

WWWによる FDIP6200 の制御システム

並木美太郎

東京農工大学 工学部 電子情報工学科
コンピュータサイエンスコース

1. はじめに

重点領域研究「沖縄の歴史情報」では、琉球史料画像情報の収集に見られるよう、古文書の画像の集成が行われている。本開発では、アナログ技術とデジタル技術の融合を本質的問題と考え、フィルムによるアナログ方式とデジタル方式それぞれの長所と短所を生かすために、WWW(World Wide Web)上で、スタッカ付きの16mmマイクロフィルムスキャナ装置を用いた画像データベースについて報告する。スタッカからのリールの着脱・フィルムからの読み込み・画像処理を行い、遠隔地から(1分+ネットワークの転送時間)程度の待ち時間でフィルム上の画像をWWWブラウザで表示できる。

2. マイクロフィルム画像データベースへの技術的要求と目標

本プロジェクトでは、琉球関連の古文書の収集と電子化を行い、歴史研究者にデータベースを公開することで、琉球研究を促進することを目的としている。経過と詳細については、<http://www.okinawa.oiu.ac.jp/>を参照されたい。従来のデータベースは文字コード化されたテキストを中心に構築される。情報を文字コードで表現することで、情報の圧縮を行えるだけでなく、検索が可能となる。しかし、歴史研究においては、一度他の研究者により文字コードに翻訳されたテキストでは、解釈が異なることがあることから十分な研究が行えない。古文書本体の画像を閲覧できることが重要となる。

本開発において、収集した古文書画像について次のような要求があった。

(1) 収集した画像を長期にわたって有効利用したい

歴史文書の収集は、文書の所有者から撮影許可を求めるだけで多大な苦勞を要する。寺社によっては次の公開まで数十年の期間を必要とするものさえある。収集した古文書画像を長期に利用できるようにしたい。

(2) 過去の蓄積を有効利用したい

歴史研究の分野では、過去に収集した画像がフィルムとして大量に存在する。フィルムの記録はあるが、戦火・災害によって原本が消失した文書、原本が所在不明の文書もある。ある研究者が作成したコレクションなども存在する。これら過去の蓄積を取り込みたい。

(3) 多様な文書の種類や利用に対応したい

収集している文書には、筆で書かれた古文書以外にも、近代の活字による文献、絵図など文字以外の情報を有するものまである。これらは画像の特性として異なっている。参照も、全体を概観したいときもあれば、ある特定の部分や文字をとりあげ、研究の材料にしたいこともある。

(4) 多様な配布媒体に対応したい

従来、紙焼きやフィルムなどで収集した画像を配布していたが、本プロジェクトでは、デジタル化し、電子化された情報は、CD-ROM で配布される予定である。しかし、記憶容量、コスト、即時性、公開性などの視点から、フロッピーディスク、光磁気ディスク、CD-ROM など種々の着脱可能な2次記憶装置での配布も必要となろう。加えて WWW、ftp などのコンピュータネットワークによる配布に対する要求がある。目的や媒体の特性を生かして、多様な配布媒体に対応したい。

プロジェクトは1994年にはじまった。当初は、CD-ROM による配布により、歴史の研究者に収集した画像を利用してもらうことを予定していた。その後の世界的なインターネットの高まりに応じて、前記データベースをコンピュータネットワークを通じて日本はもとより世界へも日本の歴史文化研究を公開することとなった。京都大学 星野聰名誉教授、大阪市立大学 柴山守教授、大阪国際女子大 桶谷猪久夫教授らによりシステムの検討・データベース構築が、また東京大学 史料編纂所の横山伊徳助教授らにより電子化された歴史史料の配布や情報検索サービスの検討が行われていたが、1995年より著者が加わってインターネットでの利用方式の検討を行った。

過去インターネットは、文字ベースの電子メール・ニュースサービス、Gopher のような階層型メニュー方式の情報蓄積・参照型のシステムであった。1990年代初頭に考案された WWW により

- ・ 静止画像だけでなく、音声・動画などのマルチメディアデータの扱い
- ・ 柔軟な構造の情報を扱うためのハイパリンク
- ・ GUI(Graphical User Interface)とシームレスなインターネットサービス(http,ftp,telnet,gopher を URL で統一)による簡便な操作
- ・ 特定の計算機や OS に依存しない

という利点が得られるようになって、インターネットは一般に浸透した。

本プロジェクトでも、テキストのデータベースと画像を結合して、インターネット上 TCP/IP プロトコルを用いて、で画像を参照するシステムを構築する予定であった。当初は、X ウィンドウシステム上で稼働するブラウザとネットワークプロトコルを独自に開発する予定であったが、上記のような利点から WWW を用いることとした。

前記の(1)～(4)のような要求を満たすために、画像を格納する媒体と方式が検討された。一方はマイクロフィルムに代表するアナログ的な画像格納媒体、もう一方は電子ファイリングシステムのようなデジタルな媒体である。それぞれ長所短所があるのは周知の通りである。

デジタルは万能ではない。最大の問題点は、電子化されたときの品質に固定化されてしまうことである。特に画像のようなイメージ情報は大きな問題である。読み込み装置の性能と記憶容量の問題からある特定の解像度に限定することとなる。

歴史研究では、内容の解釈をめぐって、文書の特定文字を詳細に分析することが必要となるが、拡大にデジタルは弱い。所定の記憶容量に納めるために2値などで読み込むと、筆のかすれ、紙の虫食い、紙の質感などのほかの情報量は欠落してゆく。デジタルでは失われた情報は戻ってこない。

さらに絵図を考えてみると、図表の特徴である全体の視認性に合わせると、絵図中に書かれた重要な文字情報が読めなくなる問題がある。全体を見るための画像と詳細を分析するためのある特定の部分の画像の両方を格納せざるをえなくなってしまう。絵図は色情報、階層情報が必要となるため、記憶容量

が増大する傾向にあるが、高解像度の部分画像のためさらに記憶容量が増大する。

このように、デジタル画像と媒体を画像の主要の記録方式とすることは、長期的利用、多様な対象と多様な利用に適さず、収集した画像を長期にわたって有効利用できない、と考えた。

そこで本プロジェクトでは、先に述べた要求を満たすべく、

- ・アナログ技術とデジタル技術の融合

を本質的問題

- ・テキストデータベースと画像を結合し、ネットワークを用いて画像を有効利用することを技術的課題ととらえた。その解決方法を次章に示す。

3. WWW による画像検索システムの設計方針と目標

主たる画像記録の方式と媒体をどうするかについては、フィルムを用いるか、電子ファイリングシステムを用いるかはすいぶん議論があった。例えば、市販の光電子ファイリングシステムなども対象候補としてあげられた。しかし、前章で述べたように、デジタル画像で主となる画像記録を作成すると、品質はどうしても現時点での技術に制約されてしまう。

そこで、プロジェクトでは、撮影をフィルムで行い、収集した成果を16mmマイクロフィルムに格納することとした。現在のデジタル技術に依存しないで品質を保持できる、歴史研究者にはフィルムやノウハウの蓄積、保管状態がよければ100年以上の寿命があるなどの利点が、その採用理由である。品質に関しては、いずれはデジタルでできる時代が来るだろう。しかし、今の技術に束縛されず、その時代のデジタル技術を有効活用する。特に、アナログ技術とデジタル技術の融合に対して

- ・標準的な画像や頻繁に参照される画像はデジタル
- ・多様な個別要求、デジタル化の採算に見合わない画像、長期保存にはアナログという方針とした。

上記のような方針から、マイクロフィルムなどのアナログ媒体に格納された画像を電子化する方法として次の手段を用いることとした。

(1) CD-ROM によるマイクロフィルムのデジタル化

前者は1枚数十円程度で電子化される。品質は固定化されるが、参照頻度の高い標準的な画像や採算に見合う対象に有効となる。多量に複製が作られる、成果公表には、本方式でデジタル化を行う。

(2) マイクロフィルムスキャナによる電子化

市販されている16mmマイクロフィルムスキャナとオートスタッカによる自動着脱装置により、要求に応じてデジタル化を行う。要求に対する応答が後述するように1分程度の時間を要するが、画像のある部分をより詳細に見たいなどの個別要求に対して有効であるほか、利用頻度が低くデジタル化する採算が合わない対象に有効となる。また、研究者自身の視点での画像データベースを作成するための大量画像の入力装置として利用できることも特筆できる。

これらの方式を具体化するために、また、各方式の欠点を補いあうことを目的にシステムの設計を進め、次の機能を有することを最終的な目標とした。

(1) 古文書のフルテキスト検索や目録検索を行う

文字コードによるテキストファイルや目録を対象に検索を行う機能を持たせる。

(2) 複数候補が検索されたときの候補交入り機能

複数の文書が見つかったときには、さらにキーワードを入力して対象文書を絞り込む機能を持たせる。

(3) 文書の本文と画像を表示する機能

検索の結果として文書の文字テキストと画像を同時に出力する機能を持たせる。さらに、拡大表示などをさせたいときには、画像をクリックする。

(4) 部分画像の読み込み

ある特定の部分を拡大して読む機能を設ける。矩形領域を指定して、拡大して読み込めるようにする。

4 . WWW による画像検索システムの全体設計

第3章において述べたように、重要視している機能は、次の通りである。

- (1) 目録やフルテキストデータベースと画像を結合し、検索を行うこと
- (2) コード化されたテキスト情報だけでなく、目的に応じた部分の画像を参照できること
- (3) WWWを用いることで、いつでも、どこでも、だれでも、歴史情報を利用できること

上記(1)~(3)の要求から、最終的には、性能などを考慮し、図1に示すような分散型のシステム構成を最終の構成として考えている。

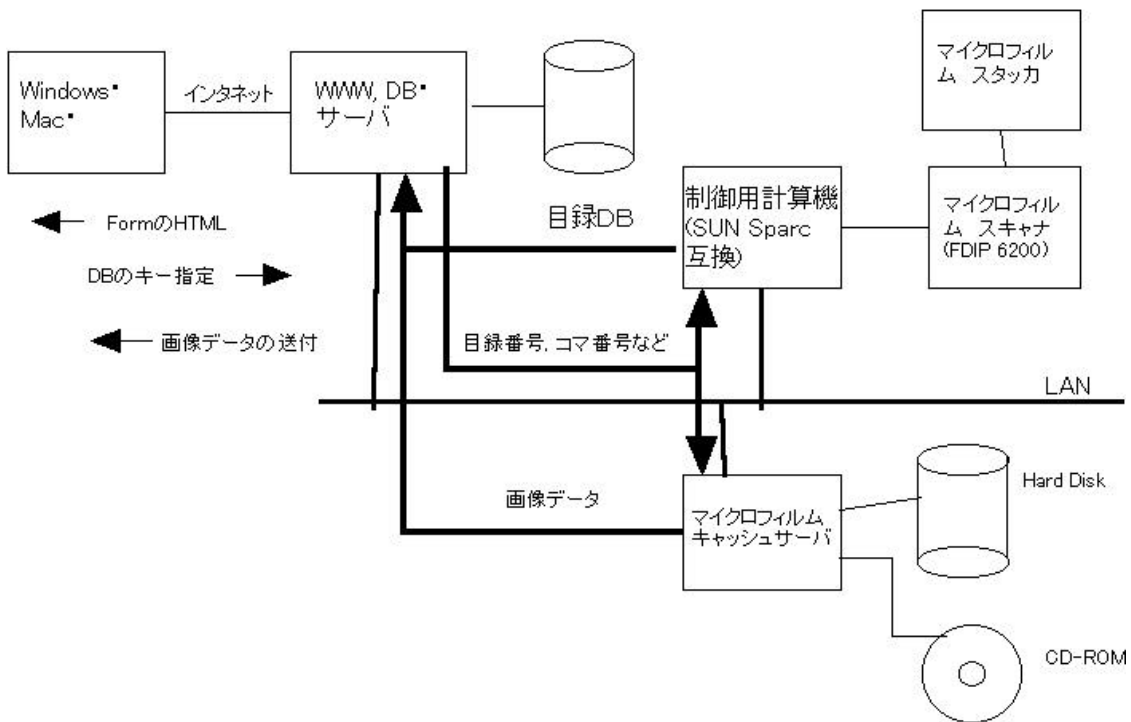


図1 . 最終的な構成

それぞれの役割は次の通りである。

(1) スタッカ付きの 16mm マイクロフィルムスキャナ

リールの自動着脱と読み込みを行う。富士フィルムの AS-10 と FDIP を用いた。スタッカは最大 200 本のリールを格納できる棚を持ち、ロボットアームなどの機械的な機構によりリールの着脱と読み込みを計算機から自動的に制御できる。着脱の時間はリールの位置にもよるが 1 分程度、検索・読み込みは 10 秒から 20 秒程度となっている。

図2が制御用の計算機(東芝 AS-10、SUN Sparc 互換)とマイクロフィルムスキャナである FDIP 装置、

図3がスタッカである。

個別要求に応じてよいリールやデジタル化に採算の合わない画像をスタッカに格納しておくほか、デジタル化の入力装置としても利用する。

(2) マイクロフィルムキャッシュサーバ

マイクロフィルムからの読み込みは機械的な操作が必要なので、必要とする画像が得られるまで最悪で数分を要することがある。印刷が目的では高解像度が必要であろうが、WWWのような対話型のシステムでは、解像度ではなく応答が高速であることが重要な要件となる。



図2 . 制御用の計算機 フィルムスキャナと表示装置



図3 . スタッカ近景。最大200本の16mmマイクロフィルムのリールを格納できる

そこで、ハードディスク、オートチェンジャ付きのCD-ROMドライブなどの2次記憶装置を接続し、参照の高速化をはかる。CD-ROM化された情報とマイクロフィルムスキャナで読み込むべき画像を統一的に扱う。つまり、読みたい画像が頻度が高くCD-ROMなどでデジタル化されていれば、スキャナを駆動せずにCD-ROMから読み出すことで高速に参照できるようになる。この部分がアナログ画像とデジタル画像の融合を行う技術的な部分となる。

また、一度スキャナから読んだ画像をハードディスクの領域が許す限り消去せず蓄積しておくことで、スキャナを駆動することなく同一画像に対する画像の取り出しを高速化できる。今回購入したシステムにはこのような機構はないが、この種の機構を導入することで、先の例 A3サイズ・50DPI・2値読み込みでGIF圧縮で画像を格納し、かりに現在数万円で購入できる1GBのハードディスクを利用したとすると、スタッカの棚200本のリール中の画像の25分の1にあたる2万枚を一時的に格納でき、スタッカとスキャナ駆動による待ち時間はなくなる。

このように頻りに参照される画像については、スキャナに対する要求をあたかもCD-ROMからの読

込みに切り替えたり、ハードディスクに格納した情報を利用することで、機械的な読み込み処理を減らし参照を高速化するだけでなく、リールの寿命を延ばすことができる。CD-ROM チェンジャだけのシステムでも同様の手法で高速化が可能である。

なお、富士フィルムのAS-10やFDIP装置では独自の画像フォーマット(FBI形式)を用いているので、どこかで画像形式の変換が必要となるが、CPUの処理能力に応じて構成中のどこかの計算機で処理すればいいだろう。

前記(1)、(2)と(4)のWWWサーバでマイクロフィルム装置の遠隔利用は基本的には可能になる。速度を問題にしなければ本キャッシュサーバも不要である。

(3) DB エンジン

画像それ自身の情報量は膨大だが、計算機処理する最大のメリットはコード化することで検索が可能になることである。本プロジェクトでも収集した文書の目録や、代表的な文書についてはテキスト化し、検索に利用している。DB エンジンについては、大阪市立大学の柴山守教授がその開発を担当した。

重要なことは、テキストと画像の結合である。古文書の文字認識は、印刷活字のOCRや現代人の手書き文字認識などに比べると極めて困難である。研究は緒についたばかりの段階にあるため、人手で現在結合を行っており、現在は文書とリール名、開始コマ、終了コマ情報で結合している。また、フィルム極性、ブリップマーク極性、マークサイズ、コマのオフセットなどがリールによって異なるため、これらフィルムのパラメータをリールのデータベースとして管理している。

(4) WWW サーバ

ネットワークを経由してきたWWWブラウザからの要求を、前記(1)～(3)へ振り分ける。具体的には、CGI(Common Gateway Interface)プログラムの規約にそったソフトウェアを開発し、それを実行する。

上記のようなシステム構成で、テキストと画像の結合、アナログとデジタル画像の融合を実現する。この結果、テキストDBとの結合による検索、インターネットを用いた遠隔利用、さらには、電子化の入力装置が可能になると考えた。次章では、試作したシステムについて述べる。

5 . WWW によるマイクロフィルムを用いた画像検索システムの試作

図1に示したシステムは最終的な構成である。具体的にどのような機能を持たせるかは、歴史研究者からの要望を十分に反映させる必要があり、一気に完成させるのは修正が多くなる。そこで、まず、次の段階を経ることとした。

段階1：WWWを経由してのマイクロフィルム装置の制御と画像の読み込み

段階2：テキストデータベースと読み込み装置の結合

段階3：部分画像の制御、キャッシュサーバの導入

段階4：分散構造化

第1段階のWWWによるマイクロフィルム装置の遠隔利用は、1995年末に稼働し、段階2は1996年3月までに試作と実験を行っており、第2段階までの試作例を報告する。歴史研究者からの意見と稼働経験を採り入れ、更新を行っている。

試作したデータベースの最上位のホームページである。各リンクは、次の(2)の画面へリンクしている。

(1) データベースのインデクス

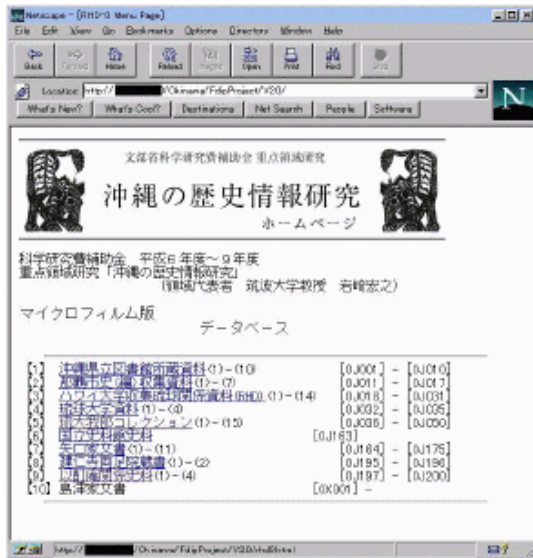


図5. 試作したデータベースの最上位のホームページ

(2) 目録の検索画面

目録からキーワード検索を行う。図6が検索用の画面である。ページ中の「キーワード」のフィールドに検索したい語を入力すると、その検索結果を表示する。例えば、ここでは“庵”で検索した結果だが、候補としてリール名・開始コマ番号・終了コマ番号とともに出力される(図7)。

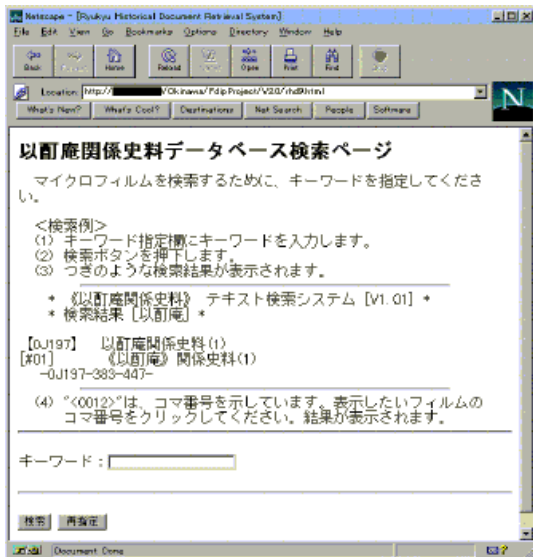


図6. 検索画面

(3) マイクロフィルムからの読み込み

検索結果中にあるリンクを選択すると図8のようなマイクロフィルム装置の読み込み指示画面が出力される。リール番号やコマ番号の範囲のほか、画面からは見えないが、フィルムやブリップマークの極性、画面方向など利用者には煩雑なフィルムのパラメータなどが検索の結果として自動的に設定されている。利用者は必要であれば解像度だけを指示して、ページ中の「読み込み開始」をマウスで指示すると遠隔地のマイクロフィルムスキャナがリールの着脱・スキャンニングを行い、インターネットを通じて画像を得ることができる。読み込んだ結果を図9に示す。

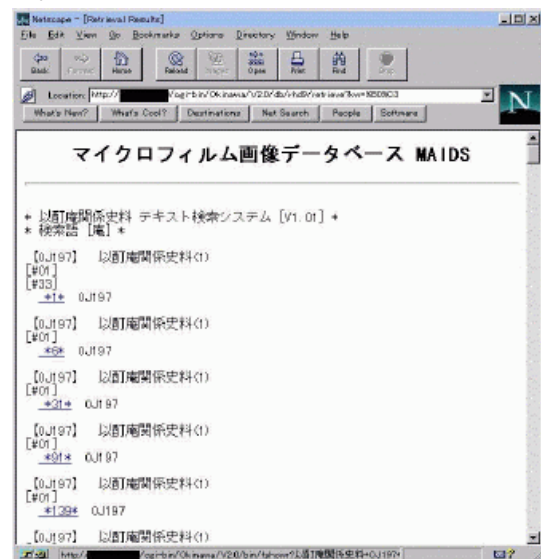


図7．検索結果の画面

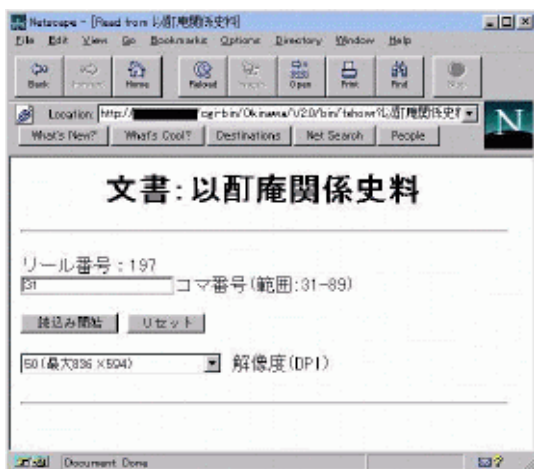


図8．読み込み指示画面

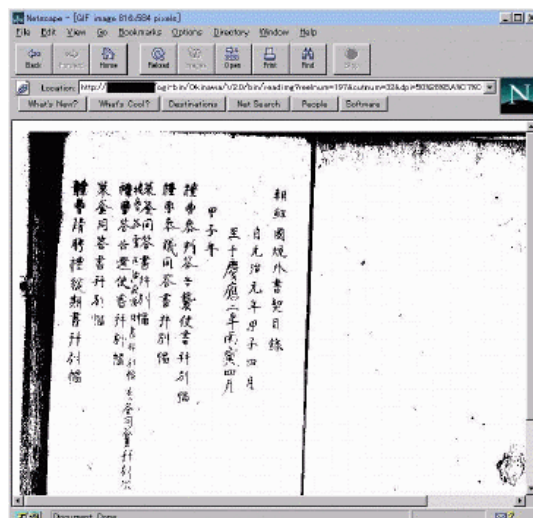


図9．読み込み結果

本システムの実行時間を表1に示す。画像サイズは、約 840×600 ピクセル、2値画像、圧縮後のファイルの大きさは約25KBである。

表1．システムの実行時間

テキストの検索時間	1秒(数100件から)
フィルムの着脱	0～40秒
指定された	
コマの検索・読み込み	10～20秒
画像の縮小・圧縮	6秒
	計17～60秒
+ 画像転送時間	+ 8秒
	(東京～筑波・大阪、WAN 1.5Mbps、LAN 10Mbps)

WWW とインターネットを用いて、東京から筑波や大阪にあるマイクロフィルム上の画像が1分強で参照できる。

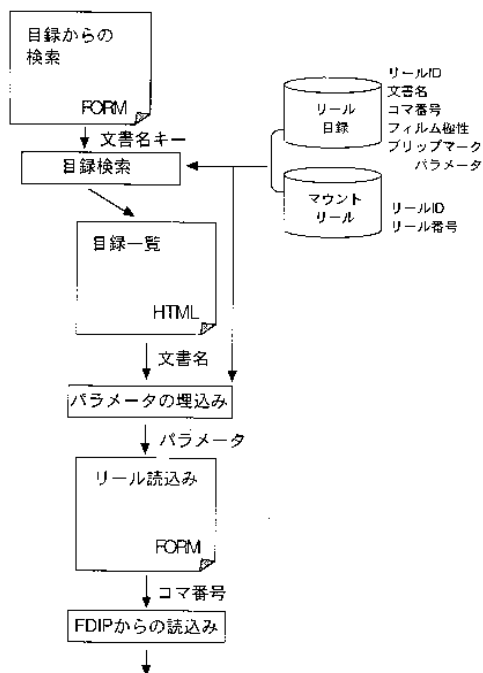
テキストデータベースによる検索以降(実行例(3))の処理を図10に示す。リール名、コマ番号、解像度の指定をもとに、リールの目録や現在スタッカに格納されているデータベースを検索し、読み込みに必要なパラメータを取り出す。それらの結果をもとに、マイクロフィルムスキャナを起動するプログラムを実行し、画像ファ

イルを得たあと、WWW ブラウザ標準画像形式の GIF または JPEG に変換する。

リール目録中に、マイクロフィルムのさまざまな属性、例えば、フィルムやブリップマークの極性やオフセットパラメータなどが格納しプログラムがこの属性を使用することで、利用者は特に指定することなく、マイクロフィルムの

参照を行うことができる。また、スタッカに種々のリールを格納できるようにするため、リールのそれぞれに唯一の名前をふり、その名前と実際にスタッカの棚に格納された番号の対応をとる表(マウントリール)を設けた。

図10. 指定されたリール名・コマ番号から必要なパラメータを検索し、読み込みを行うソフトウェアを起動する処理の流れ



データベースの検索、ファイル形式の変換・縮小などのプログラムを新規に作成した。記述言語として言語Cと文字列操作が簡便に行える perl 言語を用い、全体で約 1000 行程度である。GIF/JPEG などの画像圧縮はパブリックドメイン(PDS)のソフトウェアである ImageMagick の convert を、WWW サーバも PDS である NCSA の httpd を利用した。マイクロフィルムスキャナの制御は、富士フィルムが作成した ms コマンド群を用いている。これらのソフトウェアにより開発の手間を大きく減らすことができた。

第2段階までの試作で、モックアップのうちの(1)と(3)が実現されたことになる。これらの結果をもとに、現在、非専門家にも使いやすいユーザインタフェースの設計、データベースのレコード構成の見直しを進めている。

6. おわりに

本報告では、WWW(World Wide Web)上で、スタッカ付きの 16mm マイクロフィルムスキャナ装置を用いた画像データベースと画像ファイルのビュアについて述べた。本開発により、遠隔地から 1分～1分30秒程度で、キーワードを検索し、マイクロフィルム上の画像を WWW ブラウザで表示できるよ

うになった。

参考文献

- [1] 鈴木卓治編集, 特集: 人文・芸術系のデータベース - 今そしてこれから -, 情報処理学会誌, Vol.38, No.5, 1997.
- [2] 星野聰, 日本史データベース, 情報処理学会誌, Vol.33, No.10, pp.1109-1115, 1992.
- [3] 並木美太郎, WWWによるマイクロフィルム画像検索システムについて, 月刊IM'97-2~'97-4, 1997.
- [4] 柴山守, 並木美太郎, WWWによる大規模マイクロフィルム画像データベースの検索システムの実現, 情報処理学会研究会報告, 96-CH-32-7, 1996.