

小型ドローンを用いた図書館書籍確認支援のための背ラベル抽出手法の提案 Spine Label Extraction for Library Book Identification Using Small Drones

土江田 織枝[†]
Orië Doeda

野口 祥汰[†]
Syouta Noguchi

林 裕樹[†]
Hiroki Hayashi

香山 瑞恵[‡]
Mizue Kayama

1. はじめに

多くの図書館では、出入りに設置された自動書籍管理システムを活用することで、書籍の持ち出しや盗難の防止が実現され、管理業務の効率化が進んでいる。しかし、すべての図書館においてこのようなシステムが導入されているわけではなく、依然として目視による確認作業が必要な図書館も存在する。特に書庫を含む施設においては、高架型書棚が広く使用されており、効率的な収納を可能にする一方で、書棚上部の書籍の確認には脚立やはしごを使用する必要があり、安全リスクを伴う。また、脚立やはしごの移動には手間がかかり、作業効率が低下するという問題も抱えている。本研究では、書籍の存否確認作業の効率化と、書庫上部に配置された書籍の確認作業における負担軽減を目的として、書棚の書籍背表紙を小型ドローンで撮影し、背表紙に貼付された背ラベルから得られる情報を基に書籍を識別する手法を提案する。本論では、この手法における背表紙から背ラベルを抽出する部分について報告する。

2. 関連研究と課題

現在、図書館における書籍確認を目的としたシステムは複数開発されており[1]、その多くはタブレット端末等を用いて書棚の書籍の背表紙を撮影し、それを基に書籍の確認を行う方法を採用している。これに対し、本研究では、小型ドローンを活用して書棚の書籍を撮影した画像を使うことで、書籍確認作業に伴う高所作業を回避することを目的としている。筆者らはこれまで、小型ドローンを使用し、書籍の背表紙の画像データを撮影し、そのデータに基づいて書籍の存在確認を行うシステムの開発に取り組んできた[2]。しかし、ドローンによる画像取得と図書館の書籍データとの照合は、画像データ同士で行う必要があり、その過程で書籍データの準備に膨大な時間と労力がかかるという問題が生じた。さらに、背表紙の劣化や書籍同士の重なりが識別精度に悪影響を及ぼすことが明確となった。これらの問題を解決するため、本研究では、図書館において広く用いられている背ラベルの情報を活用した、効率的な書籍識別手法の検討を行っている。特に、背表紙から背ラベル情報を抽出する方法に焦点を当て、これにより識別精度の向上と作業効率の改善を目指している。

3. 書籍画像取得と背ラベルの活用

3.1 ドローンによる書棚画像の取得

書棚の書籍背表紙画像の取得には、Ryze社の小型ドローン「Tello」を使用する。Telloを操作するための専用アプリケーションであるTelloアプリを用いることにより、iOSおよびAndroidのスマートフォンやタブレットから飛行制御およびカメラ操作を直感的に行うことが可能となる。本システムでは、汎用性と操作性の高さを重視し、手持ちのAndroidタブレットを使用して、Telloアプリにより書棚の背表紙画像を取得する。

3.2 背ラベルの役割と内容

図書館での書籍管理に用いられる背ラベルは、書籍の背表紙の下部に貼付され、書籍の識別および管理を目的としている。背ラベルには、書籍を特定するための図書館識別番号や、書籍のジャンルやテーマに基づいて割り当てられる分類番号、さらに書籍が図書館内でどの棚に配置されているかを示す書棚番号が記載されている。なお、背ラベルの内容は図書館によって若干異なる場合があり、作家名や書籍のタイトル、発行年などが記載されることもある。背ラベルには手書き文字を用いたものも存在するが、本研究において対象とする背ラベルは、コンピュータ生成文字を用いて作成されたものに限定する。

3.3 書籍照合の手順

図1に、本システムを用いた書籍照合の処理の流れを示す。まず、Telloによって書棚に配置された書籍の背表紙を撮影し(STEP1)、次に、撮影した動画データから静止画像を得る(STEP2)。その後、画像ファイルから背ラベル部分を抽出し(STEP3)、それらの背ラベルに基づいて各画像ファイルにファイル名を付与する(STEP4)。次に、背ラベルの画像データは2値化およびグレースケール処理を施し(STEP5)、その画像データから書籍の識別に必要な数値と英文字のデータを取得する(STEP6)。最後に、取得したデータは書籍のデータベースと照合し、書籍を特定する(STEP7)。本研究では、特にSTEP2からSTEP3にかけての手法に焦点を当てて検討を行った。なお、STEP6



図1 ドローンを用いた書籍照合の処理の流れ

[†] 釧路高専 National Institute of Technology, Kushiro College

[‡] 信州大学工学部 Faculty of Engineering Shinshu University

の処理については、本システムでは Tesseract-OCR を使用している。Tesseract-OCR は、高精度な光学文字認識 (OCR) エンジンとして広く利用されており、画像から文字を認識しデータ化する機能を提供する。書籍の背ラベルに含まれる数値や英文字を正確に検出し、データとして抽出する処理を行う。なお、書籍のデータベースには、背ラベルの情報、タイトル、著者名、出版年などとしており、CSV ファイル形式で管理している。この形式は軽量でシンプルなテキスト形式のため、大量のデータの読み込みや書き込みが迅速に行えることから、効率的なデータ処理と管理が可能となる。

4. カスケード分類器を用いた背ラベル部分の取得

本システムでは、背ラベル部分の自動抽出にカスケード分類器を使用する。カスケード分類器は、物体検出に広く使用される機械学習アルゴリズムであり、段階的に特徴を抽出することによって、目的の対象を高精度で識別する。具体的には、初めに単純な特徴を検出し、次に、より複雑な特徴を検出することで、目的の対象を高精度で識別する仕組みである。

本システムでの背ラベル検出では、図書館で実際に使用されている背ラベル画像 (図 2(a)) を正例、背ラベルが含まれていない画像 (図 2(b)) を負例として使用し、正例 10000 件、負例 3000 件の画像を用意し、これらの画像から特徴量を抽出して分類器を学習させる。学習後、得られた分類器を用いて、書籍の背表紙画像内における背ラベルを正確に検出することができる。具体的には、背表紙画像から特徴的な部分を検出し、背ラベルが存在する領域を特定した後、その領域を切り出す処理を行う。

5. 書籍背ラベルの抽出に関する実験

本実験の目的は、カスケード分類器を用いた背ラベル部分の抽出精度を評価し、さらに Tello で撮影した画像から背ラベルを抽出する際の性能を確認することである。実験における撮影条件として、Tello は床面から 140 センチメートルから 180 センチメートルの高さで撮影を行った。図書館の照明は常時点灯しており、また、一部の書棚については、日よけのブラインドの隙間から日が差し込むような状態の窓側に配置されている書籍も対象として撮影を実施した。Tello の撮影画質は通常レベルの設定で撮影した。

本システムでは、書籍の背表紙画像において背ラベルとして識別された部分を赤色の矩形で囲んで表示している。図 3 に示した実験結果では、まず図 3 の左下の画像に示した書籍は、背表紙の様相が無地であり、背ラベルが明確に確認できるため、背ラベル部分が正確に抽出されていることが確認できる。一方、右下の画像に示された書棚では、



(a) 背ラベル画像を用いた正例データの例 (b) 背ラベル以外の画像を用いた負例データの例

図 2 背ラベル検出のためのカスケード分類器学習データ

日当たりの良い窓側で撮影され、特に左半分にはブラインドの影が書籍に映り込んでいるため、背ラベルが完全に可視化されていない書籍が多く、結果として背ラベルの抽出が不完全であることが確認された。さらに、左上および右上の画像において、書籍が整然と並んでいない場合、背ラベルの全体が視認できない書籍が多く見受けられ、これらの書籍に関しては背ラベルの抽出が不完全であった。その一方で、書籍が整然と並び、背ラベルが完全に視認できる場合には、背ラベルが正確に抽出されていることが確認された。特に、本幅が細く背ラベルの全体が見えない書籍においては、背ラベル部分が矩形で囲まれていても、正しく抽出できないか、または抽出が行われていないことが確認された。

6. おわりに

本研究では、カスケード分類器を用いて書籍の背表紙画像から背ラベル部分を自動的に抽出する手法を評価した。実験結果から、背ラベルが完全に視認でき、記載された情報が明確な状況下では、背ラベルの抽出精度が高いことが確認された。特に、カスケード分類器を使用することにより、背ラベル部分を高精度で検出することができた。しかし、書籍の幅が細く、背ラベルの両端が折り込まれている場合や、背ラベル全体が視認できない場合には、カスケード分類器による抽出が困難であることが判明した。また、書籍の幅が細い場合、複数冊の背ラベルが一つの背ラベルとして誤認識されることが多く、その結果、正確に抽出ができないことが確認された。さらに、背表紙に影や反射が写り込んだり、物理的に他の物体が書籍の背ラベルを遮っている場合には、背ラベルの抽出精度が低下することが明らかとなった。今後の課題としては、背ラベルの一部しか視認できない状況においても高精度で背ラベルを識別できる手法の開発が求められる。なお、本研究では正例として、背ラベルの全てが視認できる画像のみを使用したが、今後は背ラベルが部分的にしか視認できない状態の画像もデータセットに組み入れることが重要である。

参考文献

- [1] 京セラコミュニケーションズ株式会社, "AI 蔵書管理サポートサービス「SHELF EYE」", <https://www.kccs.co.jp/ict/service/shelfeye> (Accessed: Feb. 17, 2025)
- [2] 土江田織枝・齋藤大夢・山田昌尚・林裕樹, "小型ドローンを用いた書架における特定書籍の存否確認", 釧路高専紀要, 第 57 号, ISSN2432-6844 Online (2023).



図 3 書籍の種類や配置環境別の背ラベルの抽出実験の結果