

発達障害者を対象とする物片付け判定アルゴリズムの検討

石崎美弓^{1,a)} 清原 良三² 寺島 美昭¹

概要: 我々は発達障害者の自立サポートを目的に、物片付け支援システムを検討している。発達障害は脳機能の発達に凹凸があるため、日常生活に様々な困難さが生じる症状である。本発表では症状である片付けができないことの改善を目的に、定期的に撮影する机上の画像情報から物体を追跡する簡易な方法で、個々の発達障害者により異なる片付けのタイミングを判定する片付け判定アルゴリズムと評価について報告する。片付け判定アルゴリズムは、机上が片付いている状態(初期状態)から、物体の移動距離、追加、削除から状態の変化を表す片付け度が、一定の閾値(個別閾値)を超えたときに片付けが必要であると判定する。ここでは机上の物体の割合、物体の使用頻度、片付け判定を行う間隔の違いを発達障害の違いと捉え、個別閾値をこれらの度合いや頻度に合わせ上下させることで決定する。本アルゴリズムの評価では、個別閾値の違いによる片付け判定を試行するシミュレーション実験を行い、発達障害者に対する網羅性を検証した。また、ArUco マーカーを用いた物体の検出による簡易的な画像解析の方法で物体を追跡する実験を行い、物片付け支援を行う実現性を確認した。

A Tidying-up Decision Algorithm for People with Developmental Disabilities

1. はじめに

近年発達障害などの診断数が増えており [3]、関心が高まっている。発達障害とは脳機能の発達の仕方に凹凸があり、それによって自身の発達特性と環境とのミスマッチが生じ日常生活に困難さを抱えてしまうことを指す。[1][2][3] そのため、自身の特性と環境のギャップを埋め、発達障害者の自立をサポートする必要性が高まっている。そこで発達障害の中でも ADHD(注意欠如多動性障害) の症状から引き起こされる、片付けができないという生活上の困難さの改善を目的とし、定期的に撮影する机上の画像情報から物体を追跡する簡易な方法で、個々の発達障害者により異なる片付けのタイミングを判定する片付け判定アルゴリズムと評価について報告する。

本アルゴリズムの評価ではシミュレーションによる個別閾値による片付け判定での個人差の網羅性の確認と、ArUco マーカーを用いた物体の検出による簡易的な画像解析の方

法で物体の動きを追跡する画像実験を行い物片付け支援を行う実現性を確認する。

2. 研究課題

2.1 物片付け支援

物片付けとは通常、図1のようにまず片付けを行う人(以下ユーザー)自身が片付ける場所を目視し、片付ける物体の選定や形状の認識、配置などの部屋の状態分析を行うことによって、散らかり具合、片付けの要否の判定を行う。次に物体の最終的な配置を考えそれによって物体を移動し、部屋を綺麗な状態にする。

支援が必要な発達障害者の片付けでは、この分析や判定、物体の配置の考案が困難さの要因となる。例えば ADHD の優先順位を決めることが苦手という症状や、空間認知が苦手という症状とミスマッチを引き起こし、適切な片付けのタイミングを自分で推し量ることができず極限まで部屋が散らかってしまう、片付けを始めても物体の動かす順番や適切な配置等を決定することができず片付けを完了することができないといった現象が発生する。

さらに、物片付けは個人の感覚によって片付けのタイミングや維持したい状態、存在する物体の種類等が異なるた

¹ 創価大学
Soka University, Tangicho, Hachioji, Tokyo 1-236, Japan

² 神奈川工科大学
Kanagawa Institute of Technology, Shimoogino, Atsugi,
Kanagawa 1030, Japan

a) e20m5324@soka-u.jp

めさらに分析・判定が複雑化し、自力での解決が困難になってしまう。そのため、物片付けにおいて発達障害の人々を支援するためには以下の課題がある。

- 部屋の状態の追跡
- 簡易的に片付けの要否を判定する仕組み
- 片付けにおける個人差の反映

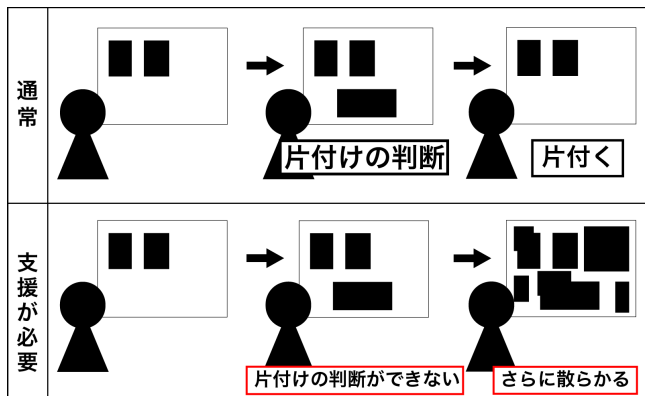


図 1 通常の片づけとの差異

2.2 部屋の状態の追跡

片付けの要否の判定にはまず部屋の状態を分析する必要がある。部屋の状態とは物体の位置や形状、移動距離、有無等を指し、様々な動きが含まれ複雑化している。これらを追跡するためには、画像情報から物体の複雑な動きを要素と定義した動きに分解し、要素毎に動きを追跡する。画像を用いる理由として、センサ等よりもユーザーが手軽に使用できること、スマートフォン等の普及によりカメラが日常生活に普及していることが挙げられる。また、本研究では片付ける場所を机上に限定し画像を撮影する。

2.3 片付けの要否の判定

発達障害者はその特性から部屋の状態を見た際に片付けの要否を判定することが困難になる。片付けの要否をユーザーに代わって判定するために、まず綺麗な状態を初期状態と設定し、それを維持するために物体の配置等を元に戻すことを片付けると定義する。初期状態からの要素ごとの差分を数値化しそれらを片付け度と定義し、片付け度に閾値を設けることで片付け判定を行う。

2.4 片付けにおける個人差の反映

片付けは個人の感覚に基づいて行われ、片付いている状態や片付けを行うタイミングなど様々な点において明確な基準がない。個人差を反映して片付けの判定を行うには片付けにおける個人差とは何かを明確にし、それらを閾値などに反映する必要がある。本研究では、片付けは以下の4点について個人差があると考える。

- (1) 物体の使用頻度
- (2) 初期状態の違い
- (3) 散らかりによって使いづらいつと感ずるタイミング

(4) 片付けを行える回数

(1) の物体の使用頻度はユーザーの生活リズムや環境によって変わるため個人差が表れると考える。頻度が高いと物体の位置や有無が変わりやすく、綺麗な状態とは異なるが片付けは必要ではない状態の発生が多くなる。これにより片付けを必要としないタイミングで片付けの判定がされる可能性が高くなる。物体の使用頻度は一定時間おきの使用物体個数で表す。

(2) の片付いている状態は人によって異なり、物が多い場合を好む人や、物が少ない状態を好む場合もある。また、その物体の構成も様々で、ペンなどの小さい物体が中心であったり、大きい物体で構成される場合も存在する。これらは初期状態の物体の面積の割合で表現する。

(3) にある片付けにおける使いづらさとは机上の空きスペースの減少と必要な物体の紛失によって引き起こされ、初期状態の物体の面積によって個人差が現れる。

(4) の片付けを行える回数はすなわち片付け判定を行える回数である。片付け判定は画像の撮影時に行われるため、画像を撮影する間隔に個人差が表れる。

以上をもとに個人差が表れる以下の数値を設定した。

- U_m m 時間あたりの使用物体個数
- S 初期状態の物体の面積の密度
- T 画像を撮影する間隔

3. 提案

3.1 アルゴリズム概要

片付け判定アルゴリズムの手順は以下の通りである。

- (1) 個別閾値と初期状態の設定
- (2) 定期的な画像の撮影
- (3) 要素を用いた片付け度の算出
- (4) 個別閾値と片付け度の比較による判定
- (5) ユーザーへの片付け指示

図2に示すようにユーザーは先述した個人差が表れる数値から自身にあった段階を選択、初期状態の設定を行い、それにより要素毎に個別閾値 $B_1 \sim B_4$ が決定される。個別閾値によって判定のタイミングが変わり、個々に合わせたタイミングで片付けの指示を行うことができる。

次に、初期状態から一定時間おきに机上の画像を撮影する。各画像毎に画像情報から物体の動きを要素毎に追跡することで初期状態からの差分を片付け度 $K_1 \sim K_4$ として数値化する。算出した片付け度をあらかじめ設定した個別閾値と比較する。この時 $K \geq B$ となるとき片付けが必要であると判定し、ユーザーに通知を行う。

最後に、ユーザーは通知を受け初期状態に机上に戻すことで、机上の状態の分析や配置の考案などを自身で行うことなく片付けを行うことができる。

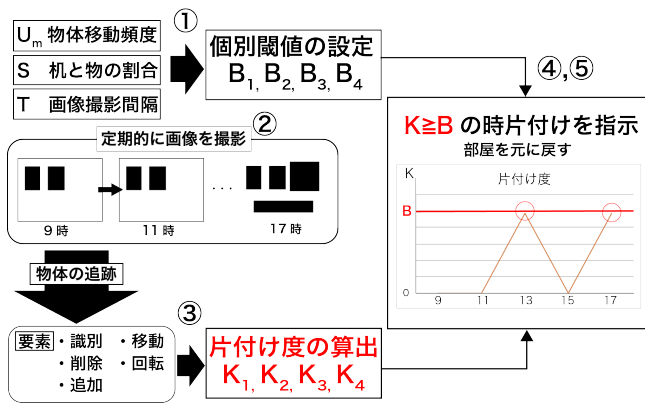


図 2 アルゴリズム概要

3.2 各要素の定義

図 3 に示すように画像情報から物体の動きを追跡するために物体の動きを識別・削除・追加・移動・回転の 5 つに分解し、要素と定義した。要素ごとに片付け判定を行い、片付けの指示もこれらに基づいて行う。

識別は画像に写った物体の名称の判別を行う。それをもとに要素のうちの移動や回転の数値に物体の大きさや形状を考慮した重み付けを行う。

削除は初期状態の物体が画像から削除されているかまた、それがどの物体であるかを検出する。

追加は初期状態にない物体の有無と混入した物体の個数、それらの位置を検出する。

移動は初期状態からの物体の直線距離を検出し、回転は初期状態の物体の回転角度を検出する。

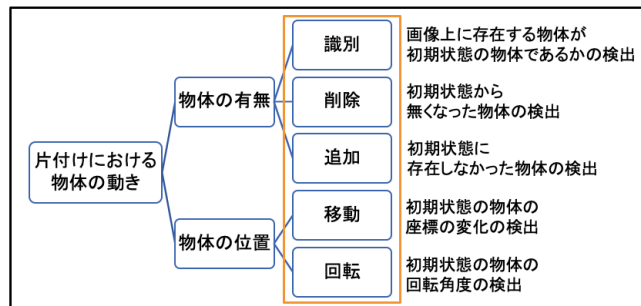


図 3 物体の動きの分解と要素

3.3 片付け度

3.3.1 片付け度算出式

片付け度とは机上の状態が初期状態からどれだけ変化しているかを表す値で、要素毎に算出される。片付け度が個別閾値を超えた際に片付けが必要であると判定し、ユーザーに片付ける物体と物体の配置を提示する。要素の内、識別については物体の名称等を判別するために存在しているため、片付け度は算出されない。

まず、移動で算出される片付け度 K_1 を式 1 に示す。 n は識別で検出された各物体の識別子で、移動距離 L_n に予め設定した移動重み値 I_n をかけた値の総和で算出する。片付け度 K_1 の最小値は $K_1 = 0$ で物体が初期状態から移動

していないことを表す。最大値は初期状態の物体の大きさや構成によって数値は異なるが、全ての物体が最大距離移動した場合を表す。重み値については 3.3.2 で述べる。

$$K_1 = \sum_{n=1}^n (L_n \times I_n) \quad (1)$$

次に回転で算出される片付け度 K_2 について述べる。式 2 に示すように回転角度 R_n に予め設定した回転重み値 R_n をかけた値の総和で算出する。片付け度 K_2 の最小値は $K_2 = 0$ で全ての物体が初期状態から回転していない場合を表す。最大値は初期状態の物体の個数によって数値が異なり、全ての物体が 180 度回転した場合を表す。重み値については 3.3.2 で述べる。

$$K_2 = \sum_{n=1}^n \left(\frac{R_n}{180} \pi \times J_n \right) \quad (2)$$

式 3 に示すように削除で算出される片付け度 K_3 は初期状態からなくなった物体の個数 D_m で表す。最小値は $K_3 = 0$ で全ての物体が画像上に写っている状態を表す。最大値は初期状態の物体の個数と等しくなり、全ての物体が画像上から削除された状態を表す。

$$K_3 = D_m \quad (3)$$

式 4 に表すように追加で算出される片付け度 K_4 は初期状態に新たに混入した物体の個数 A_m で表す。最小値は $K_4 = 0$ で混入した物体が画像上に存在しないことを表す。最大値は初期状態の物体の個数と等しくなり、その個数の物体が画像上に混入した状態を表す。

$$K_4 = A_m \quad (4)$$

3.3.2 重み値

物体はその大きさや形状によって同じ動きをした場合でも散らかり具合への影響が異なる。例えば、ノート PC とペンが同じ距離移動した場合、ノート PC の方が面積が大きいため他の物体への接触や配置の変化などが起き、散らかり具合への与える影響が大きい。そのため移動距離を用いて直接片付け度の算出を行うことは実際の机上の状況を反映していないと考える。

物体の形状でも同様のことが言える。丸い物体に対して回転角度の片付け度を算出する場合数値は変化するが、実際には位置が変わっているようには見えず散らかりの原因にはならない。回転角度のみで片付け度を算出すると物体の形状による散らかり具合の影響の違いを表すことができない。よって重み値を用いてこれらの物体ごとの性質による散らかり具合への影響の差を片付け度に反映する。重み値は移動と回転で使用し、移動では机との面積の割合によって、回転では形状によって設定する。

まず移動重み値 I_n について説明する。図 4 にあるよう

に、まず、各物体の面積の机に対する割合を算出する。割合が2%~8%の物体は重み値を1とし、それ以外の物体は重み値が1である物体の平均面積に対する割合を重み値に設定する。これにより机の広さが変化した時の影響と、置いている物体の大きさによる影響を考慮することができる。重み値を1とする物体の割合の範囲2%~8%は実験的に得られた値を用いている。

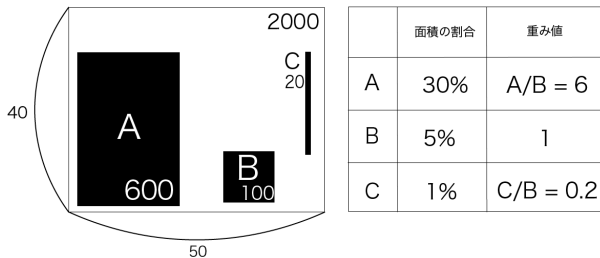


図4 移動重み値 I_n の算出方法

次に回転重み値 J_n の設定方法である。回転重み値は物体の形状によって設定され、物体の形状が円、もしくは球体に近い物は重み値を $J_n = 0$ とし、回転による片付け度の変化を0にする。それ以外の形状の物体は重み値を $J_n = 1$ とし、回転角度を片付け度 K_2 として算出する。

3.3.3 個別閾値

2.4で設定した個人差が表れる数値を用いて、それらの数値の影響が出る要素の個別閾値 $B_1 \sim B_4$ を設定する。

使用物体個数 U_m は初期状態の物体それぞれの移動距離などが影響している移動と回転、削除に、対応している。使用する物体の個数が多いと一時的な移動、回転、削除における片付け度の増加が起り、片付けが必要であるとの判定が過剰に行われ、本来片付けるべきタイミングをユーザーに通知することができない。それを防ぐため片付け度 K_1, K_2, K_3 の個別閾値 B_1, B_2, B_3 の数値を上げることで過剰な片付け判定を防止する。また、使用頻度が低い場合、一度移動した際に元の位置に戻ってくる可能性が低くなり、散らかりの原因になりやすい。そのため、片付け度 K_1, K_2, K_3 の個別閾値 B_1, B_2, B_3 を下げ、原因を早期に取り除く。これにより物体の使用頻度による個人差を片付け通知のタイミングに反映することができる。

初期状態の物体の面積の割合 S は追加に対応している。初期状態の物体の面積の割合が高いとスペースの余裕が少なく物体の追加によってユーザーが使用できるスペースの消失がすぐに起り、ユーザーが片付けづらさを感じる。初期状態の物体の面積の割合が低くスペースの余裕がある場合は、物体が増えてもユーザーは使いづらさを感じるまでに猶予があると考えられる。よって、物体の面積の割合が高い場合には追加の片付け度 K_4 の個別閾値 B_4 を下げ、低い場合には個別閾値 B_4 を上げることで判定が適切なタイミングで行われるよう調整を行う。

画像を撮影する間隔 T は全ての要素に対応している。画像の撮影間隔を短くすると短時間での片付け度の変化を観察することができ、間隔が長い場合より片付け度が個別閾値を超えてから片付け判定が行われるまでの時間が短くなる。そのため、間隔が短い場合は全ての要素の個別閾値を上げ、片付けを行う寸前の状態で片付け判定が行われるように調整を行う。間隔が長い場合は個別閾値を下げ、早期に片付け判定が行われるように調整を行う。

以上の方法で個人差毎に設定した段階をユーザーが選択し、それらに対応する要素の個別閾値 $B_1 \sim B_4$ を設定する。

4. 評価

4.1 シミュレーション

シミュレーションでは後述する方法で、ユーザーによって変わる散らかりの要因ごとに物体の移動パターンの設定とそれに基づいた個別閾値 $B_1 \sim B_4$ の設定を行なった。個別閾値を設定せずに行った片付け判定との比較を行い、個別閾値の設定が散らかりの原因に基づいた片付け判定を行うことができるかの確認を行い、片付け判定アルゴリズムの個人差の網羅性を検証することを目的とする。

4.1.1 物体の移動パターンと個人差

物体の移動パターンを以下の2種類に設定する。

- (1) 物が増えてしまう人
- (2) 必要な物を無くしてしまう人

表1に移動パターンごとの個人差の程度を示す。(1)は初期状態以外の物体が追加され、空きスペースがなくなってしまう状態である。これは初期状態の物体の面積の割合が高く、画像上からなくなる物体が少ないため物体の使用頻度が低いと設定できる。(2)は初期状態の物体が削除され、必要な物がなくなる状態である。これは物体の使用頻度が高いと設定できる。

表1 移動パターンごとの個人差

	使用頻度	面積の割合
(1) 物が増える人	低い	大きい
(2) 物がなくなる人	低い	小さい or 大きい

表2に示すように、2時間おきに下記の条件で物体を移動させた想定シミュレーションを行う。

表2 移動パターンごとの物体の動かし方

	移動 (距離はランダム)	追加	削除
(1)	0~5個	1~2個ずつ増加	0個
(2)	0~4個	0個	1~2個ずつ削除

4.1.2 個別閾値の設定

物体の使用頻度 U_m では2時間で使用する物体の個数の割合を0%~100%を50%ずつ低、高の2段階に分割し、低の場合は移動、回転、削除の個別閾値を最大値の23%、高の場合は67%に設定した。個別閾値を設定しない場合は50%

を閾値と設定し片付け判定を行う。

初期状態の物体面積の割合 S ではユーザーが設定した初期状態を基に、机の面積に対する初期状態の物体の総面積の割合で 0%~90% を 45% ずつ低、高の 2 段階に分ける。低の場合は追加の個別閾値を最大値の 67%、高の場合は 23% に定める。個別閾値を設定しない場合は 50% で判定を行う。

画像の撮影間隔 T は、標準を 2 時間おきの撮影と設定し、ユーザーの希望によって画像撮影の間隔を 1 時間おき又は 4 時間おきに変更する。今回のシミュレーションでは撮影間隔を同条件で行うため、2 時間おきの撮影と設定している。

4.1.3 シミュレーション結果

まず (1) 物が増えてしまう人の場合について述べる。全要素の内、追加の片付け度 K_4 の変化を表すグラフを図 5 に示す。横軸が時間、縦軸が片付け度、オレンジ色が個別閾値を設定した場合、青の破線が個別閾値を設定しない場合の片付け度の変化を表す。また、赤線で個別閾値 B_4 を示している。

個別閾値 B_4 を設定することで、設定しない場合より早期に片付けの指示を行うことができ、物が増えすぎない状態を長く維持することができる。他の要素では片付け判定は行われず、散らかりの原因である追加についてのみ判定を行うことができた。

(2) 必要なものがなくなる人の場合について述べる。全要素の内、削除の片付け度 K_3 の変化を表すグラフを図 6 に示す。この場合も物体がなくなることによる散らかりが削除の片付け度 K_3 に表現され、個別閾値 B_3 の設定により物がなくなりすぎない状態を長く維持することができる。また、他の要素では片付け判定は行われず、散らかりの原因である削除についてのみ判定を行うことができた。

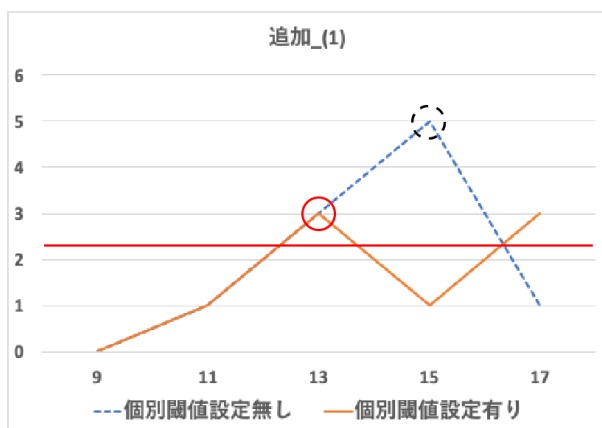


図 5 (1) 物が増えてしまう人における片付け度 K_4 の変化

上記の結果から、散らかりの原因に合わせて個別閾値を決定することでその原因に沿った片付け判定を行うことが出来ることを確認した。

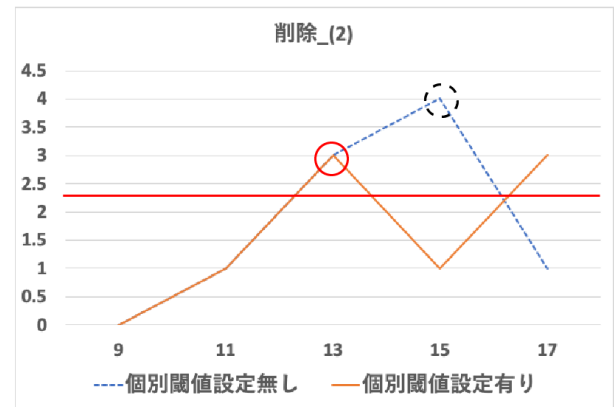


図 6 (2) 必要な物がなくなる人における片付け度 K_3 の変化

4.2 画像実験

画像実験では実際に画像から要素ごとに物体の追跡を行う実現性を確認する実験を行なった。

4.2.1 画像による物体追跡方法

片付けにおける物体検出の特徴として、個人によって机上の環境や生活リズムが異なることから物体の種類が多岐にわたるか、変更が多いことが挙げられる。また、物体の追跡をするために座標などの位置情報が必要である。このことから本研究では、マーカー検出とラベリング処理を使用する。

2つの手法を用いた各要素の検出方法を図 7 に示す。識別と削除では ArUco マーカー [4][5] を用いたマーカー検出を行う。ArUco マーカーとは OpenCV に用意されているライブラリの一つで、軽量の動作でマーカー検出を行うことができ、ライブラリ自身が ID と対応したマーカーの辞書を持っている。

初期状態の物体に予め ID を割り当て、該当するマーカーを貼付する。画像から ID を検出した場合、その ID と対応する物体が画像上に存在すると判定し、初期状態の物体に貼付したかつ検出されないマーカーがある場合は対応した物体が削除されたと判定し片付け度に数値を加算する。

追加・移動・回転の検出にはマーカー検出とラベリング処理を用いる。ラベリング処理は二値化した画像内の連続した点の集まりごとに、個別の番号を割り当てる処理で、オブジェクト識別などに使用される。これを用いることで、画像から物体の存在する領域を検出することができ、物体の種類が多い場合にも物体の場所を検出することが出来る。

まず、ラベリング処理により物体の領域の検出をし、その領域内のマーカーの有無を調べる。マーカーが存在する場合はその物体が初期状態の物体であると判断し座標の取得をし、移動距離や回転角度の算出を行う。また、検出した ID をもとに物体の大きさを基に移動距離と回転角度に重み付けを行う。領域内にマーカーが存在しなかった場合はその物体が初期状態に存在しない物体である判断し片付

け度の追加の項目に数値を加算する。

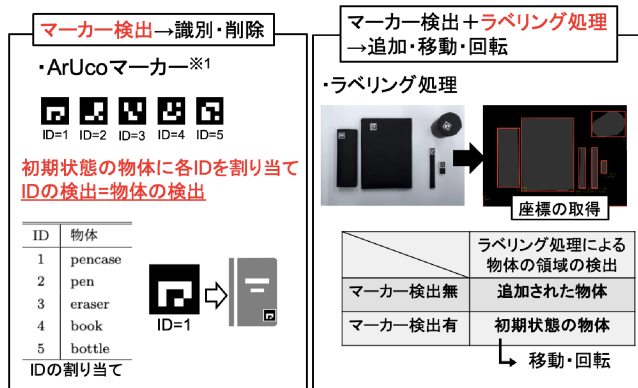


図 7 各要素の検出方法

4.2.2 実験 1

本実験では識別・削除の提案手法の精度を確認した。初期状態に存在する物体に予め ID を割り当て、該当するマーカーを貼付し、画像からマーカーを検出することで画像上にある物体の有無を調べた。画像は 10 種類の初期状態と、それぞれから物体を 1 2 個削除した状態の画像の計 20 枚を使用した。どの初期状態も物体とそれら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。さらにそれらの画像を $\frac{9}{10}$ $\frac{1}{10}$ まで縮小し同様にマーカー検出を行うことで精度の検証を行った。初期状態の物体の個数を N [個] とし、正しく検出できた物体の個数を D_c [個] とした時、検出率 D_p [%] を $D_p = \frac{D_c}{N}$ のように定義し 90%以上を維持できる画像サイズを調べた。90%は今回の実験において誤検出の物体が 1 個未満になる検出率である。

4.2.3 実験 1 結果

実験 1 の結果について述べていく。画像の縮小を行わない状態では、使用した全ての画像において誤検出は発生せず、画像から識別と削除の情報の読み取りが可能なることを確かめた。図 8 に実際のマーカー検出の様子を示す。

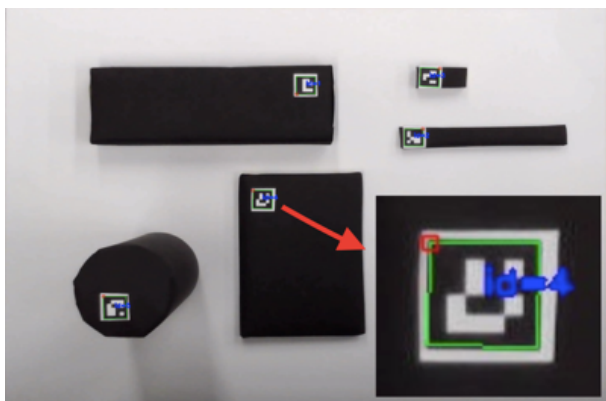


図 8 マーカー検出の様子

次に縮小した場合の検出率の変化である。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。 $\frac{4}{10}$ の縮小率までは 90%以上を維持できる結果となった。 $\frac{4}{10}$ に縮小したとき机のサイズは縦が約 25cm, 横が約 35cm, マーカーのサイズは約 1.3cm のものを撮影した画像と同じ大きさで画像に映る。このことから 1.3cm のマーカーが貼れない物体以外は高い精度で検出が可能なることが分かった。

以上の結果から、識別と削除における提案手法は 1.3cm 以上のマーカーが貼付できる物体に対して有効であり、また 2cm 以上の大きさのマーカーを使用する場合はより高い精度で利用できることを確認した。

各サイズの検出率(1/10~10/10にリサイズ)

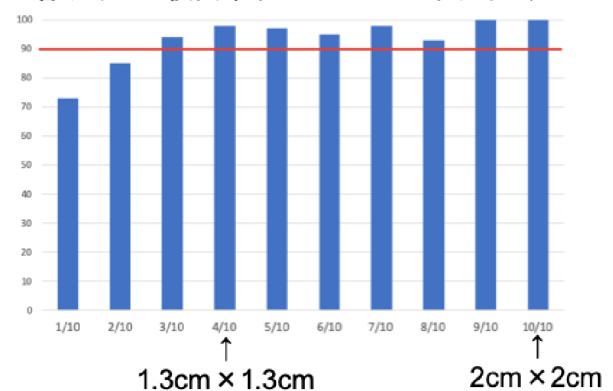


図 9 縮小した場合の検出率の変化

4.2.4 実験 2

実験 2 では要素のうち追加について行った、初期状態以外の物体が追加された場合に画像上のどの位置に追加された物体がいても提案手法を用いて検出可能かを確認した。実験 1 と同様の物体、ID の割り当てとマーカーを使用し、混入する物体として新たにモデル化したペン A を追加した。ペン A にはマーカーは貼付されていない。

画像は以下のように物体混入時のペン A の状態を変えた 16 種類(1~16)を使用したこれらの画像から追加したペン A が検出できるかを確認する。

- 他の物体に触れていない 1
- 他の物体に辺同士が触れている 5 種類 2~7
- 他の物体と一部分のみ重なっている 5 種類 8~12
- 他の物体の上であり完全に重なっている 2 種類 13,14
- 他の物体の下であり完全に重なっている 2 種類 15,16

4.2.5 実験 2 結果

実験 2 の結果について述べる。図 11 の 1 の画像では追加した物体を検出することができたが、初期状態の物体のマーカーが検出されず追加された物体と判定され誤検出が起きた。この誤検出は他の画像全てで発生しており、使用した物体や貼付したマーカーの劣化が理由として挙げられ

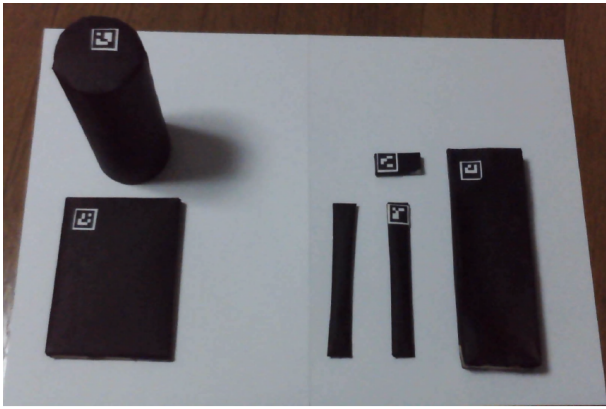


図 10 実験 2 使用画像 1

る。また、図 11 右の 2 の画像のように追加したペン A が他の物体と接している、または重なっている場合は同じ物体と認識され検出することができなかった。これらの結果から追加における提案手法の実現性は低いことが確認できた。解決案として、検出した物体の領域をマーカーの有無で比較するのに加え面積を比較しその差分が追加の物体であると判定する方法を考察した。

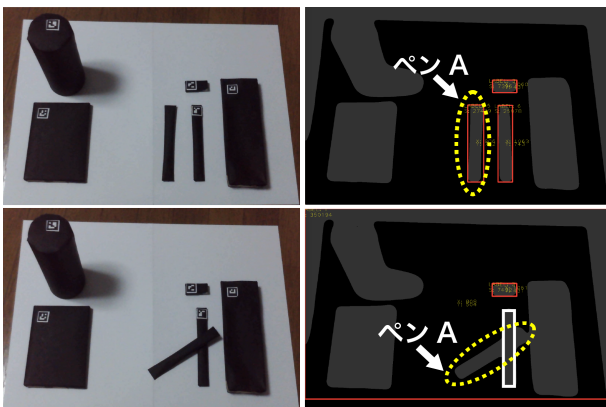


図 11 実験 2 検出結果 左:接触しない場合 右:接触する場合

4.3 考察

4.1 のシミュレーションでは片付けにおける個人によって変化する散らかりの原因を移動パターン等で設定し、個別閾値を定め片付け判定を行うことで個人差を考慮した片付け判定が可能であることを確認した。これにより、個別閾値による個人差の網羅性を確認した。しかし、今回のシミュレーションでは全体の試行回数が少ないこと、片付けにおいて生じる個人差のパターン全てを網羅できていないことが問題としてあげられる。よって、今回の移動パターンに基づいたシミュレーションの試行回数を増やすとともに、今後片付けにおいて生じる個人差のパターンをさらに検討する必要がある。

4.2 の実験 1 では識別と削除について画像実験によって物体追跡の実現性を確認でき、実験 2 では追加についての手法の実現性が十分でないことを確認した。

以上から初期状態の物体の有無によって発生する部屋の

散らかりについては提案手法による片付け判定の網羅性と画像処理による数値取得の実現性を確認することができた。今後はシミュレーションの移動パターンの拡充による網羅性の向上や、画像実験の手法の改良を行い物体追跡の実現性を確認する必要がある。

5. おわりに

本稿では発達障害者の自立サポートを目的に物片付け支援の必要性和課題を述べ、片付け判定アルゴリズムの提案とその評価について報告した。

片付け判定アルゴリズムは部屋の状態の追跡、片付けの要否の判定、片付けにおける個人差の反映の 3 つの課題解決を目的としている。まず、定期的に撮影する机上の画像から物体の複雑な動きを分解し要素と定義し、要素とマーカー検出とラベリング処理を用いた簡易的な方法による部屋の状態の追跡方法を述べた。次に片付け要否の判定を行うために、要素ごとに片付け度と呼ばれる部屋の状態の変化を表す数値の算出を行い、それぞれに個別閾値を設けることで片付け要否の判定の仕組みを提案した。また片付けにおける個人差の反映の課題を解決するために個人差の明確化とそれらの基準を個別閾値として設定することで個人差の反映を行った。

評価として、片付け判定アルゴリズムを用いて設定した人物像に則った移動パターンによるシミュレーションを行い、個別閾値を用いることで個人に合わせて片付け判定を行うことが可能であることを確認した。これにより提案手法での個人差の網羅性があることを確認した。

また、画像実験では物体の動きの検出を要素のうち識別、削除、追加について行い、識別と削除について実現性を確認した。追加には物体が接触している状態での物体の追跡ができない問題点を発見した。この 2 つの結果から初期状態の物体の有無によって発生する部屋の散らかりについては提案手法を用いて片付け判定を行う実現性を示した。

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" 入手先 (<https://www.mhlw.go.jp/kokoro/>) (参照 2019-03-01).
- [3] 厚生労働省 厚生統計要覧 (令和 2 年度) 入手先 (<https://www.mhlw.go.jp/toukei/youran/index-kousei.html>) (参照 2021-7-10).
- [4] "Speeded up detection of squared fiducial markers", Francisco J.Romero-Ramirez, Rafael Munoz-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. Munoz Salinas, F.J. Madrid-Cuevas, R. Medina-Carnicer, Pattern Recognition:51, 481-491,2016