

J-001

## 携帯端末を用いた書棚の図書検索のための分散協調型拡張現実システム Augmented Reality Book Search System with Mobile Terminal Devices

高橋 政樹<sup>†</sup>  
Masaki Takahashi

高井 昌彰<sup>‡</sup>  
Yoshiaki Takai

### 1. はじめに

書棚に大量に収納された図書から、目的の図書を短時間で発見するための効率的な手法が求められている。従来手法として、収納された書棚の位置情報を埋め込んだICタグを図書に付加する方法があるが、図書の配置管理やスケーラビリティに問題がある。

一方近年、仮想書棚など、データベースを用いた図書の管理・検索が一般化している。図書の実体の配置場所にかかわらず目的の図書を検索できるという点において有用なものであると考えられる。

そこで本研究では、データベースから目的の図書を検索し、その図書の背表紙イメージと書棚全体のイメージに対して画像工学的な特徴点マッチングを行うことで、その配置場所を視覚的に利用者に提示する手法を考える。携帯端末と各書棚に対向して分散配置させた定点カメラを接続した監視サーバを協調的に連携させることで、拡張現実的に図書の位置と収納されている書棚までの移動経路を利用者に提示するシステムの構築を目指す。

### 2. システム概要

#### 2.1 システム構成

本システムは、メインサーバ、カメラ付携帯端末、データベース、カメラを接続した監視サーバ、マーカーを配置した書棚で構成される。

メインサーバは、監視サーバから送信された図書とマーカーの位置情報をデータベースに格納し、携帯端末から要求があったときに、書棚がある部屋のモデルをもとに特定した位置情報をユーザの携帯端末に送信する。

メインサーバとネットワーク接続された携帯端末はデータベースから検索した図書の位置をリアルタイムで表示する。しかし携帯端末での高速な画像処理には限界があり、リアルタイムで特徴点マッチングを行うことは難しい。そこで本システムでは、定点カメラを接続した監視サーバで特徴点マッチングを行い、各書棚に配置したマーカーの位置座標を用いて携帯端末と協調連携させる。

#### 2.2 システム利用の流れ

利用者がカメラ付携帯端末でシステムを起動すると、図書室に収納されている図書リストが表示される。その中から探したい図書を選択すると、Fig.2に示されるようにカメラのプレビュー上に目的の図書がある書棚の方向を指し示すオブジェクトが表示される。その指示に従って室内を進み、書棚を撮影すると、目的の図書が置かれている場所にオブジェクトが重ねて表示される。

<sup>†</sup>北海道大学大学院情報科学研究科, Graduate school of Information Science and Technology, Hokkaido University

<sup>‡</sup>北海道大学情報基盤センター, Information Initiative Center, Hokkaido University

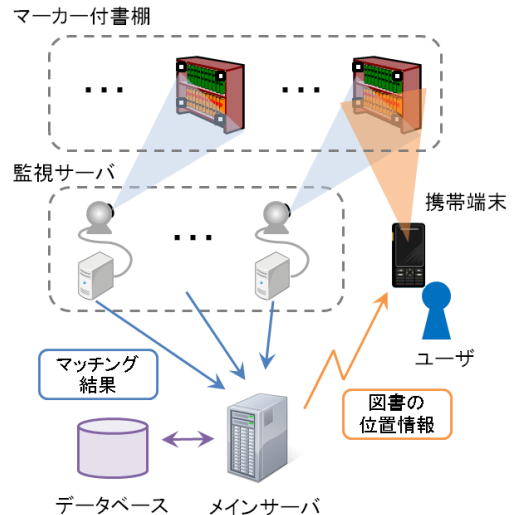


Fig.1 システム構成図



Fig.2 利用イメージ

### 3. 図書の位置特定手法

#### 3.1 特徴点マッチング

マッチング手法として SURF[1]を用いる。SURF はアフィン変換や照明の変化に大きな影響を受けにくく、特徴点の座標と 128 次元の特徴量ベクトルから構成される。まず、図書の背表紙画像と書棚を撮影した画像からそれぞれ SURF を抽出する。その特徴量ベクトルに対して近傍探索を行い、2つの画像の SURF 特徴をペアとして結びつける。Fig.3 はペアの特徴点同士を赤い直線で結んだものである。この図から特徴点のペアに外れ値が存在していることがわかる。外れ値を削除したペアのリストを用いてホモグラフィ行列を作成する。この行列を用いて背表紙画像の角の4点の座標を書棚画像上の座標に変換し、その中に大きく外れた座標点がなければ4点の重心を図書の位置とする。



Fig.3 特徴点のペア

### 3.2 マーカーの検出

ARToolKit[2]で用いられるマーカーを Fig.4(a)のように書棚の四隅に配置し、その位置座標を検出するために4つのマーカー全てが映っている画像を二値化する(Fig.4(b)).

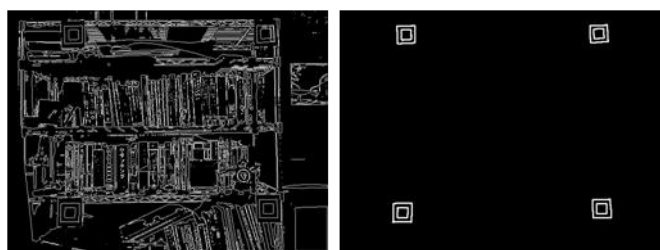
この二値化画像に対して、境界線の輪郭を抽出する(Fig.4(c)). 輪郭の領域内の面積が小さすぎるものを除き、まず白い画素領域の輪郭を選択する. さらに選択した輪郭内部に黒い画素領域を持つ輪郭を選択する. その2つの輪郭の形状や輪郭内の面積比によってマーカーの判定を行うことにより Fig.4(d)の結果が得られる.

マーカーであると判定された輪郭が3つ検出された場合は位置関係から残りの1つを推定し、5つ以上検出された場合は適切な4つを選択する. 決定された4つの領域の重心をマーカーの位置座標とする.



(a) 書棚画像

(b) 二値化処理後



(c) 輪郭抽出処理後

(d) マーカー判定処理後

Fig.4 マーカー検出処理

### 3.3 携帯端末上での表示

携帯端末上で図書の位置を表示するために、監視サーバと携帯端末の両方から取得できるマーカーの位置情報を使用する. Fig.5は監視サーバから見た書棚(左)と携帯端末から見た書棚(右)であり、青い点はマーカー、緑の点は図書の位置を示したものである. まず、Fig.5左図から右図へマーカーの位置座標を変換する射影変換行列を求め、次にその行列を用いて Fig.5左図の図書の位置座標を

Fig.5 右図の座標に変換することによって、携帯端末上の図書の位置座標を決定する.



Fig.5 射影変換イメージ

## 4. システムの実行結果

監視サーバで特定した図書の位置座標を、マーカーの位置座標との対応関係を用いて携帯端末上に変換し、カメラのプレビュー上に図書の位置を示すオブジェクトを表示した. Fig.6(a)で示される図書と書棚に対してシステムを実行した結果を Fig.6(b)に示す.



(a) 実験に用いた検索対象図書(左)と書棚(右)



(b) 携帯端末上の表示結果

Fig.6 実行結果

## 5. まとめと今後の課題

本稿では、監視サーバで特徴点マッチングを行い図書の位置を特定し、サーバとネットワーク接続された携帯端末を用いて拡張現実的に図書の所在を提示する手法について述べ、それを用いた図書検索システムの概要を示した.

今後は図書とマーカーの位置特定手法の改善と目的の図書が収納されている書棚への移動経路の提示、監視サーバ間の連携処理を実現し、複数の書棚に対応できるシステムを目指す.

### 参考文献

[1]Herbert Bay, Andreas Ess, Tinne Tuytelaars and Luc Van Gool, "Speeded-Up Robust Features (SURF)", Computer Vision and Image Understanding (CVIU), 110(3), pp.346-359 (2008).  
 [2]ARToolKit, <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>