

実物体の配置情報管理システム

山口, 裕磨 / YAMAGUCHI, Yuma

(出版者 / Publisher)

法政大学大学院理工学・工学研究科

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

法政大学大学院紀要. 理工学・工学研究科編 / 法政大学大学院紀要. 理工学・工学研究科編

(巻 / Volume)

55

(開始ページ / Start Page)

1

(終了ページ / End Page)

4

(発行年 / Year)

2014-03-24

(URL)

<https://doi.org/10.15002/00010383>

実物体の配置情報管理システム

PLACEMENT INFORMATION MANAGEMENT SYSTEM OF REAL OBJECT

山口 裕磨

Yuma YAMAGUCHI

指導教員 宮本健司

法政大学大学院工学研究科情報電子工学専攻修士課程

The purpose of this study is to manage when and where to what the object is or was placed. People to manage objects very cumbersome, mistakes occur. Management of the objects should be systematized by the computer. It has an emphasis on such recognition rate in the current technology, it is not possible to recognize the hidden objects and it does not log the data of the placement. I suggest a system that recognizes how the object is or has been placed to confirm the objects in the shadow area. This study reduce the administrative effort of the object by human.

Key Words : Placement Management, Object Recognition, Recognize Hidden Objects, Database

1. はじめに

本研究ではいつ、どこに、どのような物体がどのように置かれたかを管理し、人による物体の配置管理の手間を減らすシステムを提案する。

日常生活の中で「あれはどこへやったか」「あれはあそこにおいておいたはずなのに」などと、物を探すに際し必要のない手間をかける場面は多々ある。特に、多くの荷物の中や乱雑に置かれた物の中から探す場合は目当ての物を見つけ出すのに、例えば奥にある物体を探すのにいちいち手前の物をどかして探すなど、より一層手間となる場合が多い。人の管理による手間やミス等の問題を解決するためにはコンピュータによる管理システムが必要であると考えます。

物体の配置管理を行うシステムの研究としては、松本拓也ら[1]は冷蔵庫内にどんな食品があるかを画像処理とユーザとの音声対話により認識するシステムを考案した。また栗原竜矢ら[2]は、Kinect センサ[3]から画像情報と距離情報、そして人の情報を取得し、部屋の中の人と物体の状態を観測し、ジェスチャなどで物体を指定することにより物体の現在位置や、それを誰が移動させたか等の情報を知ることができるシステムを試作した。しかし、これらの研究では、物体の配置の数値的な管理は行っていない。[2]では物体が重なった場合後ろの物体を確認することができず、[1]では隠れた物体を認識するために音声対話による補助を必要とする。

本研究では、比較的安価な距離画像センサであるマイクロソフト社の Kinect for Windows[3]を用いて物体の画

像、深度を含む位置情報、向きなどを観測し、物体がいつどこに置かれたのかを記録するシステム(図 1)を作成した。事前に特徴点を登録した物体ならばその物体を認識し、ユーザは物体の配置情報を管理でき、また重なりあった物体であってもその後ろにある物体をパソコンの画面上で確認することができる(図 2)。これにより人による物体の配置情報管理の手間や時間、ミスなどを減らすことが可能になる。

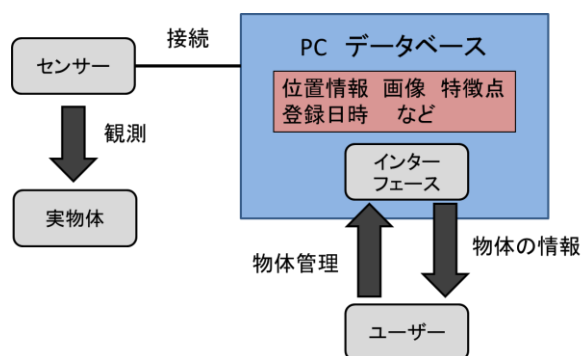


図 1 本研究のシステムのイメージモデル

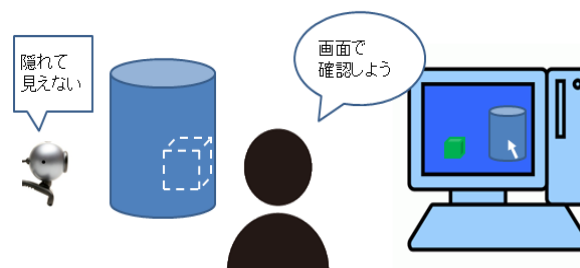


図 2 本研究による成果のイメージ

2. 実物体の配置情報管理

本研究が提案する実物体の配置情報管理システムについて述べる。

まず、あらかじめ認識させたい物体の多角度からの画像を撮影し、それらの画像情報から局所特徴量を抽出する。物体 ID とひもづけて登録し物体モデルデータベースの作成を行う。次に取得したカメラ画像の中から背景差分法によって物体部分のみを抽出しクエリ画像とし保存する。また、同時に物体の深度を含む位置情報、追加された時刻なども記録する。クエリ画像から局所特徴量を取得し各特徴点の特徴量と特徴量データベース内のそれぞれの 128 次元の特徴量と比較し最近傍となる特徴点の物体 ID に投票する。クエリ画像の局所特徴量すべてにこれを行い、最終的に最大の得票数を得たものを認識結果として返し物体が何かを認識する。クエリ画像を新たな背景画像とし、新しく物体がカメラ前に置かれるたびにこの処理を行うことで新しく置いた物体を検出、認識し画像と位置情報を記憶しデータベースを作成する。任意の物体画像はアフィン変換で移動させ背面のオブジェクトが確認できるようにする。

(1) 特定物体認識

配置される物体が何か・どのような向きで置かれているかを識別するため特定物体認識を行う。

物体認識 (object recognition) は実世界の画像に対してその中に写っているものが何かを認識する処理であり、特定物体認識と一般物体認識に分類されている。特定物体認識は、ある特定の単一の物体(顔、人など)と同一の物体が画像中に存在するかを検出する処理であり、一般物体認識は画像に写っているものが一体どういうものであるのか、人、車、電車などの一般的なカテゴリに分類する処理である。

(2) 物体の検出

背景差分法を用いてカメラから取得した画像を切り分ける。これにより物体領域の抽出を行う。あらかじめ撮影した背景の静止画と検出したいものが映り込んだ場合の映像の 1 フレームを画素ごとに比較し、異なっている画素を集めたものが背景差分である。上述の方法を物体の検出に使い、新しく物体が置かれる度、直前の画像を新たな背景画像とすることで新しく置かれた物体を検出する。

(3) Kinect による配置情報取得

物体の 3 次元情報を取得するため Kinect を用いる。

今回は[3]の Kinect for Windows SDK の最新版 Kinect for Windows SDK v1.8 を使用した。Kinect に搭載されている RGB カメラと Depth センサにより物体の 3 次元情報を取得する。また Kinect から取得したデータの可視化のために OpenCV[4]を用いた。本研究では OpenCV 2.4.0 のバージョン

を使用した。Kinect から取得できる「Depth」には Kinect から 800[mm]~4000[mm]の範囲の「Depth」を取得できる「Default mode」と、より近い 400[mm]~3000[mm]の範囲の「Depth」を取得できる「Near Mode」がある。今回は机上で物体の観測を行ったため、近距離用の「Near Mode」に設定した。Kinect の Color カメラと Depth センサは物理的に離れた場所に設置されているためそのままの「Depth」のデータは「Color」に映されている像と位置がずれており、このままでは利用しづらいデータとなってしまう。よって「Depth」のデータと「Color」の像の位置合わせを行う必要がある。Kinect SDK にはそれらの位置を合わせるためのインターフェース「INuiCoordinateMapper」が用意されているためそれを利用し画像の位置合わせを行った。取得した「Depth」データは Depth センサ面からの距離でミリメートル単位で格納されている。「Depth」データは「Player」データと共に「Depth&Player」データとして格納されており、上位 13bit に「Depth」データ、下位 3bit に「Player」データが格納されている。「Depth」データを取り出すためには「Depth&Player」データを 3bit 右シフトする必要がある。このデータを取り出すことで各画素ごとに(x, y, z)の情報が取得できる。

(4) アフィン変換による画像の移動

それぞれの物体の画像をアフィン変換で移動させ物体の影にある物体を確認できるようにする。

画像の拡大縮小、回転、平行移動などを行列を用いて行うことを 2 次元アフィン変換という。移動前の座標を (x, y), 移動後の座標を (x', y') とすると 2 次元アフィン変換は以下のように表現される。

$$\begin{cases} x' = ax + cy + t_x \\ y' = bx + dy + t_y \end{cases} \quad (ad - bc \neq 0)$$

今回はユーザが選択した物体の画像を「→」キーと「←」キーを押すたびそれぞれの方向にアフィン変換による平行移動を行う。

3. 実施例

本研究の手法を用いて物体の配置情報を取得し管理を行った。以下に実施例と結果を述べる。

まず、あらかじめ認識させたい物体の多角度からの画像を撮影し、[5]の研究方法に基づき、それらの画像から局所特徴量を抽出する。その全てをデータベースに物体 ID とともに登録し物体モデルデータベースとする。今回は物体画像をディレクトリごとに分けて保存し“登録画像”ディレクトリ内にある画像を走査しそれぞれの画像に物体 ID を割り振りパスと共に物体 ID データベースとして保存した。また、それぞれの画像から SURF 特徴量を抽出し物体 ID とひもづけて特徴量データベースとし

て保存した。今回は画像の各特徴点に 128 次元の特徴量を持たせている。物体 ID データベースと特徴量データベースを合わせて物体モデルデータベースとする。

次に Kinect からの Color 画像の中から背景差分によって追加された物体のみを抽出し何も無い状態の背景画像と合わせクエリ画像とし時刻とともに保存する。また、同時に Depth を含む物体の配置情報を取得する。クエリ画像から局所特徴量を取得し各特徴点の特徴量と特徴量データベース内のそれぞれの 128 次元の特徴量と比較し、最近傍となる特徴点の物体 ID に投票する。クエリ画像の局所特徴量すべてにこれを行い、最終的に最大の得票数を得たものを認識結果として返す(図 3)。事前に多角度からの特徴点があるため物体が置かれた向きがわかる。クエリ画像を新たな背景画像とし、新しく物体が置かれるたびに一連の処理を行うことで新しく置いた物体を識別し画像、時刻と配置情報を記憶する(図 4)。

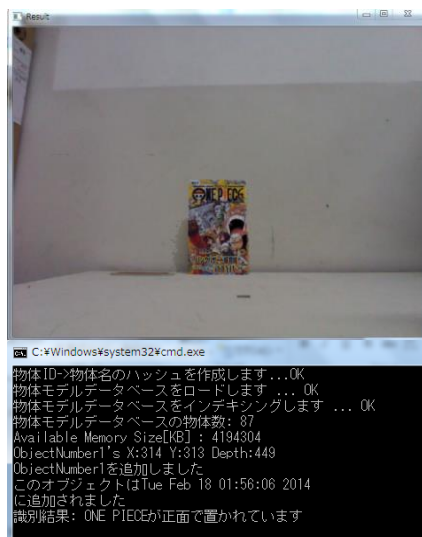


図 3 クエリ画像(上図)と識別の結果(下図)



図 4 新たな物体が追加された画像(上図)とその識別の結果(下図)

また、図 5 のように取得した配置情報から物体の位置を上からの画像に合わせることで深度を視覚的に示す。追加した物体と既にあった物体との位置関係がほぼ正しく取得出来ていることがわかる。この点は物体のそれぞれの重心を示している。



図 5 上から見た場合の物体のおおよその位置表示

また、任意の物体画像はアフィン変換で移動させ背面の物体が確認できるようにする(図 6)。



図 6 アフィン変換による物体画像の移動

登録画像を増やすことで Y 軸回転以外の向きの判定もできる(図 7)。

物体を新しく追加する度、深度のデータが正しく取得できない可能性が高くなった(図 8)。これはノイズが蓄積されノイズの部分の深度情報の影響を受けた為であると考えられる。図 6 のアフィン変換による移動後の画像を見るとノイズが残っていることがわかる。また、画像での特徴点比較を行うことによって、本などのように同じ形状で表紙やラベルだけが違う物体でも識別ができる。

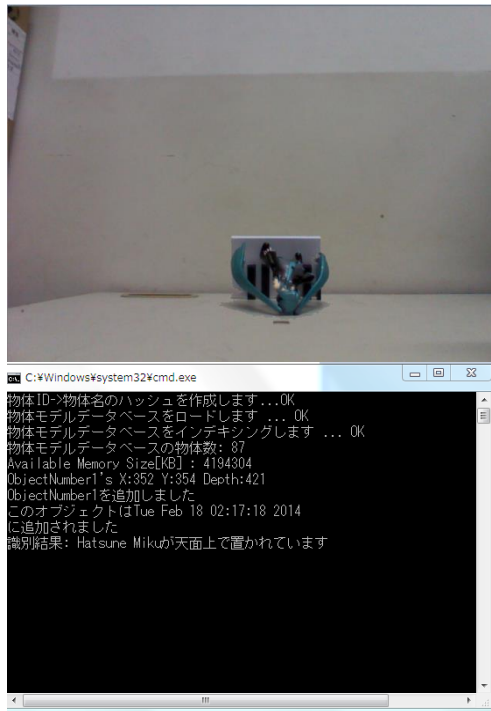


図 7 物体を天面から見た画像(上図)と識別の結果(下図)

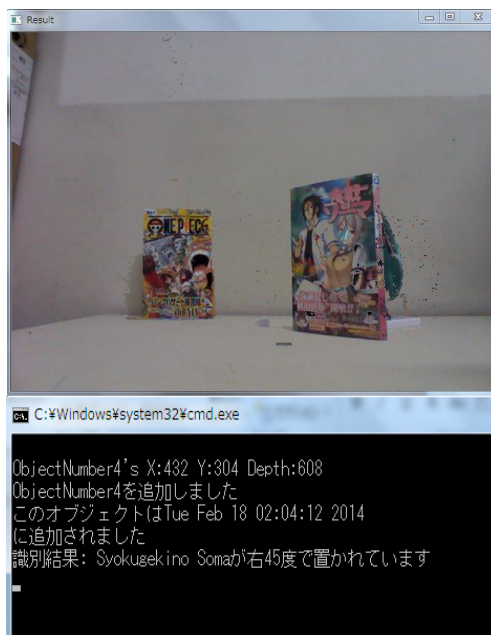


図 8 深度情報が正しく取得できなかった結果画像

4. 議論

(1) 適用範囲

kinect センサの範囲内(今回の研究の深度センサの範囲: 400[mm]~3000[mm])にある実物体に適用可能である。

(2) 適用限界

本研究の提案する方法は事前に多角度からの特徴点を登録していない物体、小さすぎる物体等には適用不可能である。物体情報はひとつずつしか登録できず、また新しい物体を追加するたび手動で運用しなければならない。

物体を追加する度ノイズが蓄積され認識率が低下し正しい情報がとれなくなる。

(3) 関連研究

人の行動の効率化、利便化のためさまざまな試みが行われている。[6]は冷蔵庫の前面全てがタッチスクリーンパネルで作成されており、冷蔵庫の中身がそのまま見えるので扉をあける必要なく中身を確認することができる。しかし、食品が各段に1列ずつしか並んでいないため食品同士の重なりあいには対応できていないものと思われる。

(4) 将来研究

本研究では Kinect からの情報により物体の配置情報を管理したが、物体の3次元形状を再構成したものを表示することでより現実に近い形で管理をすることができると考える。また、本研究では Kinect を一台使用したが複数の Kinect を使用しそれらの情報を統合すれば始めから影領域にある物体の認識が可能になると考える。

今回は物体の移動をキーボードからの入力で行ったが、タッチパネルを使用した操作ならばより現実に近い感覚で物体を操作することが可能であり、[1]や[6]のような冷蔵庫の中身の管理システムに応用することで扉を開けずに中にあるものを確認できるので中の冷気が逃げず食品を痛めづらくなると考える。

謝辞

本研究を進めるにあたり、多大なご指導、ご助言を頂きました宮本健司准教授に心から厚く御礼申し上げます。

参考文献

- [1] 松本拓也 白井良明 島田伸敬「画像処理と音声対話による冷蔵庫内の食品管理システム」全国大会講演論文集 第71回平成21年(2), “2-419”-“2-420”, 2009-03-10
- [2] 栗原 竜矢 岡部 誠 尾内 理紀夫 「Kinect センサを用いた物探し支援システムの試作」-WISS2011 デモ発表 2012-12-02
- [3] Kinect for Windows
(<http://www.microsoft.com/en-us/kinectforwindows/>) (2014年2月現在)
- [4] OpenCV (<http://opencv.jp/>) (2014年2月現在)
- [5] 黄瀬 浩一 岩村 雅一「3日で作る高速特定物体認識システム」情報処理 49(9), 1082-1089, 2008-09-15
- [6] 中身の見える透明な巨大タッチスクリーンパネル搭載冷蔵庫 IFA 2012 - Haier Transparent Touchscreen Fridge(http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=sD2srXggzWE)(2014年2月現在)
- [7] 杉浦 司 中村 薫 (2013)『Kinect for Windows SDK 実践プログラミング』工学社