

明るさの変化に強い画像処理手法を用いた 書籍情報検出システムの改良

日比 裕介 新木 英明 芳賀 博英 金田 重郎

同志社大学工学部

1. はじめに

従来の図書館で任意の書籍を検索する時、利用者は、検索システムから取得した書籍情報をもとに、書籍の収められている書棚を探し出し、その書棚から所望の書籍を探し出す必要がある。しかし、検索結果を基に書棚にたどりついても、書籍が書棚から一時的に取り出されている場合や、本来とは異なる書棚に納められている場合は、書籍を探し出すことは不可能である。

以上の問題を解決するために、我々は既存の図書館情報システムの機能を拡張した Augmented Library というシステムを提案している。Augmented Library における拡張機能は、検索した書籍のある書棚へ誘導する機能[1]及び、現実の書棚の状況を書籍データベースにリアルタイムで反映する機能[2]である。

現実の書棚の状況を書籍データベースにリアルタイムで反映するためには、書籍の出し入れ時に、どの書籍がどの書棚で出し入れされたのかを認識する必要がある。Augmented Library では、書棚の格段の両端に設置した CCD カメラから送られてくる画像より、各書籍に添付されている ID マーカを検出・認識することで、書籍の情報を取得している。しかし、現在の手法では、検出率が部屋の明るさの変化に大きく依存していた。明暗の激しい画像で正しい ID を検出できない原因として、ID マーカの位置が特定できていないということと ID コードの読み取り基点が正しく認識できていないことが考えられた。

本稿ではこの問題を解決するため、画像データを格子状に分割し、個々の領域毎に画像処理を行なうことで ID マーカの位置を特定する方法及び、明暗の激しい画像における ID コード読取基点の認識手法を提案する。プロトタイプを用いて実験を行った結果、検出率 98.8%を実現した。

2. 書籍 ID の取得方法

2.1. 書籍情報検出システムの概要

現実の書棚の状況を書籍データベースにリア

Improvement of Book ID recognition method by image processing under the change of brightness

Yusuke Hibi, Hideaki Araki, Hirohide Haga, Shigeo Kaneda
Faculty of Engineering, Doshisha University

ルタイムで反映する機能を実現する書籍情報検出システムについて述べる。書籍情報検出システムの全体図を図 1に示す。

まず書籍の出し入れは、書棚の格段両端に設置した赤外線センサで移動体を検出することで行い、書籍の出し入れが行われた詳細な位置（段の左半分、右半分）の検出も行う。移動体を検出すると、検出した赤外線センサと同じ位置に設置した CCD カメラで移動体の画像をキャプチャし、書籍であるか否かの判別を行う。書籍であれば、各書籍に貼付けた ID マーカによって書棚に入れられたか出されたかの判別及び、書籍 ID の取得を行い、出し入れされた書籍の情報をリアルタイムで書籍データベースに反映する。

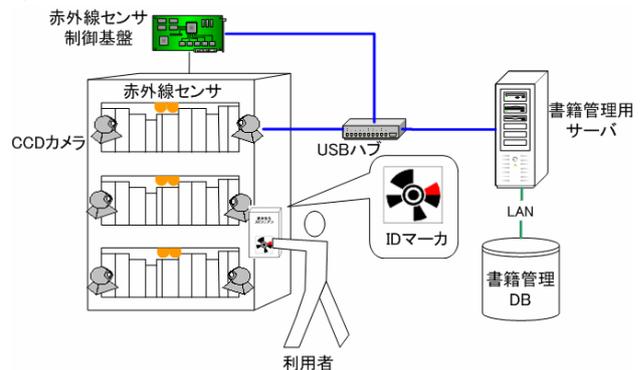


図 1 書籍情報検出システム

2.2. ID マーカの概要

個々の書籍を識別する ID マーカについて述べる。ID マーカの図を図 2に示す。

ID マーカは ID マーカ認識領域と ID コード認識領域の 2 領域からなる。ID マーカ認識領域は白と黒の 3 重円からなり、画像中からマーカの位置を特定する役割を持つ。ID コード認識領域には ID が記述されており、12 分割されている。12 分割された領域の 1 つを赤色の ID コード読取基点、1 つをチェックビット、残りの 10 領域を ID として使用する。

ID の読み取りは、画像中の ID マーカ認識領域によってマーカの位置を特定した後、ID コード認識領域中の ID コード読取基点を特定し、特定した基点から反時計回りに走査することで行っている。

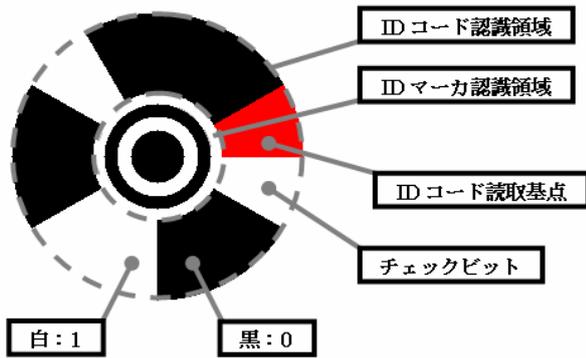


図 2 ID マーカ

3. 明るさの変化に強い画像処理手法 3.1. 格子分割法

画像中から ID マーカの位置を特定する際、従来方式では画像全体を一定の閾値で 2 値化して、画像処理により ID マーカ認識領域を検出することで行っていた。しかし、画像全体の明るさは必ずしも均一でないため、画像の明るさに検出率が大きく影響を受けていた。そこで、画像を格子状に分割し、個々の領域に最適な閾値を設定する方法を提案する。

CCD カメラから送られてくる画像は 320×240 のビットマップ画像である。これを 1 領域のサイズ 80×80 , 40×40 , 20×20 , 16×16 , 10×10 の 5 通りで格子状に分割し、最適な分割サイズを検証した。個々の領域の閾値 th は式(1)によって求めた。 th' は基準となる閾値、 B は個々の領域の平均明度値である。

$$th = th' * B / 128 \quad (1)$$

基準となる閾値は 30 から 60 の間で変化させ、適切な閾値を検証した。検証の結果、分割サイズ 80×80 , 40×40 及び基準となる閾値 40 から 49 においては、画像の明るさに影響を受けず、ID マーカの位置を特定することができた。

3.2. ID コード読取基点の認識手法

3.1節の格子分割法により、明暗が激しい画像でも ID マーカの位置を特定することに成功したが、ID コード読取基点は正しく認識できていないため、正しい ID を検出できていなかった。そこで、認識方法を変えることで基点認識率の改善を行った。提案する方式では次の手順で基点の認識を行う。詳細を図 3 に示す。

1. ID マーカの中心から黒色の円までの距離を d とし、半径 $4*d$ の円周上で式(2)の $A[y][x]$ が最大となる座標 (x_{max}, y_{max}) を探す。 R, G, B は画像の各ビットの要素を表している。

$$A[y][x] = (R[y][x] - G[y][x]) + (R[y][x] - B[y][x]) \quad (2)$$

2. 座標 (x_{max}, y_{max}) を基点として式(3)が成立する座標を座標 (x_{max}, y_{max}) から同円周上を左右に探す。

$$A[y_{max}][x_{max}] - A[y][x] > 90 \quad (3)$$

3. 座標 (x_{max}, y_{max}) から左右に見つけた座標は赤色の両端であるので、その中点の座標を ID コード読取基点とする。

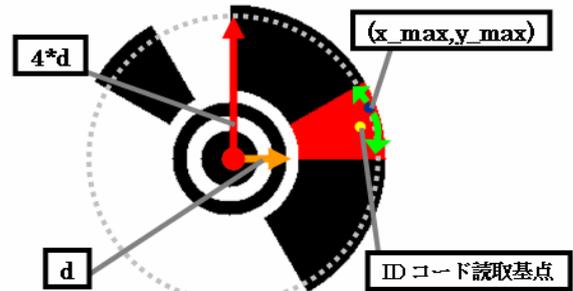


図 3 ID マーカ基点の認識方法

3.3. 従来方式との比較実験

3.1節で述べた格子分割法と3.2節の基点認識法を用いて、従来方式による ID 検出率との比較実験を行った。実験結果を表 1 に示す。従来方式での検出率は 27.9%であった。表 1 より、画像の分割サイズが 80×80 、基準とする閾値が 43 において検出率が 98.8%と最も高くなっていることがわかる。

表 1 提案方式による ID 検出率

| 基準とする閾値 | 38 | 39 | 40 | 41 |
|---------|-------|-------|-------|-------|
| 80×80 | 93.3% | 94.5% | 94.5% | 96.4% |
| 40×40 | 56.6% | 57.3% | 57.3% | 58.4% |
| 基準とする閾値 | 42 | 43 | 44 | 45 |
| 80×80 | 95.8% | 98.8% | 96.4% | 96.4% |
| 40×40 | 58.0% | 59.9% | 58.4% | 58.4% |
| 基準とする閾値 | 46 | 47 | 48 | 49 |
| 80×80 | 96.4% | 96.4% | 92.1% | 91.5% |
| 40×40 | 58.4% | 58.4% | 55.8% | 55.5% |

4. まとめ

本稿では CCD カメラを用いた書籍情報検出システムにおいて、ID 検出率が画像の明るさに影響を受けにくくすることを目的とし、格子分割法と ID コード読取基点の認識手法を提案した。そして、プロトタイプを用いて実験を行った結果、検出率 98.8%を実現した。

参考文献

- [1] 坂下ほか：Augmented Library における書籍の位置情報の物理的可視化と携帯電話を用いた書棚への誘導，情報処理学会第 67 回全国大会論文集，3V-2, Vol. 4, pp. 533-534 (2005)
- [2] 新木ほか：Augmented Library における CCD カメラを用いた書籍認識と書籍データベースの自動更新，情報処理学会第 67 回全国大会論文集，3V-1, Vol. 4, pp. 531-532 (2005)