

パターンマッチング技術を応用した 図書館システム

高橋久美、山本毅雄

図書館情報大学
つくば市春日 1-2

パターン・マッチング技術を利用する新しい図書館システムを提案した。図書を適当なサイズ(例えば 100~200 冊)のブロックに分け、背表紙にカラーコードのラベルを張ってこのブロックへの所属を表す。ブロックは同一の書架にまとめて置くが、ブロックの書庫内での配置、ブロック内での各図書の配置は任意である。ワークステーションによって制御されるビデオカメラで各書架の画像を得、カラーラベルと前もって作成してある画像目録を用いて、システムは常時、各図書の位置を把握している。利用者の検索に対して、書庫内での所属ブロックの位置が知らせるばかりでなく、書架に設置してある位置マーカがグループ内での求める位置を指示する。

A New Library System Using the Pattern-Matching Technology

Kumi Takahashi and Takeo Yamamoto

University of Library and Information Science
Tsukuba, Japan

A new library system using pattern matching technology is proposed. Books in the library are classified into blocks of 100-200 each. A color-coded label on the back of a book specifies the block it belongs to. The arrangement of blocks in the library as well as that of books in a block can be arbitrary. Video cameras controlled by workstations monitor all the shelves. The image of each book is obtained and matched with the "image catalog" to identify the book. The system thus knows the position of each book in the library. The user may be directed to the book by a marker light attached to the shelf.

1 はじめに

現在の図書館業務には様々な問題があるが、そのうちで図書館職員の仕事を忙しくし、利用者に不便をしている次の二つの問題を解決すべく新しい図書館システムを考えた。

一つめは書架に入っている図書が探しにくい点である。書架には多数の図書が並んでいるので請求番号通りに探しても見落とししたりして探すのに時間がかかる。またしばしば図書が請求番号通りに並んでいないことがあるため探しにくい。二つめは図書の管理が大変な点である。返却された図書を書架に戻すには請求番号通りの場所に戻さなければならない。上位の番号は書架に表示されているが下位の番号は表示がないため書架に入っている図書の請求番号をいちいち確認して排架場所を探さなければならない。

ここではパターン・マッチング技術を図書個別認識に用いることで、図書をブロック排列し、図書の排架・管理・位置検出が現在のシステムより容易にできる新図書館システムを提案する。

2章では従来の図書館システムと個別認識を用いた新図書館システムについて、3章では新図書館システムの実現方式について、4章では個別認識の方法についてふれる。

2 従来の図書館システムと個別認識図書館システム

2.1 従来方式

図書館では図書が受入されるとまず分類・目録作業を行う。分類・目録作業は図書館において重要な業務であると同時に、専門的知識と経験が必要な作業である。特に分類作業は時間を必要とする作業である。分類・目録作業を行うことで図書の排架場所を決め、そして図書から書誌事項を得てオンライン目録に入力し図書の管理に利用する。この分類・目録作業の際に付与される請求番号によって図書を一次元に排列している。図書は指定の場所に排架されていないと探しにくいので、図書を棚に返却するのは司書の仕事とされている図書館が多い。このため司書の忙しさが増し、利用者にとっては返却待ちの図書に対するアクセシビリティが減少する。

従来方式であると図書は常に請求番号（分類記号と著者名の頭文字を組み合わせた記号）通りに排架されていなければならない融通性がない。新分野が出現した場合、分類時に参考にした分類法が改訂されるまで新分野で分類することが出来ず、図書が既存の分野に散らばってしまい図書の管理や利用者にとっては不便である。例えば「情報システム」という主題の図書を分類しようとするとしても、現在の多くの分類法では単独の分野で分類することはできず、分類法に記載されている様々な分野に分散配置されてしまう。図書館では図書の紛失や誤排架をチェックするため定期的に閉館して蔵書点検を行うが、図書が指定場所がない場合があるため大変である。なぜなら開架された図書館は常に利用者が書架に接しているため、図書が出し入れされる間に順番が狂ってしまうことがあるからである。

2.2 図書個別認識・ブロック排列方式

図書個別認識方式（以後、個別認識方式と略す）とはパターン・マッチングを図書館システムに用い個別の図書を認識させる方式である。従来方式では目録はテキスト目録だけであったが、個別認識方式では新たに画像目録を加え、これと書架の図書の画像のパターン・マッチングによって図書を認識させ、その現在の位置をシステムが常時把握しておく。

この個別認識方式を用いた図書館システムではブロック排列をする。ブロック排列とは図書の分類を最下位が適当な数（例えば100～200冊）になる程度まで行い、この分類をカラーラベル

などを用いて表示する。このようにして図書をブロック化し、そのブロックごとに図書を排列する。ブロックの順序およびブロック内の図書の順序は任意である。

3 実現方式について

3.1 ハードウェア

新図書館システムの実現に必要なハードウェアは

1. LAN
2. 受入・目録作成ステーション
3. 貸出・返却ステーション
4. 目録サーバ
5. 目録検索ステーション
6. 個別認識ステーション
7. 場所指示マーカ

等である。(次ページ図1参照)

LAN は図書館内、各書架まで巡らさなければならない。画像データの転送が必要であるが、通常のEthernet 程度の帯域幅があればよい。

受入・目録作成ステーションはワークステーションとこれに制御される一台のビデオカメラからなり、購入した図書を受入れ分類・目録作業を行うステーションである。このステーションは図書整理室(事務室と兼用でもよい)に設置する。従来の分類・目録作業を行うと同時に、新たに画像目録を作成する。

貸出・返却ステーションは、ワークステーションないし端末からなり、従来の図書館システムと同様に、貸出・返却の管理を行うステーションである。

目録サーバは、受入・目録作成ステーションで作成された画像目録およびテキスト目録を蓄積し、個別認識ステーションや貸出・返却ステーションからの要求に応じて、目録レコードを送出するワークステーションである。

個別認識ステーションは、ワークステーションとこれに制御される複数のビデオカメラからなる。各書架に対して3台程度の可動のビデオカメラを設置し、これをワークステーションでコントロールし、書架の図書の画像を読み込む。書庫の各所にこのようなステーションを設置し、分散処理によりカメラコントロールとマッチングの負荷を分担する。例えば書架4連に1台ずつの割合でワークステーションを設置すれば、各ステーション当たり12台のビデオカメラを制御し、その画像を処理することになる。人の動きが多く、書架からの出し入れが激しい場合、より多数のステーションが必要かもしれない。

目録検索ステーションは、ワークステーションないし端末からなり、従来の検索システムと同様にテキスト形式の目録の検索を行う。その後、画像目録にアクセスしてヒットしたレコードを出力し、利用者に探すべき図書の外観を知らせるとともに、ブロックの地図を表示し図書の所在を知らせる。

場所指示マーカは、ブロック中での図書の所在をより詳しく示すためのものである。利用者は、これを頼りに図書にアクセスすることができる。小型のランプあるいはライト等をリボン状に並べ、書棚に付けてマーカとする。場所指示マーカにはリセットスイッチを付け、利用者が用済みになったら消してもらおう。消されなくとも、ある程度時間が経ったら自動的にランプが消えるようにしておく。

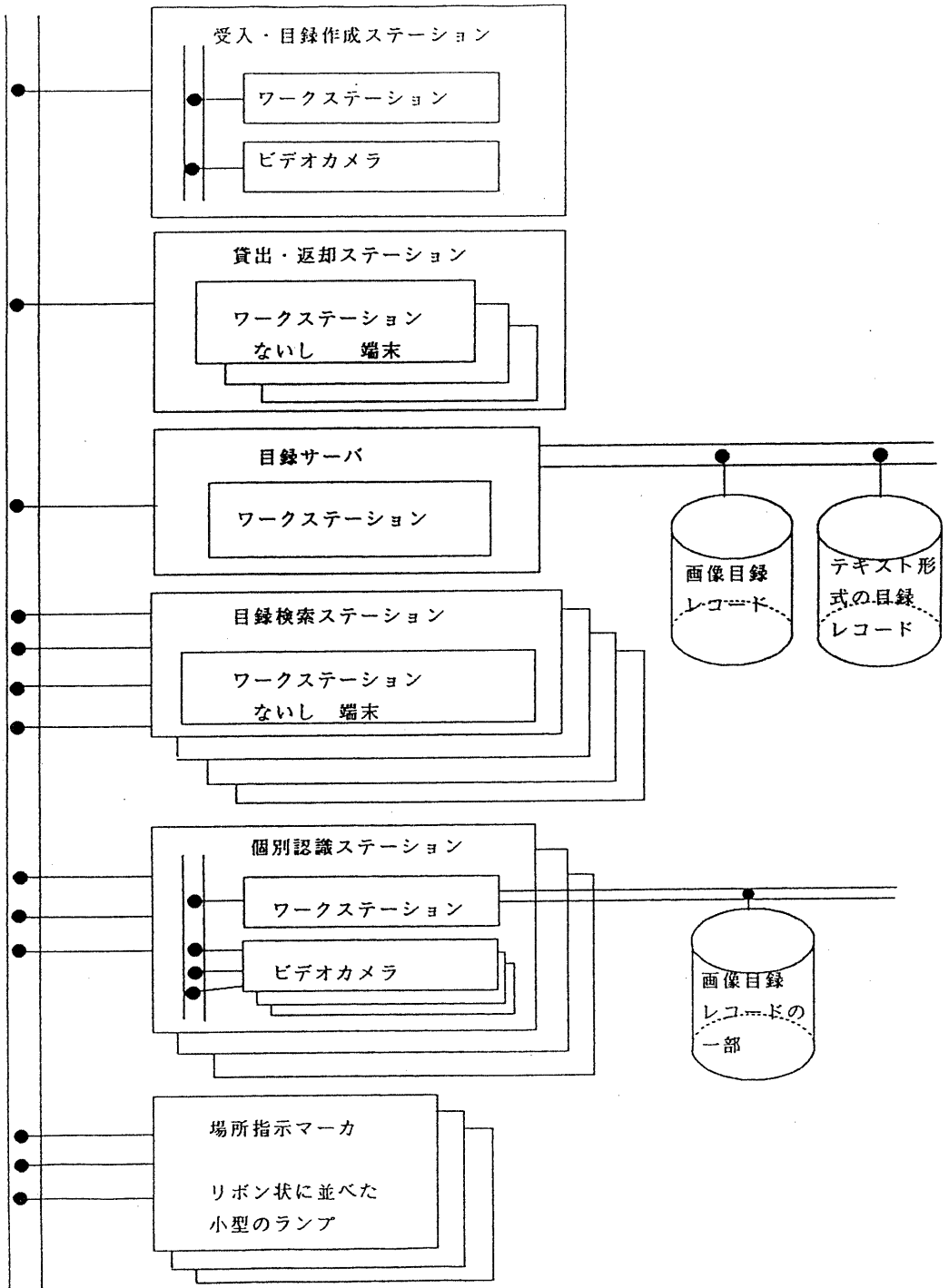


図 1: 本システムの概要

以上のハードウェアにソフトウェアを加え個別認識システムを構築する。

3.2 システムの動作

目録サーバは、各個別認識ステーションに、それぞれの責任範囲にあるブロックに属する全図書の画像目録レコードを送っておく。

個別認識ステーションは、目録サーバと共同で、支配下にあるビデオカメラの視野内にある各図書を個別認識する。これは次の手順で行う。

- 一冊の図書の画像を切り出す。さらにこの図書についてズームアップ像を得る。
- この図書がどのブロックに属するかをカラーラベル部の画像から判断する。
- この図書の位置が正しかった場合（属するブロックがこのステーションの責任範囲にある場合）このブロックの画像目録レコードはこの個別認識ステーションにあるので、ここでパターン・マッチングにより図書を個別認識する。
- この図書が別ブロックに所属する場合（誤排架の場合）図書の画像を目録サーバに送ってパターン・マッチングを行い図書を個別認識する。
パターン・マッチングの詳細については4章で述べる。
- 個別認識の結果は目録サーバと個別認識ステーションの両方が記憶し、どの図書がどの位置に存在するかは常時システムが把握しておく。

書架に図書の出し入れがあったり、並べ直しがあるなど視野内で大きな変化があれば、変化した部分について再び上記のような個別認識を繰り返し、新しい排列を把握する。

3.3 図書館の作業

3.3.1 受入時の作業

図書館では図書を受け入れると、まずこれに管理のためのID番号を付与する。次に何らかの分類基準に従って分類作業を行い、どのブロックに所属させるかを定める。

ブロックの所属（排架場所）を示すために図書の背表紙にカラーラベルを貼付する。カラーラベルは一枚を n 個の長方形に分割し、各長方形に m 色の中から1色を塗って作られる。例えば $m=5, n=6$ とすれば約16,000ブロックが区別できる。

貸出・返却その他の管理のためには、ID番号を図書のどこかに表示しなければならない。これは表紙裏等にバーコードないしOCR文字のラベルを貼付する方法、カラーラベルの中に新たにバーコードで表示する方法などが考えられる。（ただし後者の方法は画像による個別認識が楽になるものの、外見に問題がある。本研究ではとりあえず、ID番号は背表紙以外に表示されているものとする。）

ラベルの貼付後、画像目録のために背表紙の画像を入力する。画像は全体像とズームアップ像（部分像のスプライミングによって作る。）の2種類とする。全体像は大まかなマッチングに用い、ズームアップ像は細部の認識による正確なマッチングに用いる。

さらにテキスト目録を作成後、所属のブロックに排架する。

3.3.2 誤排架の訂正・蔵書の自動点検・紛失図書を検出

誤ったブロックに排架された図書はシステムが検出するので、手の空いている時にこれを正しいブロックに戻すことができる。

これまで蔵書点検は全館を休館にしての大仕事であったが、本システムでは点検は常時自動的に行われるのでその必要がない。

また紛失図書が早期に検出できることで管理も楽になる。ただしこれが利用者のプライバシーを侵害するような使い方は厳に慎まなければならない。

3.3.3 ブロックの排列変え・ブロック内の排列変え

ブロックをどう作るか、ブロック同士の排列をどうするかはこのシステムでは任意であるが、大体のところは何らかの分類体系に基づくのが自然であろう。既存の方式との差は、これに縛られることなく、一時的あるいは永久的な変更ができることである。テキスト目録への分類記号や番号の付与は自由であり、検索の便を考えれば奨励されるべきであろう。

ブロック内での図書の順序も任意であるが、だからといって何らかの原則による順（書名や著者名の辞書順、内容の細分類順など）になるべく近づくよう排列する努力を禁ずるわけではない。図書館員の時間と手間の許す限り、適切な排列に近づけることで、利用者にさらに使いやすく親しみやすい図書館を作ることができる。

本システムではその意味で、むしろ排列に図書館の創意や努力を許す、自由度のあるシステムということができる。

3.4 問題点

本システムをを實現する上で予想される大きな問題は次の二つである。

- マッチングが困難な図書が存在すること。図書館の図書にはシリーズものや複本（同一の図書が複数あるもの）が多い。シリーズものの図書は外形が似ているためマッチングの際に混同する可能性がある。また、複本は外見的には違うところがないので個別認知が困難である。デザイン上の特徴がない図書・背表紙がきわめて狭い図書なども個別認知が困難である。（しかし背表紙が狭い図書は考えようによっては狭いということが一つの特徴ともいえる。）この問題点を解決するには、これらの図書に限り、あるいは全ての図書に対し個別認識用のマークを図書の背表紙に付与することも考えられる。
- 外観の変化によるマッチングの困難。外観の変化には、外的条件による変化と経時的変化の二つがある。外的条件による変化とは採光・配置場所・隣の図書が邪魔している等の場合に起こる変化である。図書館では、照明が図書に与える影響を考え、書架間は光を抑えた照明を行っている。また書架に利用者がいた場合などに図書に陰ができてしまったりする。このため照明が届きにくい図書がある。経時的変化には汚れの付着・破損・退色等があり、これが原因でマッチングが困難となりうる。経時的変化によるマッチング率の低下を防ぐには、時折り画像目録レコードを実画像に入れ換えることが考えられる。

4 個別認識の方法

個別認識にはバーコード等を背表紙に表示する方法も考えられるが、本研究ではテンプレート・マッチングの一方法、高速フーリエ変換によるたたみ込みを用いた画像マッチングを試みた。

マッチングに用いる画像は画像目録・書架の図書画像とも写真から画像データを取った。画像目録用の写真は一冊づつ図書の背表紙を写真に撮った。その際図書の背景には黒板と白い紙を用意しそれぞれの背表紙を撮った。二種類の写真を用意したのは図書の背表紙の色と背景の色により、図書の輪郭がはっきりしないためである。この二種類の写真の中から輪郭がはっきり写っているものを画像目録用の写真として採用した。書架の図書の写真は棚1段（図書が15～20冊程度入っている）を中心として写した写真と中心の棚と上下の棚を写した写真を使用した。

書架の図書画像に前処理を施し、一冊づつの画像を切り出す。一つの図書画像に対しRGBとグレイの計4つのテンプレートを作る。個の大きさを画像目録に合わせて変換する。これらのデータを用いてたたみ込みを行う。たたみ込み結果を基に最良のマッチ候補を選び出し、マッチの度合いを求め真のマッチであるかを調べる。マッチングの一段階として書架の図書画像から画像目録用の画像と同じ大きさの図書を取り出しテンプレート・マッチングを行う図書を絞る。次に絞り込んだ図書と画像目録用の画像に対しテンプレート・マッチングを行う。

テンプレート・マッチングの結果については講演の際に述べる。