

# Dustoon：複合現実を用いた掃除活性化システムの マーカ検討

歸山 幸大<sup>1</sup> 横窪 安奈<sup>1,a)</sup> ロペズ ギヨーム<sup>1,b)</sup>

**概要：**本研究では、家事の一つである掃除のモチベーションを向上するために、複合現実（MR）を用いた掃除活性化システム「Dustoon」の適切なマーカを検討する。Dustoonでは、掃除機周辺の塵の濃度をダストセンサを用いて測定し、MR用ヘッドマウントディスプレイ（HMD）に掃除箇所の汚れ度を可視化する。汚れている領域に投影された映像をDustoonコントローラ（掃除道具）を用いて消去することで、ゲーム感覚で掃除を行うことが可能となる。Dustoonコントローラの適切な位置検出精度を向上するために、マーカのデザインを改変した。試作システムを通じて比較した結果、旧マーカより、位置検出精度が47%向上した。

## 1. はじめに

我々が日常生活を送る上で欠かせない家事労働の一つに「掃除」が挙げられる。kufuraが行った家事に関するアンケート調査 [1] によると、面倒な家事の第一位が掃除であった。そのため、掃除は必要不可欠な家事労働であるものの、面倒さや手間を感じている人が多い。昨今、家事の自動化も進みつつあるが、自動で届かないところも多々ある。また、掃除の面倒さや手間を解消してモチベーション向上への取り組みは未だ少ないのが現状である。

本研究では、掃除の面倒さや手間を解消し、掃除のモチベーションを向上して楽しく掃除を行うための掃除活性化システム「Dustoon（ダストゥーン）」を開発し、Dustoonコントローラ（掃除道具）に対して適切なダストセンサの設置位置及び、コントローラの位置検出精度向上のための新しいマーカ形状を検討する。

## 2. 関連研究

掃除のモチベーションを向上させるための研究は数多く存在する。山木ら [2] は、掃除機にプロジェクタを装着し、床に投影した仮想的なオブジェクトを吸い込むインタラクションを実現することで、掃除を楽しく行える仕組みを提案した。小坂 [3] は、現実世界の掃除をゲームコンテンツに用いることで掃除を楽しめるシリアスゲームを提案した。また、市村ら [4] は掃除機に取り付けた加速度を検出

できるデバイスを介して、ゲームの要素を加えることにより、掃除が楽しくできるようなシステムを提案した。

これらの研究は、掃除対象となる部屋全体を認識する複数のカメラの設置や、掃除する人の動作を認識する複数のセンサの装着などが必要のため、煩雑である。本研究では、MRと掃除道具に着脱可能なマーカの組み合わせで、上記の課題解決を試みている。

## 3. Dustoon

### 3.1 提案システムの概要

Dustoonは、MR及びゲーミフィケーションの手法を用いて、掃除した範囲を可視化し、掃除道具周辺の塵の濃度によって、色変化する映像をHMD上に表示する掃除活性化システムである。Dustoonでは掃除をする人が掃除の可視化端末としてMR用HMDを装着し、図1に示すように、3次元マーカ及びダストセンサが装着されたDustoonコントローラ（掃除道具）を用いて掃除を行うことで、Dustoonコントローラ周辺の掃除状況を可視化して確認することができる。MRを用いることで、掃除した場所の重複を防ぎ、ダストセンサから得られた情報により、掃除が不足している箇所が特定可能となる。

今回は、HMDとしてMicrosoft社のHoloLens 2<sup>\*1</sup>を使用し、Unityを用いて掃除状況可視化アプリケーションを試作した。また、塵濃度の測定は、Seed Studio社の

<sup>1</sup> 青山学院大学大学院 理工学研究科  
Aoyama Gakuin University, Kanagawa, Japan

a) yokokubo@it.aoyama.ac.jp

b) guillaume@it.aoyama.ac.jp

<sup>\*1</sup> HoloLens 2, Microsoft 社, <https://www.microsoft.com/ja-jp/hololens>



図 1 Dustoon コントローラの全体像 (掃除機を用いた場合)

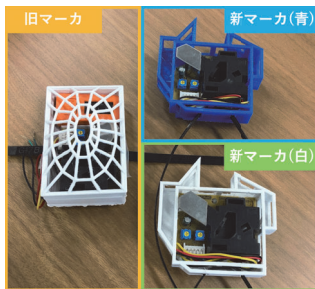


図 2 Dustoon コントローラに装着した、  
ダストセンサ搭載 3次元マーカ (左) 旧 (右) 新 2色

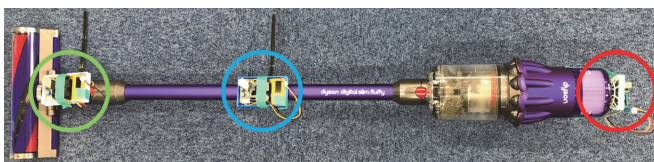


図 3 3次元マーカを装着する位置

Grove ダストセンサ<sup>\*2</sup> を利用して行った。M5StickC<sup>\*3</sup> を用いて、ダストセンサ値を取得し、Bluetooth 通信により HMD へ送信した。HMD 上のカメラを用いてマーカの位置を検出し、実世界で Dustoon コントローラが通過した位置に合わせて MR 空間内に塵の量に応じた着色を行う。画像認識には PTC 社が提供している Vuforia エンジン<sup>\*4</sup> を用いた。

### 3.2 利用方法

Dustoon の利用者は、HMD を装着し、掃除道具に図 2 に示すダストセンサ搭載 3次元マーカを取り付ける。MR 空間上に表示した掃除開始ボタンを押下することで、マーカの認識及び、ダストセンサ値の取得を開始する。HMD のカメラと深度センサにより、床平面との衝突判定を行い、床面に接している状態となっているときのみ着色を行う。

### 3.3 3次元マーカの装着位置の検討

図 3 に示すように、掃除機のヘッド、パイプと、柄先に

<sup>\*2</sup> Grove ダストセンサ, Seeed Studio 社, [https://wiki.seeedstudio.com/Grove-Dust\\_Sensor/](https://wiki.seeedstudio.com/Grove-Dust_Sensor/)

<sup>\*3</sup> M5StickC, M5Stack 社, <https://docs.m5stack.com/#/en/core/m5stickc>

<sup>\*4</sup> Vuforia, PTC 社, <https://www.ptc.com/en/products/vuforia/vuforia-engine>

表 1 3次元マーカの色および形による検出率の違い

旧コントローラ	新コントローラ (白)	新コントローラ (青)
15.7 秒	23.1 秒	9.3 秒

3次元マーカを取り付けた状態で、静止時および掃除中の塵濃度の測定を行った。静止時は位置による塵濃度の差異は生まれなかったものの、掃除中はパイプに装着したときに塵の検出感度が一番高い結果となった。掃除によって舞い上がった塵を検出するには床から少し離す必要がある。

### 3.4 Dustoon コントローラの形や色による認識率の違い

図 2 の左に示す旧マーカの検出精度が芳しくないことが判明したため、新しい 3D マーカの形および色を検討した。旧マーカは、複雑な上面をしているが、対称な図形となっているため、上下左右の区別がつきにくく、装着時の上面が斜めとなるため検出率が低下していた。

そこで、新マーカとして図 2 の右に示すような非対称な形に改変した。外周を特徴的な形状にすることで背景とのコントラストを生み出している。また、色の濃淡による影響を調べるため、白色と青色の 2 つを試作した。比較方法として予め 30 秒間で掃除を行う動作を定め、検出されている時間の計測を行った。計測は 5 回行い平均値を比較した。結果を表 1 に示す。これより上面を不規則かつ非対称にすることで検出率が向上した。色に関しては白の結果が優れており、背景とのコントラストが理由だと考えられる。

## 4. まとめと今後の展望

本稿では、MR とダストセンサを用いて、掃除を活性化させることを目的とした掃除活性化システム「Dustoon」を提案した。床面の汚れ度をダストセンサで取得し、実世界に重畳するように HMD の映像として床面の色を変化させることで、利用者は掃除状況を直感的に確認可能になった。今後の展望として、システムの有用性及び掃除に対する意識変化を探るための評価実験を行い、Dustoon の改良を行いたい。

### 参考文献

- [1] kufura 小学館公式. 地味に面倒…! そんな「家事」をこなすためのモチベーションアップ術は?. <https://kufura.jp/life/clean-up/115263> (Accessed on 4/22/2021).
- [2] 山木妙子, 小笠原遼子, 椎尾一郎. インタラクティブな掃除機による情報提示. 全国大会講演論文集, Vol. 70, pp. 129-130, mar 2008.
- [3] 小坂崇之. 妖怪クリーナーズ: 現実世界の掃除をゲームコンテンツにしたシリアスゲームの提案. EC2016 エンタテインメントコンピューティングシンポジウム, pp. 148-151, 2016.
- [4] 市村哲, 矢澤崇史, 戸丸慎也, 渡邊宏優. 家事をゲーミフィケーション化する試み——掃除への適用. DICOMO2014 マルチメディア, 分散, 協調とモバイルシンポジウム, pp. 1285-1290, 2014.