

発達障害者を対象とする 画像処理を用いた物片付け判別手法の検討

石崎 美弓¹ 寺島 美昭¹

概要: 本研究は発達障害の一種である ADHD (注意欠如多動性障害) を持つ人をはじめとした片付けが苦手な人々を対象とし, 片付けのタイミングと片付ける物体を示すことで片付けを単純化し片付けの困難さを軽減することを目的としている. そのためにはまず片付けを行うかどうかの判別が必要であり, 画像処理により数値化をして判別を行う方法を提案する. 具体的には片付けに必要な情報を数値化して表すために要素を定義し, さらに識別・削除・追加・平面移動・重なり・傾きの 6 つに類別し, 片付いた状態と片付いていない状態の画像から要素ごとの数値を抽出し変化を検出する. 画像処理の一つである ArUco マーカーを用いることで識別と削除の数値を得ることができる. これを確かめるために検証実験を行った. 実験では数値の抽出を実際に行うことができ, さらにマーカーの検出を安定して行うことが可能なマーカーサイズの範囲を調査することができた.

A Study on a Discrimination Method for Putting Away Objects Using Image Processing for People with Developmental Disabilities

MIKU ISHIZAKI¹ YOSHIAKI TERASHIMA¹

1. はじめに

近年, 大人の発達障害が注目されている. 発達障害とは先天的に脳機能の発達の仕方に偏りがあることによって周りの環境とのミスマッチが起こり, 社会生活に困難が生じる障がいである. その中の一つである ADHD (注意欠如多動性障害) には多動性, 衝動性, 不注意を症状としてもち, そのために片付けが苦手であるといった日常生活での課題を抱えている [1] [2]. また, ADHD でない人々の中にも片付けが苦手な人や, 子供等の一人で片付けをすることが苦手な人々がいる.

これらの人々が片付けが苦手である要因として, どこから片付けるのか判断できないことや, いつ片付けるのかを判断できないことによる片付けの複雑さが挙げられる. つまり, 片付ける場所とタイミングを示し, 片付けを指示通りに物を動かすだけの単純なものに変えることができれば片付けの困難さが軽減できるのである.

そのためには, まず片付いている状態と片付いていない

状態を比較し変化を検出することで, 片付けを行うべきかの判別を行うことが必要である. 本研究では画像処理の一つである ArUco マーカーを用いて実験を行い, 片付いている状態から片付いていない状態への変化を検出することを目的としている.

研究の前提として片付いている状態を初期状態とし, 片付いていない状態から初期状態に戻すことを片付けると定義する. また, 片付ける場所は机の上を想定して実験を行う.

想定する利用シーンとして, まず初期状態から時間経過等により変化後の片付いていない状態になる. 次に変化後の画像を撮影し, PC 上で画像処理により部屋の状態を数値化する. 予め算出しておいた初期状態の数値と変化後の数値を比較し, その差分が一定の基準を超えている場合に片付けが必要と判断し, ユーザーに通知する. 通知を受けたユーザーは初期状態のと同じ状態に部屋を元に戻すことで片付けを行うことができる. 図 1 に利用シーンのフローを示す.

¹ 創価大学大学院 工学研究科
SOKA

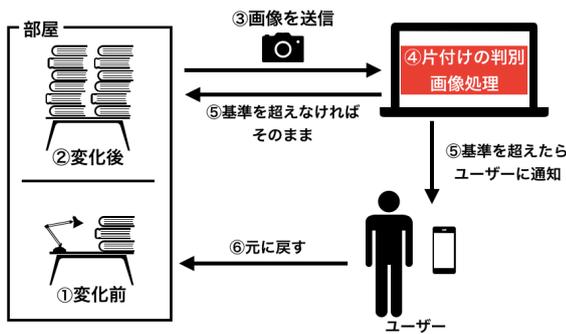


図 1 利用シーンのフロー

2. 提案

片付けを数値で判別するには片付けに必要な情報を網羅し、共通の尺度になる手法を用いる必要がある。そのため、共通の尺度として後述する 6 つの要素を定義し、要素ごとの数値の違いで片付けを表現する。要素ごとの数値の表現には後述する画像処理の ArUco マーカーを用いる。

2.1 要素

片付けを行う際に必要な情報として、物体の有無と物体の位置を知る必要がある。これらを識別・削除・追加・平面移動・重なり・傾きの 6 つに類別し、総称して要素と定義する。各要素の具体的な説明を以下に示す。

- 識別：初期状態の画像に存在する物体が何であるかを判別する。
- 削除：初期状態に存在した且つ画像から検出できなかった物体を判別する。
- 追加：初期状態に存在しなかった且つ画像上に新たに存在する物体を判別する。
- 平面移動：物体の平面での位置を座標で表す。
- 重なり：物体とカメラの直線距離
- 傾き：机の位置を基準とした物体の角度

2.2 ArUco マーカー

画像処理を用いる理由として、スマートフォン、タブレット等の普及により画像を撮影できる環境が身近であること、センサ等よりも扱いが容易であることが挙げられる。

本研究では画像処理の中でも ArUco マーカーを用いている。ArUco マーカーとは図 2 のような二次元マーカーの AR ライブラリである。平面の画像のみで三次元の座標を取得することができ、さらに他のマーカーよりも動作が軽量であることが特徴である。マーカーは標準マーカー辞書を持ち、辞書から大きさや個数、ID を指定してマーカーを使用することが可能である。マーカーにはそれぞれ ID が与えられており、マーカーの ID を用いることで平面上に座標軸を設定することもできる。後述する実験では辞書内の 2cm × 2cm のマーカーのうち ID = 1~5 を使用して

いる。本研究では、このマーカーを初期状態の物体に貼付し ID を割り当て、その ID を検出することで物体の検知を行っている。



図 2 ArUco マーカー

2.3 各要素の検出方法

全ての要素の検出方法において、ArUco マーカーを用いて初期状態と片付いていない状態の画像それぞれで数値を出し、その差分を算出する。各要素でのマーカーの使用方法は以下の通りである。

識別では表 1 のように事前に使用するマーカーの ID (id=1,2,3...) とそれに対応する物体を割り当てておく。ArUco マーカーを初期状態の物体に貼付し、各物体の検出を行う。初期状態や片付いていない状態の画像を入力し、PC 上でマーカーの検出をし、検出されたマーカーの ID とそのマーカーが貼付された物体をターミナル上で表示させることで識別を行う。

削除では、識別と同様に事前に表 1 のように ID を物体に割り当てる。片付いていない状態の画像を入力した際に、PC 上でマーカーの検出を行う。表 1 にある ID が画像から検出されなかった場合、その ID を持つマーカーが貼付された物体は画像から削除されたと判断しターミナル上に表示する。識別と削除のフローを図 3 に示す。

表 1 ID 対応表

ID	物体
1	object A
2	object B
3	object C

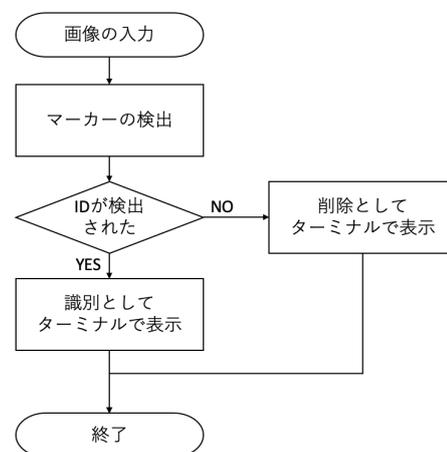


図 3 識別と削除のフロー

追加では Aruco マーカーを物体とは別に机の四隅に貼付することで画像に平面の座標軸を設定し座標を取得する。まず初期状態でこの処理を行い座標とマーカーの ID の関連付けを行う。片付いていない状態の画像で同様の処理を行い、取得された座標が初期状態で関連づけたものかのチェックを行う。その際にマーカーの ID と対応しない座標が検出された場合、その座標の位置に初期状態に存在しない物体が追加されたと判別する。追加のフローを図 4 に示す。

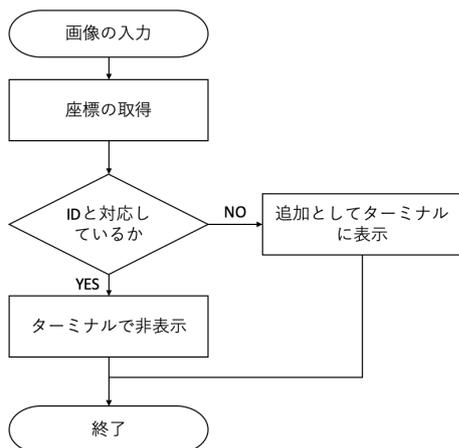


図 4 追加のフロー

平面移動、重なり、傾きではまず初期状態に存在する物体の座標を ArUco マーカーによって ID ごとに三次元で取得し、物体の位置を計測する。その後同様に片付いていない状態の画像からも座標を取得し、それらを ID ごとに比較する。これにより、 xy 座標の変化で平面の移動距離がわかり要素の平面移動での数値化、 z 座標の変化でカメラとの距離の変化がわかり要素の重なりでの数値化、また計算により机面を 0 度とした時の角度の変化も物体ごとに算出でき、要素の傾きの数値化を行うことができる。平面移動、重なり、傾きのフローを図 5 に示す。

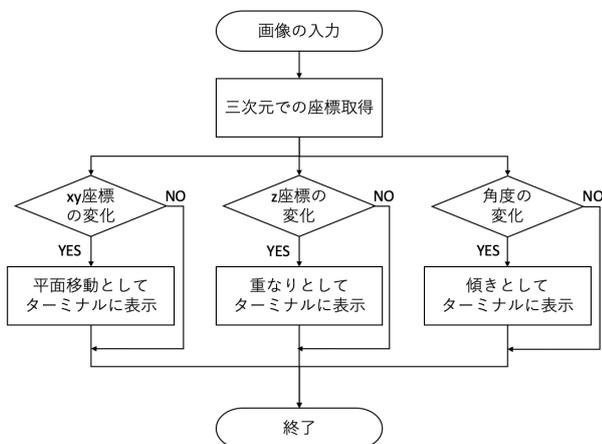


図 5 位置

3. 実験

3.1 実験環境

本実験では識別と削除について行い、実験に用いる画像は図 6 のように机の上を著者の身長の高さ (約 157cm) の真上から撮影したものを使用している。また、物体の色や柄による誤検出などの影響を減らすために机面の色を白、物体の色を黒にモデル化して実験を行った。また、初期状態の画像は 2 つの要素とも同じものを使用し、片付いていない状態の画像は各要素の動きのみが反映されたものを使用する。初期状態として設定した画像は図 7、図 8 の 2 種類である。これらを各要素に合わせて変化させた画像を撮影し、使用している。どちらの初期状態も物体とそれに割り当てたマーカーの ID は共通しており、1=pencase, 2=pen, 3=eraser, 4=book, 5=bottle とした (表 2 を参照)。使用したマーカーのサイズは 2cm である。さらに画像のサイズを 2 分の 1、4 分の 1 に縮小して同様の実験を行い、マーカー検出の精度を検証した。

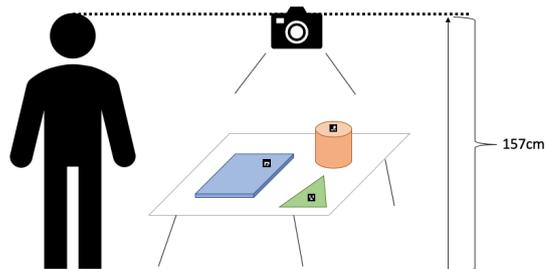


図 6 実験環境

表 2 ID 対応表

ID	物体
1	pencase
2	pen
3	eraser
4	book
5	bottle

3.2 実験結果

まず識別の実験についてである。図 9 の初期状態 1 の画像から分かるように、画像上の物体に貼付したマーカーの箇所に ID が表示されている。また、図 10 のターミナル上では画像から検出された物体と割り当てられた ID が正しく表示されている。これにより、ArUco マーカーの検出を用いた識別が正しく行われたことが確認できた。初期状態 2 の画像でも同様の結果が得られた。

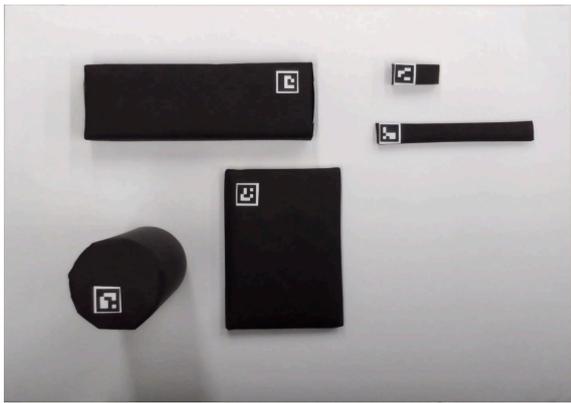


図 7 初期状態 1

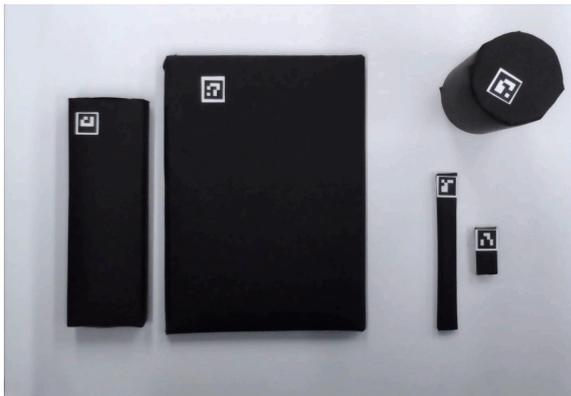


図 8 初期状態 2

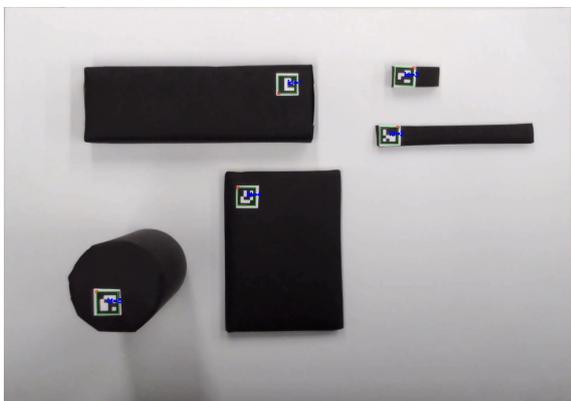


図 9 識別の結果画像 (初期状態 1)

```

1 case Find
2 pen Find
3 eraser Find
4 book Find
5 bottle Find
ID: 1=case, 2=pen, 3=eraser, 4=book, 5=bottle

```

図 10 ターミナルでの出力 (識別)

次に削除の実験の結果である。図 11 の削除の画像 1 より、画像上に存在する物体には ID が表示されていることが分かる。また、図のターミナル上では画像上に初期状態の物体の有無を表示することに成功している。初期状態 2

から変化させた画像でも同様の結果が得られた。

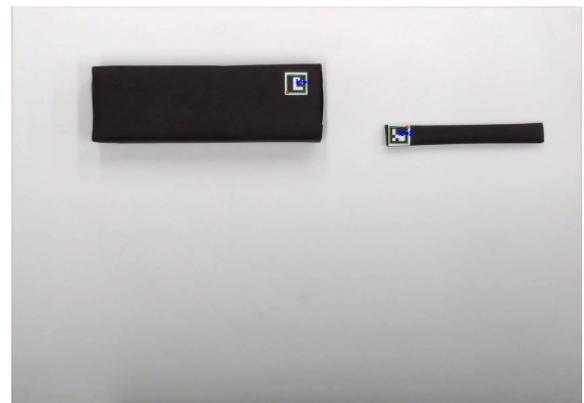


図 11 削除の結果画像 (初期状態 1)

```

1 case Find
2 pen Find
3 eraser NotFound
4 book NotFound
5 bottle NotFound
ID: 1=case, 2=pen, 3=eraser, 4=book, 5=bottle

```

図 12 ターミナルでの出力 (削除)

各実験ごとの検出の正誤数の推移を図 13 に示す。このグラフは縦軸が検出したオブジェクトの数 (最大 5)、横軸が初期状態 1 又は 2 での識別か削除の実験のいずれか (初期状態 1 の識別の場合、識別 1 とする) を画像の縮小率ごとに表したものである。

画像の縮小を行わない場合には識別と削除共に 100 % の割合でマーカーによる検出を行うことができた。1/2 に縮小した場合、マーカーサイズは約 1.4cm になり、90 % 以上が正しく検出することができた。1/4 に縮小した場合にはマーカーサイズは 1cm で、全体の平均では 80 % 正しく検出できたが、削除の画像 2 において正検出率は 40 % と誤検出数の方が正検出数を上回っており、画像によって精度にばらつきが出る結果となった。これにより、使用するマーカーのサイズは 1.5cm が安定して検出可能な範囲の最小値と言える。

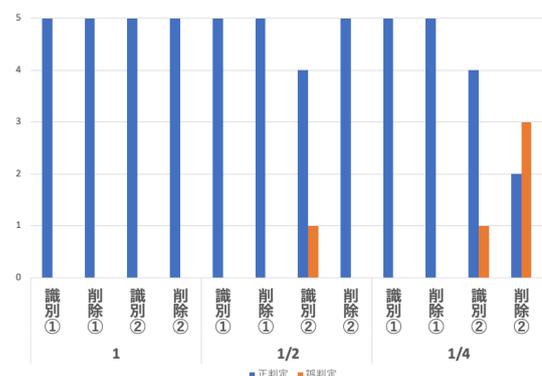


図 13 検出数の推移

4. おわりに

本稿では、初期状態と片付いていない状態を画像から算出した数値で比較するために画像処理の ArUco マーカーを用い、マーカーの ID を物体に割り当てることで物体の検出を行った。実験では撮影した画像そのままのサイズの 2cm のマーカーでは 100 % 検出ができ、1/2 のサイズの 1.5cm で平均で 90 %、1/4 のサイズの 1.0cm では平均で 80 % 検出が可能だった。しかし、1/4 サイズでは画像による正検出数のばらつきが 40~100 % と大きいため精度が高いとは言えない結果となった。よって安定した検出を行うためにはマーカーサイズは 1.5cm 以上が望ましいことがわかった。

参考文献

- [1] 村上 佳津美, "注意欠如・多動症 (ADHD) 特性の理解", 心身医学, vol.57, No.1, pp.27-38, 2017.
- [2] "みんなのメンタルヘルス | 厚生労働省" <https://www.mhlw.go.jp/kokoro/> (参照 2019-03-01).
- [3] 佐藤知正, 門脇啓太, 森武俊, 杉正夫, 福井類, "食器片付けロボットのための画像処理システム -複数手法からの選択・組合せによる食器検出と多様な動作環境対応へのアプローチ-", 第 27 回日本ロボット学会学術講演会, 横浜, 2009 年 9 月 15 日~17 日.
- [4] "Speeded up detection of squared fiducial markers", Francisco J.Romero-Ramirez, Rafael Muñoz-Salinas, Rafael Medina-Carnicer, Image and Vision Computing, vol 76, pages 38-47, year 2018
- [5] "Generation of fiducial marker dictionaries using mixed integer linear programming", S. Garrido-Jurado, R. Muñoz Salinas, F.J. Madrid-Cuevas, R. Medina-Carnicer, Pattern Recognition:51, 481-491,2016