

図書分類記号一括照合のためのテンプレート画像更新の一手法

A Method to Update Template Image for Holistic Matching of Book Class Mark

豊田 倫明†

大場 和久†

中村 伸一†

柳本 哲也†

Michiaki TOYODA

Kazuhisa OBA

Shin'ichi NAKAMURA

Tetsuya YANAGIMOTO

森 隆知†††

辺見 一男††††

Takatomo MORI

Kazuo HEMMI

1. はじめに

図書館では一般に日本十進分類法の分類記号に基づいて図書が排架され、所定の書棚以外にある場合は誤排架となる。書棚において、正しい排架図書の中から誤排架図書を発見する排列点検には、多くの人手と時間が必要となる。

我々は誤排架図書発見のためのテンプレートマッチングを用いた分類記号画像一括照合手法を提案してきた [1]。誤排架図書発見には、排列点検したい書棚の分類記号と、図書ラベルの分類記号との画像照合のみで排架の正誤を判別でき、分類記号の認識が不要である。入力画像となる数字3文字の分類記号画像と、3枚の数字テンプレート画像より生成された3文字分の分類記号のテンプレート画像とを一括照合する。ここで正しい排架図書を誤排架として判別することは、図書館職員の徒労となる。そのため本稿では正しい排架図書の判別精度の向上を目的とし、分類記号テンプレート画像の生成に用いる数字テンプレート画像の更新手法を提案する。提案手法は、少ない学習データや擬似パターン生成を用いて標準パターンを構成する手法 [2] とは異なり、照合結果に基づいて、既存の数字テンプレート画像を入力画像中の数字で更新する。

2. 分類記号画像一括照合手法の概要

分類記号画像一括照合手法では、図書ラベルに手書きの日本十進分類法の先頭3文字の分類記号を処理対象とする。本稿では手作業による切出し及びノイズ除去後に2値化した分類記号画像を入力画像とする。分類記号の各桁に対応する数字テンプレート画像を3枚組合せて、3文字分の分類記号テンプレート画像を動的生成する。入力画像と分類記号テンプレート画像とを一括照合し、排架の正誤を判別する。分類記号007の書棚では、図1のように1枚の入力画像に対し007の分類記号テンプレート画像と一括照合する。誤排架図書発見を目的とするため、書棚ごとに照合対象の分類記号を指定できる。

本手法では図1のように、まず入力画像 F の黒画素の連結領域を抽出し、抽出画像の縦横比を維持して高さ H 画素に正規化する。抽出画像を横に連結し、連結画像の高さを固定して幅を W 画素に正規化し、正規化後の入力画像 G_F とする。次に高さ H 画素に正規化した k ($k = 1, 2, 3$) 桁目の数字 n_k の

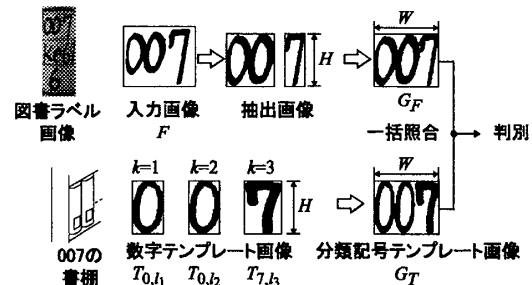


図1 分類記号画像一括照合手法の概要

テンプレート画像 T_{n_k, l_k} の順番 $l_k = 1$ ($l_k = 1, 2, \dots, L$), 桁 $k = 1$ とする。数字テンプレート画像 $T_{n_1, l_1}, T_{n_2, l_2}, T_{n_3, l_3}$ を連結し、連結画像の高さを固定して幅を W 画素に正規化し、分類記号テンプレート画像 G_T を生成する。 G_F と G_T との一括照合において、(1) 式に示す $w \times w$ 画素の各ウィンドウの画素値一致割合 m_{uv} の相乗平均により類似度 m を算出する。

$$m = \sqrt[v_{\text{end}}]{\prod_{u=1}^{u_{\text{end}}} \prod_{v=1}^{v_{\text{end}}} m_{uv}} \quad (1)$$

v, u は v_{end} 及び u_{end} 回行われる縦横方向のウィンドウ処理位置を表し、 H, W を w で除して求める。 $m_{uv} = 0$ のときは、 $m = 0$ とならないように、十分に小さい補正値 p ($p > 0$) を用い、 $m_{uv} = p$ とする。 $l_k < L$ のときは $l_k = l_k + 1$ とし、繰り返し G_T を生成し、類似度 m を算出する。 m の最大値 m_{max} については、 $m > m_{\text{max}}$ のとき $m_{\text{max}} = m$, $l_{\text{max}} = l_k$ とする。 $l_k = L$ のとき、最大の類似度のときの k 桁目の数字テンプレート画像 $T_{n_k, l_{\text{max}}}$ で T_{n_k, l_k} を固定し、 $k = k + 1$ とし、次の桁の数字テンプレート画像を入替える。また3桁目の数字テンプレート画像を L 枚目まで入替えた後、閾値 t により、 $m_{\text{max}} \geq t$ のとき正しい排架図書と判別し、 $m_{\text{max}} < t$ のときは誤排架図書と判別する。

3. テンプレート画像更新手法

提案手法では、書棚ごとの図書ラベルの分類記号画像一括照合により図書排架の正誤判別を行い、入力画像の数字領域から新たな数字テンプレート画像を得る。排列点検では同じ書棚を繰り返し点検することから、図書排架の判別精度向上のためには、事前に実際の図書ラベルの分類記号画像を学習する方法が有効である。なお、3文字の数字領域が非接触である入力画像をテンプレート画像更新の対象とする。ただし、既に数字テンプレート画像として用いられている入力画像は、テンプレート画像更新の対象には含めない。

†日本福祉大学, Nihon Fukushi University

††中京大学, Chukyo University

†††立命館大学, Ritsumeikan University

††††県立長崎シーボルト大学, Siebold University of Nagasaki

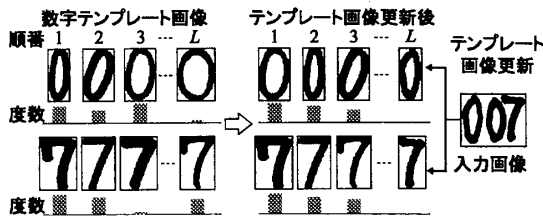


図2 テンプレート画像更新処理の例

図2に分類記号007の書棚におけるテンプレート画像更新処理の例を示す。書棚ごとの分類記号画像一括照合において、各入力画像で最大の類似度となったときの分類記号テンプレート画像を構成する数字テンプレート画像の使用度数を数え、降順の度数で並べ替える。次に類似度が最小であった入力画像1枚から、3文字の数字領域を個々に抽出する。抽出画像の縦横比を維持してH画素の高さに正規化し、新しい数字テンプレート画像を作成する。既存のL番目の数字テンプレート画像を破棄し、新しい数字テンプレート画像を登録する。なお、007の分類記号の場合は数字0が2つあるため、1桁目及び3桁目に相当する数字領域を抽出している。入力画像の数字を用い、テンプレート画像更新をすることで、分類記号画像一括照合において高い類似度となることが期待できる。

4. 実験と考察

提案手法による判別率の精度向上を検証するため、日本福祉大学付属図書館で撮影した図書ラベルの画像を実験に用いた。切出した分類記号画像の中から400枚以上の分類記号007, 369, 410及び574を実験対象とし、各分類記号について400枚ずつ画像を選択した。正しく図書が排架されている実際の書棚を模し、分類記号画像1枚を1冊の図書として扱い、書棚ごとに図書排架の判別精度を求めた。各書棚の照合では、400枚の分類記号画像から、非接触の3文字の数字領域を個々に抽出し、抽出画像の縦横比を維持して高さH画素に正規化した画像を初期の数字テンプレート画像として用いた。007の書棚では、007の入力画像から、0と7の数字テンプレート画像を選択した。なお実験に用いたパラメータには予備実験より、正規化幅 $W = 120$, 正規化高さ $H = 96$, ウィンドウサイズ $w = 24$, 補正值 $p = 1.0 \times 10^{-9}$, 閾値 $t = 0.7$ とした。

それぞれの書棚についての図書排架の正誤判別の精度評価実験を行った。照合対象の分類記号が007のときは、007の図書ラベルの分類記号画像が正しい排架図書となる。書棚ごとに、正しい排架図書として判別できた入力画像の割合を判別率として求めた。各分類記号の実験結果を図3に示す。図3は、数字テンプレート画像の枚数Lを $L = 5$, $L = 10$, $L = 20$ 及び $L = 30$ としたときの判別率を表しており、横軸は数字テンプレート画像の更新回数、縦軸は更新回数目のときの判別率を表す。更新回数が0回目のときは、初期の数字テンプレート画像を用いたことを表す。 $L = 10$ 及び $L = 20$ のとき、テンプレート画像更新の回数が増えるごとに判別率が上昇し、全体的に類似度が高くなり、提案手法の有効性を確認できた。

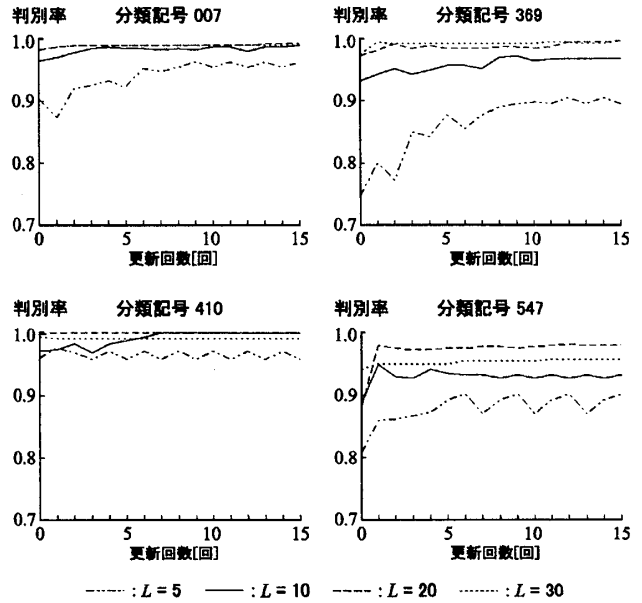


図3 図書排架の判別精度実験の結果



図4 誤判別した入力画像の例

$L = 5$ のときは分類記号テンプレート画像生成において多様な形状の組合せが得られず、分類記号410では判別率が若干低下した。 $L = 30$ の場合では、初期の数字テンプレート画像との組合せで高い類似度を得られたため、テンプレート画像更新による効果があまり確認できなかった。また判別率の上昇、下降のパターンが繰り返し見られるのは、テンプレート画像更新をすると一旦は判別率が上がるものの、そのときに破棄した数字テンプレート画像の元となる入力画像が次の一括照合において最低の類似度となることが原因であった。なお、誤排架として判別した入力画像には、図4に示すように、分類記号の先頭が図書の端に折り込まれて細長くなっている場合や、接触数字の高さのばらつきが大きい場合、にじんで文字がつぶれている場合などがあつた。

5. おわりに

本稿では分類記号画像一括照合において、分類記号テンプレート画像の生成に用いる数字テンプレート画像の更新手法を提案した。実験の結果、テンプレート画像更新により正しい排架図書の判別精度が向上し、提案手法の有効性が確認できた。誤判別した画像の判別精度向上などが今後の課題である。

参考文献

[1] 豊田倫明, 大場和久, 中村伸一, 柳本哲也, 森 隆知, 辺見一男, “図書分類記号一括照合のためのテンプレート生成手法の提案,” 2006 信学総大, D-12-82, Mar. 2006.
 [2] 和泉勇治, 海老澤 規之, 加藤 寧, 根元義章, “非線形正規化を応用した学習パターン生成による手書き文字認識,” 信学論 (D-II), vol.J86-D-II, no.10, pp.1391-1399, Oct. 2003.