

RGB-D カメラを用いた棚からの物の出し入れ行動認識

日大生産工 〇野村 拓矢 日大生産工(院) 鈴木 俊孝
日大生産工 岡 哲資

1 背景

行動認識の研究は古くから行われており、その手法はウェアラブルセンサを用いるものと画像によるものの2種類に分けられる。ウェアラブルセンサを用いた手法では、対象者の体に腕時計型やメガネ型、靴型などの様々なセンサを取り付け、センサから得られる特徴量をもとに行動を認識する[1]。この手法では屋内外を問わずに特徴量を取得することができるが、不特定多数の人物全員にウェアラブルセンサを取り付けることは難しい。画像解析による手法では、カメラから得られる人物画像をもとに特徴量を計算し、行動を認識する。近年、RGB-Dカメラの性能向上によって、色情報と同時に、高い精度の距離情報を取得できるようになった。これを用いて、人間の行動を認識し、生活に役立てる研究が行われている。例えば、摂食行動を認識し、食事ログをとることで健康管理に役立てる研究[2]や、調理のかき混ぜ行動を認識し調理補助に役立てる研究[3]がある。そこで我々は、棚からの物の出し入れ行動に着目した。店舗などでこの行動を認識し、人物を追跡することができれば、マーケティングや万引きの防止に役立てることができる。

マーケティングにおいてはPOS(Point of sale)システムがすでに確立しているが、購入されなかった商品についての情報は得ることができない。しかし、顧客が商品を手に取ったことが認識可能になれば、どのような商品ジャンルに興味を持ったのかわかる。

また、万引きの防止には防犯タグなどがすでに活用されている。しかし、単価が低い商品に対しては利益率の点で導入が難しい。また、商品一つ一つにタグをつけるのは手間がかかるため書店などでは活用されていない。このような場合でも、行動を認識し、商品を手に取った人物を追跡すれば対応が可能である。

これらのことから、棚からの物の出し入れ行動の認識は有用であるといえる。しかし、その研究は行われていない。

2 目的

本研究ではRGB-Dカメラを用いて棚からの物の出し入れ行動を認識するシステムを開発し、認識精度を検証する。

3 研究計画

3-1 研究計画の概要

本研究では、RGB-Dカメラを用いて棚からの物の出し入れ行動を認識するシステムを開発し、手伸ばし検出実験、棚交差検出実験、物体把持検出実験、行動判定実験により推定認識率を求める。その推定認識率から、本システムの実用性および改善点について検討する。

3-2 開発するシステム

本システムは真下を見下ろす形でRGB-Dカメラを天井に設置し、画角内に入ってきた人を追跡する。さらに、追跡している人が「棚から物を取り出す・戻す」行動を取った際に、画面に「取り出した」もしくは「戻した」と表示する。システムは追跡部とイベント検出部に分かれている。さらにイベント検出部は、手伸ばし検出部、棚領域交差検出部、物体把持検出部、行動判定部に分かれている。イベント検出部では、まず手伸ばし検出を行う。次に、手を伸ばしていたら棚領域交差検出を行う。棚に触れていなければ物体把持検出を行い、行動判定を行う。行動判定部では「取り出した」か「戻した」かの判定を、棚に手を伸ばして触れる前と触れた後で、物体を持っているか持っていないかの組合せにより決定する。組合せを表1に、物体把持検出時のシステムの様子を図1に示す。

表1. 把持状態の組合せと行動判定の関係

	触れた後	持っている	持っていない
触れる前			
持っている		何もしていない	戻した
持っていない		取り出した	何もしていない

An RGB-D Camera-based System for Recognition of Taking Objects off a Shelf and Returning Them

Takuya NOMURA, Toshitaka SUZUKI and Tetsushi OKA

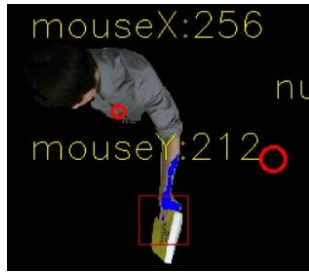


図1．物体把持検出時のシステムの様子

追跡部では、RGB-D カメラから取得した距離情報を元に背景差分と二値化、ラベリングを行い、画角内の人領域を求める。また、フレーム(t)とフレーム(t-1)の人領域の重心から求めた1 フレーム間の移動距離が十分に小さければ、フレーム(t)の人領域のラベルをフレーム(t-1)の人領域のラベルで上書きする。これによって人の追跡を行う。

手伸ばし検出部では、人領域の最大座標と最小座標を用いてバウンディングボックス(以下BB)を生成し、手を伸ばした時に BB の面積に対する人領域の面積の割合が下がることを利用して手伸ばし動作を検出する。

棚領域交差検出部では、棚領域の座標と人領域の座標を用いて交差を検出する。

物体把持検出部では、重心から最も離れた肌色領域を中心に半径 20 ピクセル以内を手先領域とし、手先領域内の人領域に対する肌の割合の変化から物体把持検出を行う。

行動判定部では、手伸ばし検出部、棚領域交差検出部、物体把持検出部の結果と、表1に示した把持状態の組み合わせにより、棚から手を引いた際に行動判定を行う。

3-3 使用するハードウェアとソフトウェア

本研究で使用するハードウェアはRGB-Dカメラ(KinectV2)1台と、RGB-Dカメラ制御用のPC1台である。ソフトウェアは、VisualStudio2013を用いる。開発言語はC++、使用するライブラリはOpenCV-3.0、KienctSDK-2.0である。

3-4 評価方法

本システムの認識精度を確認するために評価実験を男女5名計10名に行う。評価実験は、

- ① 手伸ばし検出実験
- ② 棚領域交差検出実験
- ③ 物体把持検出実験
- ④ 行動判定実験

の4種類である。

3-4-1 手伸ばし検出実験

RGB-Dカメラ画角内で手を伸ばす行動を20回行い、手伸ばし行動の推定認識率を求める。

3-4-2 棚領域交差検出実験

RGB-Dカメラ画角内で棚に手を伸ばす行動を20回行い、棚領域交差の推定認識率を求める。

3-4-3 物体把持検出実験

RGB-Dカメラ画角内で、物体を把持した状態での手伸ばしを20回行い、物体把持の推定認識率を求める。この際、色、大きさの異なる10種類の物体を用いる。

3-4-4 行動判定実験

被験者にRGB-Dカメラ画角内で以下の四つの行動を20回ずつ行ってもらい、各行動の推定認識率を求める。この際、物体把持検出実験で推定認識率の高い物体を実験で用いる。

- 1 何も持っていない状態で棚に手を伸ばし、物を取り出す
- 2 物を持っている状態で棚に手を伸ばし、物を戻す
- 3 何も持っていない状態で棚に手を伸ばし、物を取り出さずに手を戻す
- 4 物を持っている状態で棚に手を伸ばし、物を戻さずに手を戻す

「参考文献」

- [1] 杉本千佳,長井宏和,江副亮介,保坂寛,佐々木健,板生清,龍田成示,“ウェアラブルセンサによる行動認識システムの開発”,日本時計学会報告誌. マイクロメカトロニクス 51(197),pp1-12,2007.
- [2] 佐藤琢磨,安田陽介,中井大輔,増田 彬,前川卓也,“機械学習を用いた摂食行動認識手法の実現と食画像ラベリング環境の構築”,情報処理学会研究報告. UBI, [ユビキタスコンピューティングシステム] 2015-UBI-46(12), pp1-8, 2015.
- [3] 宮澤飛鳥,中村和晃,橋本敦史,船富卓哉,美濃導彦,“調理者の手と容器の位置関係を利用した「かき混ぜる」行動の認識”,電子情報通信学会技術研究報告. DE, データ工学 112(75), pp25-30, 2012.