

## 3D 情報を用いた洗濯物の状態判定 State Determination of Laundry Using 3D Information

広瀬 大樹†  
HIROSE Daiki

三好 力†  
MIYOSHI Tsutomu

米谷 和記†  
MAIYA Kazuki

### 1. はじめに

昨今家庭用ロボットの普及に伴い洗濯乾燥機や掃除ロボットなどの機械による、家事の代行が一般的なものとなってきている。

家事代行は、家事を代行することでユーザの家事に対する労力や作業時間を削減し、自由な時間を提供するものである。介護サービスにおける家事の定義では、料理・洗濯・掃除・買い物・ゴミ出し・衣類整理・衣類修繕、となっている。この中で、料理は電子レンジなどの電気調理器、洗濯は洗濯乾燥機、掃除はお掃除ロボット、買い物は宅配サービスなどの自動化・代行サービスが存在する。しかし、衣類整理にあたる洗濯物の片付けは未だ手作業が一般的である。これは、衣類が対象となるので形状が不定形で取り扱いが複雑になり、ロボットによる自動化が難しいためである。

そこで我々はカラー画像だけでなく深度情報も合わせて用いることで洗濯物を比較的容易に扱えるようになるのではないかと考えた。

本研究では洗濯物の状態を複数の段階に分けて定義し、ゲームコントローラ Kinect によるカメラ画像と3次元情報を用いて定義とのマッチングを行なう事により洗濯物の状態判定システムを開発する。

### 2. 洗濯物自動片付けシステム

本研究は Kinect が取り付けられたクローゼット型の洗濯物片付けシステム(図1)の開発を目指している。

システムは、洗濯物の片付け段階を認識し、段階に応じた命令を小型ロボットに出すものを想定する。

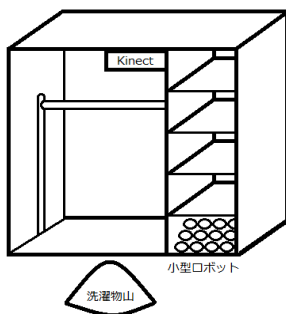


図1. Kinect 付きクローゼット

小型ロボットは移動、つかむ、離すの動作のみができるものとする。また、ズボンや服などの大きなものは畳まずに吊るす事で片付けとした。小物は靴下等ペアリングが必要なものはペアリングを行い、それぞれ特定の棚へ収納するものとする。

本研究では Kinect のカメラ画像と深度情報を用いて洗濯物自動片付けシステムのうち洗濯物の状態の判定シ

テムの構築を目的とする。

### 3. "洗濯物の片付け"段階の定義

本研究を行うにあたり我々は洗濯物の状態を次の4段階に分けて定義を行った。

#### ・第1段階

全種類の洗濯物が混在し、山になっている状態を第1段階とする。

#### ・第2段階

洗濯物山から洗濯物が一枚取り出されている状態を第2段階とする。

#### ・第3段階

洗濯物のうちズボンなどの大きなものは片付けられ、ペアリングが必要な靴下等の小物の分類が完了した状態を第3段階とする。

#### ・第4段階

全ての洗濯物が収納、整頓されている状態を第4段階とする。この段階は、いわゆる人間が洗濯物を片付け終えた状態と同様であるとし、洗濯物片付けは完了とする。

### 4. 片付け段階の判定

洗濯物の状態を具体的に表現するために5段階に分け、それぞれの動作を IF-THEN ルールで定義した。この定義のうち洗濯物の状態判定が正しく動作するかを実験で確かめていく。このルールによる状態遷移は図2のようになる。

#### ・初期化段階

1. 背景画像の登録
2. 床領域の検出
3. 床領域に洗濯物山フィールド、認識フィールド、小物フィールドの生成
4. 背景差分法により洗濯物以外の情報を除去
5. 洗濯物山フィールド、認識フィールド、小物フィールドの切り出し
6. 洗濯物山フィールドで洗濯物をまとめて一つの山を形成
7. 各段階の認識

#### ・第1段階

IF 洗濯物山 is 有 THEN 対象物移動処理,第2段階

IF 洗濯物山 is 無 THEN 第3段階

#### ・第2段階

IF 認識対象物 is ズボン THEN 片付け処理,第1段階

IF 認識対象物 is 靴下 THEN ペアリング処理,第1段階

IF 認識対象物 is 無 THEN 第1段階

#### ・第3段階

IF 小物群 is 有 THEN 片付け処理,第3段階

IF 小物群 is 無 THEN 第4段階

#### ・第4段階

IF 洗濯物山 is 有 THEN 第1段階

†龍谷大学 大学院 理工学研究科  
Graduate School of Science and Technology  
Ryukoku University

IF 認識対象物 is 有 THEN 第2段階  
 IF 小物群 is 有 THEN 第3段階  
 IF 全オブジェクト is 無 THEN 終了

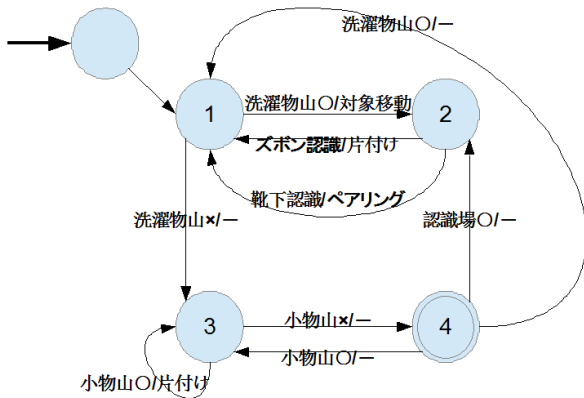


図2.状態遷移図

5.実験

提案手法のルールによる段階判定と命令出力が正確に行われるか実装実験を行った。本実験は複数センサが搭載されている Kinect によるカメラ画像と深度情報を用いて洗濯物の情報を取り出して行った。

今回の実験では洗濯物の分類のうち大きなものをズボン、小さなものを靴下の2種類で行うとし、ズボン1枚、靴下2枚で実験を行った。

5.1. 実験方法

本実験では指定されたルールによる洗濯物の状態の判定を重視して実験を行うため、実際のロボットは使わず洗濯物の移動は人間の手によって行った。

1. Kinectを床を垂直に見下ろすように高さ1.5mの位置に配置
2. 洗濯物山を床に配置
3. 洗濯物の状態認識
4. 洗濯物の状態を変える
5. 3,4を繰り返す
6. 状態の認識が正確に行われたかの検討

5.2. 実験環境

実験では Kinect を床を垂直に見下ろすように配置し、カメラ範囲内に洗濯物の山を配置する。また、床には洗濯物以外の物体は配置せず、洗濯物を移動させるための十分な空間を確保する。

5.3. 実装

本実験を行うために OpenNI, OpenCV, VC++ を用いて実装を行った。以下にその処理を示す。

・実装処理

1. Kinectの初期化
2. カメラ画像, 深度情報の取得
3. SceneAnalyzerによる床領域検出
4. 床領域の画像の記憶
5. 床領域の上側3分の1に小物用フィールドの生成
6. 残りの左3分の1に認識フィールドの生成
7. 残りの領域全てを洗濯物フィールドとして生成
8. 背景差分画像の生成
9. 認識フィールドの判定
10. 認識対象物が存在する場合, 対象物の認識

11. 対象物の領域が4000pixel未満の場合靴下と判定
12. それ以上の場合ズボンと判定
13. 洗濯物フィールドの判定
14. 小物フィールドの判定
15. 段階決定

5.4. 実験結果

実験で行った状態の変化および段階判定結果を以下に示す。また、実験画像例として表1.3番の実行画面を図3~5に示す。

表1.実験結果

	動作	段階認識	命令
1	起動	4	(開始)
2	洗濯物山配置	1	取り出し
3	靴下→認識フィールド	2	Socksペアリング
4	靴下→小物フィールド	1	取り出し
5	ズボン→認識フィールド	2	Pants片付け
6	ズボン→片付け	1	取り出し
7	靴下→認識フィールド	2	Socksペアリング
8	靴下→小物フィールド	3	Socks片付け
9	靴下→片付け	3	Socks片付け
10	靴下→片付け	4	(終了)

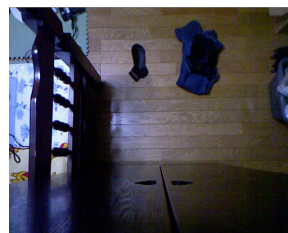


図3.カメラ画像



図4.深度画像



(a)認識フィールド (b)洗濯物山フィールド (c)小物フィールド

図5.背景差分で得られた2値化画像

6.考察

実験結果より提案手法による洗濯物の状態判定と命令出力は実装した処理によって満たすことができた。

7.おわりに

本研究では, Kinect によるカメラ画像と深度情報を用いた洗濯物状態判定システムを提案した。

提案手法の実装実験を行った結果, 洗濯物の状態判定は正確に行うことができた。また, 今回はズボンと靴下のみという限定的な条件であったため比較的容易に状態判定ができたと考えられる。認識すべき洗濯物の種類を実際の生活に用いられる程度にまで増えた際, 現状では正確な認識が行われな

い。今後の課題として, 洗濯物片付けの際に通常発生しない状態を異常と判定するルールの追加や, 認識できる洗濯物の種類を増やすために形状などの特徴も考慮するなど, より正確な状態遷移を行えるよう研究を進めて生きたい。

参考文献

[1] 広瀬大樹, 三好力, "3D 情報を用いた洗濯物片付き度合い判定システムの提案", 情報処理学会第76回全国大会論文集, (2014)