を対象に、これを実現可能なビューアは極めて少ない。

本研究者は、画像表示/管理メカニズムを根本的に改良した「PCM画像ビューイング技術」を開発し、ハンギングプロトコルに加え、PCM画像の「高速初期表示」「現在/過去画像8枚同時表示」を実現した。本技術は、コニカミノルタ画像診断ワークステーション「I-PACS EX」へ搭載され、専門医からも高い評価を受けている。

Abstract

The demand for the soft copy diagnosis has been increasing since a revision of the treatment fee in fiscal 2008. In the mammography field, soft copy diagnosis has been attracting attention, such that an increase in remuneration points for soft copy diagnosis was demanded at the JIRA academic society.

For an image viewer used for mammography, a technology called a "hanging protocol", in which predetermined layouts are displayed by displaying them successively, is required in order to realize a three-step reading which is a specific reading method of images for mammography. Though the hanging protocol itself is a conventional technology, there exist extremely few viewers which can be used for PCM (Phase Contrast Mammography) images having a large volume of data.

We developed the "PCM image viewing technology" which basically improved the image display and management mechanism, and realized "high speed initial display" and "simultaneous display of four present and four past images", in addition to the hanging protocol.

The above technology is incorporated into the Konica Minolta image diagnosis workstation "I-PACS EX", which has been highly praised by mammography specialists.

*コニカミノルタエムジー(株) 開発センター 開発部

1 はじめに

近年、乳癌の罹患率は上昇傾向にあり、乳癌検診の重要性は益々増大している。乳癌検診においてはマンモグラフィ読影が必須となるが、マンモグラフィにおいては、観察対象が極めて微細な構造であることからアナログからデジタルへの移行がなかなか進まないという背景があった。しかし、近年ではPCM (Phase Contrast Mammography) に代表されるようにデジタル入力機の空間分解能が大幅に向上し、ディスプレイの解像度、輝度の向上と相まって、急速にフィルムを対象としたハードコピー診断から、ディスプレイを対象としたソフトコピー診断への移行が進みつつある。

マンモグラフィの読影をアナログからデジタル化することで、フィルムに対して即時性、簡便性が向上し、特に過去画像との比較が極めて容易になるメリットがある。しかし、真に読影医の負荷を軽減し、乳癌の早期発見に寄与するには、高い診断能を有するマンモグラフィ専門ビューアの開発が必須である。

コニカミノルタは、PCMという独自の高画質マンモグラフィ技術を保持している。PCM画像は非常に高い診断能を有するが、その高解像度故にデータサイズが大きく、操作が難しいという問題がある。今回、弊社医療ワークステーションI-PACS EX¹⁾のマンモグラフィ・エディションを開発するにあたって、PCMの高診断能とソフトコピー診断の高速な操作性を両立するためのPCM画像ビューイング技術の開発を行ったので、これを紹介する。

2 マンモグラフィ用画像ビューアの開発

2.1 医療用画像ビューアとは

医療における画像ビューアには、モダリティ毎に最適化された表示、画像処理が求められる。例えば、CRなどの単純撮影画像は、高精細モニタに対して1面にライフサイズ表示することが一般的に求められる。これに対してCTやMRなどのマルチモダリティ画像においては、モニタ上にシリーズをスタック状に表示し、スライス画像を順次切り替えて読影することが多い。関連するスライス同士を連動して切り替え、撮影方向の異なる画像同士の位置関係をスライス線として表示することもある。

以上のように、医療用の画像ビューアは単に画像が表示できるだけでなく、モダリティの特性に適した画像表示方法を提供することが求められる。

マンモグラフィにおいても、他のモダリティ同様にマンモグラフィに特化した画像の表示方法が求められる。また、前述から明らかなように、求められる画像の表示方法は読影医の読影方法に深く関わっている。

2.2 マンモグラフィの読影法

マンモグラフィには極めて緻密な読影が求められる。一般的にマンモグラフィでは、左右乳房に対してCC（頭尾方向）、MLO（内外斜位方向）の2方向から撮影され、高濃度なフィルムと高輝度なシャーカステンにて読影を行うが、このとき読影室は常に暗く保たれている。これは読影対象となるのが極めて微小な病変だからである。気になる領域があればルーペで拡大し、過去のフィルムがあれば必ず経時変化を確認することが求められる。

マンモグラフィに緻密な読影が求められるのは、読影環境がフィルムからディスプレイに移っても変わりはない。特にディスプレイ診断においては、3ステップリーディングと呼ばれるマンモグラフィ独特の表示方法が求められる。3ステップリーディングはNBCSP（ノルウェー）で推奨されているマンモグラフィ読影方法であり、日本でも同様に推奨されている。3ステップリーディングでは、最初に左右MLO、左右CCを横に4枚並べて表示し、全体を概観する。次に左右MLOのみを横に並べて拡大表示し、詳細に読影を行う。最後に左右CCのみを同様に拡大表示し、詳細に読影を行う（Fig.1）。このとき、モニタは一般的に5Mモニタ2面が推奨され、過去画像が存在する場合は、ステップ数を増やして要所に現在と過去を並べて比較表示していく。読影医に負担をかけないためには、この切り替えが速やかに行われることが求められる。

これら表示方法に加えて、階調処理、拡大縮小、パン、虫眼鏡などの画像処理機能も随所で用いられる。表示と同様に画像処理も高速に動作することが求められる。

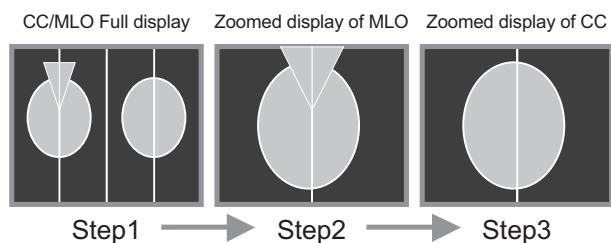


Fig.1 3step reading

2.3 マンモグラフィ画像ビューアに求められる機能

上述のマンモグラフィ特有の読影法である3ステップリーディングを実現するには以下の機能が必須となる。

- ・ハンギングプロトコル
 - ・拡大縮小・パン・階調処理
 - ・初期高速表示（現在検査の4画像を高速に表示）
 - ・比較画像表示（現在/過去検査の8画像を同時表示）
- 高い診断能を有するマンモグラフィ専用ビューアを実現するには、これらに加えて画像の表示品質が重要になる。

2.4 初期品質の重要性「PCM技術」

コニカミノルタのマンモグラフィ専用ビューアを開発するにあたって多くの読影医の方に意見を伺ったが、共通して指摘されたのは「初期表示品質の重要性」であった。これは3ステップリーディングの最初の表示にあたる左右乳房のCC/MLO画像を、上下左右に4枚並べて表示したレイアウトの表示品質である。この表示レイアウトでは1画像あたりの表示サイズは比較的小さくなるが、この状態で病変の位置をおよそ特定できないと、読影効率は著しく低下することが指摘されている。マンモグラフィにおける病変は極めて微小なものであり、これを実現する画像の構築は一般的に非常に困難であった。

ここで強力に効果を発揮するのが、コニカミノルタ独自のマンモグラフィ撮影技術PCM（Phase Contrast Mammography）²⁾である。PCMはX線の干渉による位相コントラストを利用した高画質化技術であり、この技術によって撮影された画像であれば、縮小して表示した場合でも（もちろん拡大して表示した場合でも）病変を鮮やかに捉えることができ、要求される初期表示品質もクリアすることができる。

PCMは画質の面では極めて高い評価を受けており、マンモグラフィ専門ビューアにおいても最適な画質を提供できるものと考えられる。しかしながら、1画素25 μm という極めて高精細なPCM画像は、1枚あたりのサイズが130MBと非常に大きい。この巨大な画像を高速にハンドリングするためには、新たな画像表示技術「PCM画像ビューイング技術」の確立が必須である（Fig.2）。

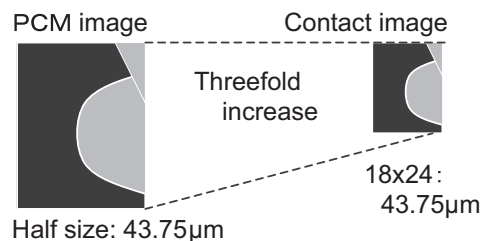


Fig.2 PCM image size

3 コア技術「PCM画像ビューイング技術」の開発

3.1 PCM画像ビューイング技術の課題

PCM画像をハンドリングする上で重要なポイントに

なるのは、1枚あたりのサイズが大きい画像を如何にして高速に表示するか、である。これはCTやMRなどのマルチスライス画像を対象とした表示システムとでは大きく異なる（CTやMRで要求されるのは大量であるが一枚あたりのサイズは小さい画像を如何にして高速に表示するかである）。冒頭でも述べたとおり、医療用画像ビューアには対象とするモダリティ毎の最適化が強く要求されるのである。

画像一枚あたり130MBというサイズは、医用画像においても破格のサイズであり、現在/過去検査の8画像を同時に表示するとすれば、同時に130x8=1040MBもの領域をビューア・アプリケーションのメモリ空間上に保持する必要が出てくる。また、画像を高速に表示する上でもネックになる。読影の進行にあわせて対象となった検査を順次読み込み表示するわけであるが、一般的に画像はハード・ディスク（HDD）上に存在している。ディスクからのデータ読み込み速度は、対象のデータサイズに比例する。従って、PCM画像であれば通常の3倍の時間がかかることになる。これが読影医に受け入れられるとは思えない。

従って、PCM画像ビューイング技術の中核となるのは、

- ・PCM画像高速表示技術：
PCM画像を如何に高速に読み込み、表示するか
- ・PCM画像8枚同時表示技術：
複数のPCM画像を如何に安定して保持するかである。

一旦表示が完了した後の画像処理（拡大縮小、パン、階調処理等）については、対象となった画像サイズではなく、表示ディスプレイのサイズに依存するため、CT/MRとPCMの間に、大きな処理速度の違いはない。むしろ、PCMに最適な15Mモニタの適用等を考えれば、最適化は必須になるが、15Mモニタ表示技術は既に確立済みである。従って、本レポートの対象外とする。

3.2 PCM高速表示技術

3.2.1 課題

PCM高速表示技術を適用する前の当社画像診断ワークステーション（I-PACS EX V1.10）でPCM画像の表示を試みたところ、4枚表示（左右乳房のCC/MLO）を完了するのに、約18秒もの時間がかかった。これはI-PACS EX V1.10がCR画像やCT/MR画像の表示に最適化されており、PCM画像には最適化されていないためである。読影医からのヒアリングでは、許容される時間は4枚表示完了まで8秒であり、現状の2倍以上の高速化が必要である（Fig.3）。

表示完了までのアプリケーション内部のプロセスを詳細に分析した結果、当初の予想通りHDDからの画像ファイルの読み込みに大きく時間を消費している。また、画

像の読み込みは計4回（4枚分）行われるのであるが、読み込み時間も安定しないことも明らかになった。これはHDDの性能問題もさることながら、メモリの不足によるスワップ（メモリ不足により物理メモリ上からデータをHDDに退避するOSの機能）が発生していると予想される。この仮想メモリはOSの重要な機能であるが、処理速度が安定しない問題がある。これ以外にも、画面の構築処理、画像の表示処理、オーバーレイ情報の重ね合わせ処理などが逐次処理され、処理時間が累積的にかかってしまっている。

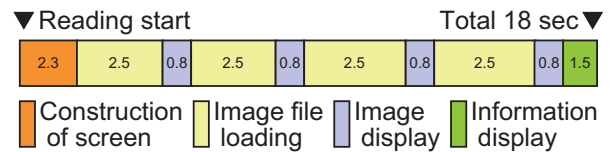


Fig.3 I-PACS EX V1.10 reading process

表示速度を改善するには、ハードウェア的な問題とソフトウェア的な問題の両面を解決する必要がある。

3.2.2 アプローチ

表示速度を現行18秒から8秒に短縮するには、約55%の速度改善を達成しなくてはならない。前述の通り、達成にはハードウェアとソフトウェアの両面からのアプローチが必要であるが、ここではハードウェア的に35%程度、ソフトウェア的に35%程度の改善を試み、この掛け合わせで合計55%の改善を目標とした。

ディスクからのデータ読み込み速度およびスワップによる処理速度低下は、ハードウェアの改善で解決を試みるものとする（ソフトウェア的に解決出来なくはないが、システムの安定性とトレードオフになるため、今回は検討から除外する）。具体的には、HDDを現行のものより30%程度高速なものに交換し、更にメモリを1GB増設することを検討する。

ハードウェアで改善できる範囲は、画像の読み込み処理部分である。画像の読み込み処理は、全体18秒のうち実に11秒を占めており、これらが35%高速化することで、約5秒程度の短縮が見込まれる。メモリはスワップが発生しない程度に増設することが求められるが、現行I-PACS EX V1.10で継続的にPCM画像の読影を行ったところ、OSは最大で2.89GBのメモリを使用していることが解った。従って、現行の2GBに対して1GBの増設を行うことでスワップは防げるはずである。

上記のハードウェア改善と平行して、ソフトウェア改善を試みる。画像読み込みを除く処理には、画面構築、画像表示、オーバーレイ表示がある。画像表示は、画像読み込みの都度行われており、1つあたりは0.8秒であるが、4枚を合計すると3.2秒となる。この処理は、画像読み込みとは独立した処理であるため、1枚目の画像

読み込みが完了すると同時に、1枚目の画像表示、2枚目の画像読み込みを並列処理させることで、事実上、表示にかかる時間をほぼ削減することが出来る。4枚目の表示処理は、オーバーレイ表示と並列処理が可能であるため、計3.2秒を削減することができる。また、読影開始時に行われる画面構築処理は、モニタ全体のウィンドウの配置およびウィンドウ内の画面構築を行うものである。必要不可欠な処理であり、並列化する要素はほとんど無いが、一度構築した画面データをキャッシュしておくことで2回目以降の読影には、大幅な処理時間の短縮が見込まれる。キャッシュ可能なデータの構築には、およそ0.8秒かかっており、2回目以降はこの時間が短縮される。以上の改善で合計4秒の短縮が見込まれる。この他、システム全体を見直し、並列化可能である処理、キャッシュ可能であるデータ構築などを徹底的に最適化する他、処理アルゴリズムそのものを見直しを行うことで、更に1秒程度の短縮が可能と考えられ、最終的にはソフトウェア改善で約5秒程度が短縮され、約35%の高速化を見込んでいる。

これらは実際に試作を行うことで、その効果を確認した。

3.2.3 試作

ソフトウェア改善に先行して、現行機I-PACS EX V1.10の1TBモデルを対象に、HDDの交換および1GBのメモリ増設を試みた。結果、PCM画像1枚辺りの読み込み速度は安定して1.5秒となり、ハードウェア交換前の画像1枚辺り2.5秒～3.5秒に比べて、大幅に高速化すると共に、読み込み速度が安定した。これはHDDの読み込み性能が向上している他、メモリ増設によるスワップ抑制の効果が現れているものと考えられる (Fig.4)。

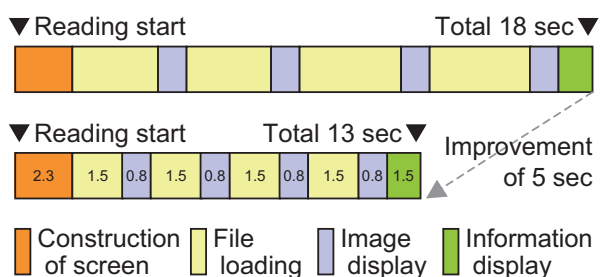


Fig.4 Hardware improvement

加えて、ソフトウェア的な改善を実施した。画像の読み込み処理および画面の構築処理に大幅な変更を加えることになったが、画面構築にかかる時間は約0.5秒まで改善し、画像表示も画像読み込みに変更して実行されることで、表示までの待ち時間の短縮に貢献している。特に画像表示処理は、最後の画像表示にオーバーレイ表示処理が並列して行うことで、ほぼ完全に削減されている。

結果、当初の予想を上回る約6秒の改善が見られた。なお、4枚全てが表示されるまでの時間には影響しないが、画像表示処理自体もアルゴリズム改善により高速化が図られている。結果、僅か0.3秒ではあるが画像1枚辺りの表示時間も短縮しており、読影医の体感速度向上に寄与している (Fig.5)。I-PACS EXではハンギングプロトコルで指定された画像を、左から順番に、画像読み込みが完了すると同時に順次表示していくため、読影医は表示される端から読影を開始することが出来る。

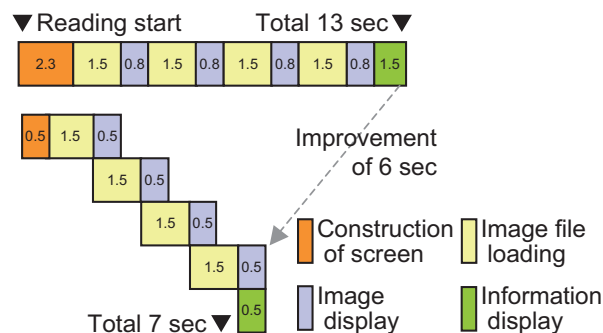


Fig.5 Hardware + software improvement

3.2.4 結果

ソフトウェア改善およびハードウェア改善を試みた結果、当初の予想を上回り11秒の時間短縮が図られ、最高で約7秒でPCM画像4枚の表示が可能となった。読影医の方からの要求は8秒以内であったため、これを上回る結果となり、僅かなハードウェア変更と徹底したソフトウェアの最適化を行うことで要求は達成可能であることが試作から明らかになった。

3.3 PCM8枚同時表示技術

3.3.1 課題

一般的に読影において過去画像との比較は極めて重要である。マンモグラフィにおいても同様であり、特にマンモグラフィにおいては現在検査と過去検査の全ての画像、しかもPCMのように高精細でサイズの大きい画像を計8枚を同時に表示することが求められる (Fig.6)。

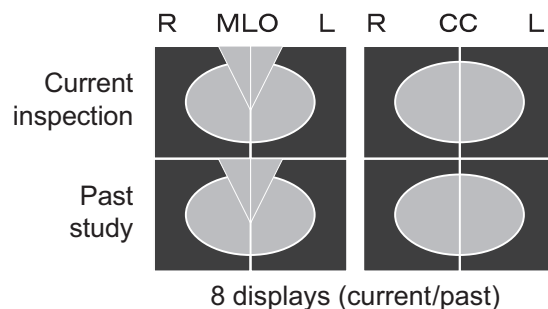


Fig.6 Mammography comparison reading

PCM画像の8枚同時表示を達成するには、PCM高速表示技術とは異なるアプローチが必要になる。解決すべき課題のうち、代表的な3つを取り上げ、詳細に説明していく。

3.3.1.1 2GBメモリ (32bit OS) の壁

PCM画像の一枚あたりのサイズは130MBである。これを8枚同時に表示するには、単純計算で1040MBのメモリをアプリケーション上に確保することになる。もちろん画像メモリだけではなく、アプリケーション自身の作業メモリも必要となるため、合計1.4GB以上のメモリがアプリケーション上に必要になる。昨今、メモリは価格低下を続けており、4GBのメモリを搭載したパソコンも少なくないことを考えれば、これはたいした問題ではないように感じるかも知れないが、I-PACS EXはMicrosoft Windowsの32bit editionを採用しており、32bitのOSは、その特性上、アプリケーションに対して最大で2GBしかメモリを割り当てない(32bitでアクセス可能なメモリ空間は4GBだが、その内2GBはOSのカーネルによって使用される)。従って、パソコン自体にどれだけメモリが増設されていようと、2GB以上はアプリケーションに割り当てられないのである。1.4GBのメモリは、その大半を食いつぶすことになる。

3.3.1.2 連続領域(断片化)の壁

アプリケーションに割り当てられた2GBのメモリのうち、PCMの8枚表示に必要なメモリが1.4GBであれば、一見問題がないように見える。しかし、実際には非常に難しい問題がある。Microsoft Windowsに代表されるような現代的なOSは、何らかの形で仮想メモリを導入している。これは物理的なメモリに直接アクセスするのではなく、OSによって仮想的に用意された論理的なメモリを介して物理メモリにアクセスする方式である。論理メモリはページと呼ばれる小さなブロックに分割して管理され、アプリケーションからのメモリ要求に対してページ単位でメモリの貸し出しが行われる。小さな単位でメモリの貸し出しが行われるので、無駄が少なく非常に効率的であるが、頻繁にメモリの貸し出しと返却が行われると、最初は綺麗に整列していたメモリが徐々に断片化していく。つまり、アプリケーションに割り当てられた2GBの論理メモリ上に、点在するように貸し出し中のメモリが残り、論理メモリ上の空き領域が幾つかのブロックに分割されたような状態になる。これをメモリの断片化と呼ぶ。

これは非常に厄介な問題である。画像のような連続したデータをメモリ上に確保する場合、メモリも同様に連続した領域が必要になる。メモリの断片化はこれを阻害する。例えば、空きメモリは1.8GBあったとしても、貸し出し中のメモリが散在していると、実際には連続した

領域が、ほとんど残っていない可能性もある。1.8GBの空きメモリに100MB程度に断片化したメモリ(空き領域)が18個存在したとしても、130MBのPCM画像の確保には使えない。130MBの画像メモリを確保するには、130MBの連続したメモリ領域が必要なのである(Fig.7)。

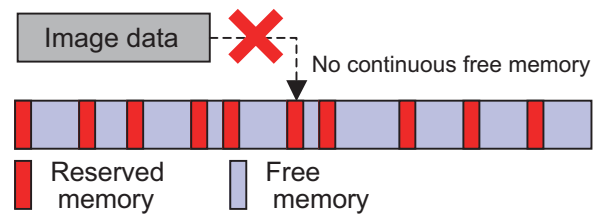


Fig.7 Memory fragmentation

メモリの断片化は、大きなメモリの確保を困難にする。更なる問題は、メモリの断片化は、その性質上、アプリケーションの利用時間が長くなればなるほど進行することである。I-PACS EXは基盤アーキテクチャにMicrosoft .NET Frameworkを採用しており、この.NET Frameworkには、メモリの断片化を解消するためのコンパクションと呼ばれる技術が導入されている。しかし、このコンパクション機能は思うように機能してくれない上に.NET Framework自体も更なる壁になる。

3.3.1.3 .NET Frameworkの壁

32bit OSであれば2GBのメモリがアプリケーションに割り当てられることは既に述べた。メモリの断片化が、130MBという大きなメモリブロックを確保する上で障害になることも述べた。最後の壁は.NET Frameworkに潜んでいる。

.NET Frameworkは、Microsoftによって提供されている統合開発環境であり、運用環境である。.NET Frameworkには様々な先進的な機能が盛り込まれており、先進的なアプリケーションを開発する上で欠かせない重要なアプリケーション基盤である。しかし、幾つかの点で.NET Framework自体がビューア・アプリケーション開発の障壁となる。

.NET Frameworkの特徴的な機能に、自動メモリ管理がある。アプリケーションが確保したメモリが不要になれば自動的に解放してくれるなど、自動メモリ管理は、アプリケーションの安定性向上に大いに寄与するが、その反面、アプリケーションはOSから直接メモリを確保するのではなく、.NET Frameworkが管理しているメモリから借り受けるような形となる。すなわち、OSとアプリケーションの間に.NET Frameworkという仲介者が入ることになる。これはメモリ管理の安全性向上という先進的な効果と同時に、アプリケーションが自由にメモリを確保できなくなるという問題を生む。結論から言えば、.NET Frameworkは本来アプリケーションに

割り当てられた2GBのメモリを、全てアプリケーションには開放してはくれない。実際には様々な理由により、アプリケーションが.NET Frameworkを通して確保可能なメモリは1.0～1.4GB程度だと言われている。これは本質的にPCM画像8枚を安定して同時表示することが困難であることを示唆している。

3.3.1.4 課題のまとめ

32bit OSの壁、メモリ断片化の壁、.NET Frameworkの壁という三重の壁があるため、現行機I-PACS EX V1.10で同時に表示可能なPCM画像は5枚が限界であった。6枚以上の表示は、ほぼ失敗する。また、アプリケーションの利用時間が長くなると、次第に5枚の確保も困難になり、同時に表示可能な枚数が減っていった。抜本的に構造を変革しない限り、8枚表示は不可能である。

3.3.2 アプローチ

三重の壁を突破するには抜本的なアプローチが必要である。まず真っ先に思いつくのは、障害となったOSおよびアプリケーション基盤を、

- ・OSを32bit Editionから64bit Editionに変更する
- ・.NET Frameworkを撤廃する

という解決法である。64bit OSであれば、アプリケーションに2GBしか割り当てられないという問題から開放され、8GBでも16GBでも増設しただけのメモリが利用可能になる。また、.NET Frameworkを利用せず、直接OSからメモリ確保を行うアプリケーションとして作り直すのであれば、32bit OSのままでもPCM画像8枚同時表示が可能になる可能性がある。しかし、いずれの方法も大規模な開発や評価が避けられず、コストや安全性の面で大いに問題がある。従って、今回はOSおよびアプリケーション基盤は変更せず、ソフトウェア的な改修で課題の壁を突破することを考える。

ソフトウェア的な解決方法としては、幾つかのアプローチが考えられるが、本レポートでは検討したアプローチのうち代表的な方法を2つ採り上げる。

- ・サーバー方式：

別プロセス上にメモリを確保しておき、適宜、これを共有する (Fig.8)

- ・ブロック方式：

メモリを小ブロックで確保し、組み合わせて画像メモリとする (Fig.8)

両方式共に大量のメモリを安定して確保することを目的としているが、メモリ断片化への対処法が大きく異なる。前者サーバー方式は必要なメモリが断片化することを事前に防ぐ策であり、後者ブロック方式はメモリが断片化する前提で断片化したメモリをソフトウェア的に大きなメモリに再構築する策である。

いずれもアプリケーションのメモリ管理機構に大きな

改修が必要になるが、その効果は期待できる。試作で実際の効果を確認する。

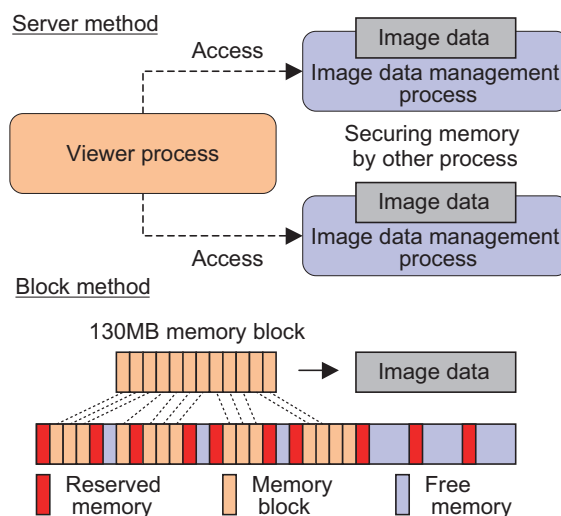


Fig.8 Image data management method

3.3.3 試作

ソフトウェア的な解決方法として上記2案について、実際に試作を行った。サーバー方式は、複数のプロセスから構成される画像メモリ管理サーバーにて必要な画像メモリを確保し、必要に応じてビューア・アプリケーションにメモリを転送する方式である。単一のプロセスでは確保が困難であったメモリも、複数のプロセスであれば確保が可能になる。画像メモリ管理サーバーは、ビューア・アプリケーションと同様に.NET Frameworkで構築されているが、複数プロセスに分散しているため、個々のプロセスが担当するメモリ確保量は相対的に小さくなり、安定した確保が可能になる。単純に考えるならば、8つの画像メモリ管理サーバーを起動すれば、1つあたりの画像メモリ管理サーバーで確保しなくてはならない画像メモリは130MBのみである。また、画像メモリ管理サーバーは起動時に必要なメモリを纏めて確保することで、メモリの断片化の影響を避けることが出来る。画像メモリ管理サーバーとビューア・アプリケーション間の通信を如何に高速に行うかが課題となるが、試作の結果、PCM画像を同時に8枚以上表示することが可能であった。

ブロック方式は、サーバー方式とはまったく異なるアプローチである。一般的にメモリ・アロケータと呼ばれるものであり、OSの論理メモリがページ単位で物理メモリを管理していたように、ソフトウェア的に小ブロック単位でメモリを確保し、これを組み合わせることで大きなメモリを(仮想的に)表現するものである。具体的には130MBの連続した領域でメモリ確保を行うのではなく、1MB単位の小ブロックのメモリを130ブロック確

保し、これを130MBの画像メモリとして利用するのである。小ブロックで構築された画像メモリを、仮想的に連続領域として扱うために、ブロックアドレスを解決するための演算が必要になるが、これはソフトウェア内部に画像管理アルゴリズムとして実装を行う。ここでブロックサイズは画像の1行のサイズと同じにすることでアルゴリズムを単純化できる。この場合、ブロックサイズは150KB程度になり、メモリ断片化が相当に進行したとしても、ほぼ確実にメモリ確保が可能となる。この方式の特筆すべき点は、メモリ制限の厳しい.NET Frameworkのアプリケーションであっても、可能な限り安定してメモリ確保が可能になることである。高速なブロックメモリ確保、高速なブロックアドレスへのアクセスが課題となるが、試作の結果、PCM画像を同時に8枚表示することが可能であった。

3.3.4 結果

サーバー方式とブロック方式のいずれもPCM画像の8枚表示を達成した。特にOSやアプリケーション基盤を変更せずに達成できたことは、コストとアプリケーション品質の両面で大きな意味がある。サーバー方式とブロック方式は一長一短であるが、本レポートでは言及しなかった他の手法を含め、これらをハイブリッド的に組み合わせることで、安定したPCM8枚同時表示が可能であることが明らかになった。

4 まとめ

マンモグラフィ専門ビューアを開発する上で、基盤技術となるPCMビューイング技術の基礎を確立することが出来た。コニカミノルタは、世界最高画質を誇るPCM技術と、本レポートで開発したPCMビューイング技術によって、マンモグラフィ読影を新たなステージへと導き、乳癌の早期発見、早期治療に貢献していく。

●参考文献

- 1) 竹村幸治, 笹野泰彦, KONICA MINOLTA Tech. Rep., Vol. 5, 16-20 (2008)
- 2) 長束澄也, 儀同智紀, 網谷幸二, 下地雅也, KONICA MINOLTA Tech. Rep., Vol. 2, 37-40 (2005)