

# 拡張現実を用いたマルチプレイ掃除活性化システム

阿部悠貴<sup>†1</sup>      ロペズ・ギヨーム<sup>†2</sup>  
 青山学院大学      青山学院大学

2023年2月17日

## 1. はじめに

掃除とは掃くことや拭くことでゴミや汚れを無くしきれいにすることである。掃除には様々な利点があり、清潔な生活を送るために必要不可欠である。しかし、掃除に対して面倒や手間に思っている人は多い。サンケイリビング新聞社による掃除に対する意識調査に関するアンケート [1] によると、「掃除が面倒だと思うことがある」という問いに対して 87.2% もの人が「あてはまる」・「どちらかといえばあてはまる」と回答している。「掃除をするのが好きな方だ」という問いに対しても「あてはまらない」・「どちらかといえばあてはまらない」と回答した人が 55.5% と過半数を占めている。また、リビングくらし HOW 研究所が行った掃除についてのアンケート [2] によると、「掃除が好きですか?」という問いに対して 71.1% の人がいいえと回答している。株式会社アスマークが行った住環境と掃除に関するアンケート調査 [3] においては「[A] 掃除が好きである / [B] 掃除が嫌いである」に対して「Aに近い」～「Bに近い」の5段階での回答を求める質問を行っており、全体の半数の人が「どちらかといえば B に近い」・「B に近い」と回答している。

このような課題を解決するため、本研究では拡張現実を用いて現実の掃除に対して仮想的にフィードバックを行い、掃除に対してゲーム要素を付与する拡張現実を用いたマルチプレイ掃除活性化システムを提案する。

## 2. 先行研究

市村 [4] は掃除機に 3 軸加速度を計測可能なデバイスを取り付け往復運動を計測し、その結果に基づいてゲーム要素を加えることで掃除を楽しく行えるシステムを提案した。図 1 に市村が提案したシステムの利用風景を示す。掃除機に取り付けたデバイスで計測した往復運動を PC に送信し、その値をゲームスコアとして得点化している。また、掃除開始時に Twitter にツイートを行うことでほかのユーザーと SNS を通して共有できる機能を実装している。

小坂 [5] は、現実世界の掃除がけをゲームコンテンツに設



図 1 市村が提案したシステムの利用風景 ([4] より引用)

Figure 1

定することで楽しく掃除を行うことを目的とするシリアスゲーム「妖怪クリーナーズ」を提案している。図 2 に「妖怪クリーナーズ」のシステム構成図を示す。床に NFC タグを埋め込み、それを利用することで掃除機の位置を推定している。また、掃除機にセンサデバイスを取り付けている。これには、吸引したごみの量を計測するホコリセンサと吸引場所を計測する NFC アンテナが搭載されている。これらのデータから 2D ゲームに落としこみ、妖怪を倒すようなゲームを作成した。また、リビングなどにボスが出現するように設定すると体験者はボスを探しながらボスの出現個所を集中して掃除しやすくなる。

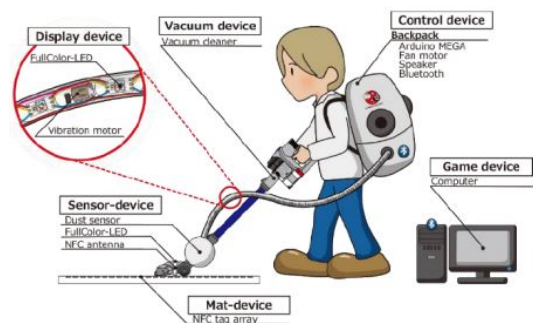


図 2 妖怪クリーナーズシステム構成図 ([5] より引用)

Figure 2 Youkai Cleaners System Configuration Diagram (cite from [5])

[1mm]

<sup>†1</sup> Harutaka Abe, Aoyamagakuin University.

<sup>†2</sup> Guillaume LOPEZ, Aoyamagakuin University.

### 3. 拡張現実を用いたマルチプレイ掃除活性化システム

本節では本研究で提案する拡張現実を用いたマルチプレイ掃除活性化システムの概要について述べる。これは透過型ヘッドマウントディスプレイを用いた拡張現実技術により、通常の掃除では見ることでできない掃除箇所の着色による可視化を行うと同時にゲーミフィケーション手法によりゲーム要素を付与することで掃除への意欲の維持・向上を目的としたシステムである。図3に提案システムの全体図を示す。掃除を行う人は掃除状況やゲーム進行度を確認するデバイスとして透過型ヘッドマウントディスプレイを装着し、掃除道具に位置推定のためのマークを取り付ける。マークが取り付けられた掃除道具を用いて掃除を行う事で掃除箇所を拡張現実を用いて仮想的に着色し、掃除箇所の重複を防ぎながらまだ掃除されていない場所の確認が可能となる。また、掃除状況の提示と同時にゲーミフィケーション手法を用いたゲーム要素の付与により掃除に対するモチベーションの維持・向上を促す。ゲーム要素は別々の部屋にしながら通信可能な協力モードと競争モードが存在する。図4にシステム利用時の透過型ヘッドマウントディスプレイから見える画面を示す。協力モードは互いの掃除面積の合計で共通の敵を倒すモードであり、競争モードは互いの掃除面積を競うモードである。ゲーム進行度の確認のため追従型のUIを配置している。これにより現在自分が有利か不利かが一目で確認可能である。また、掃除中にアイテムやエネとして各所に仮想オブジェクトを配置する。ユーザは仮想オブジェクトに掃除道具で触れることでボーナスポイントを獲得可能とし、広範囲の掃除を促す。

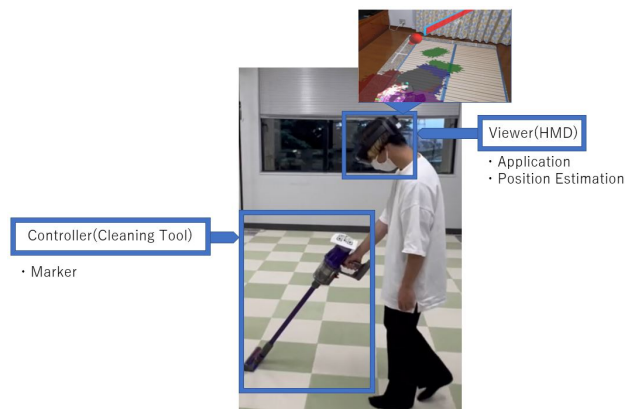


図3 提案システムの全体図

Figure 3 Overall view of the proposed system

本システム通信機能を実装するため、オンライン機能を組み込むためのサービスである「Photon Unity Networking 2 (以下「PUN」とする) [6]」を利用した。本システムを起

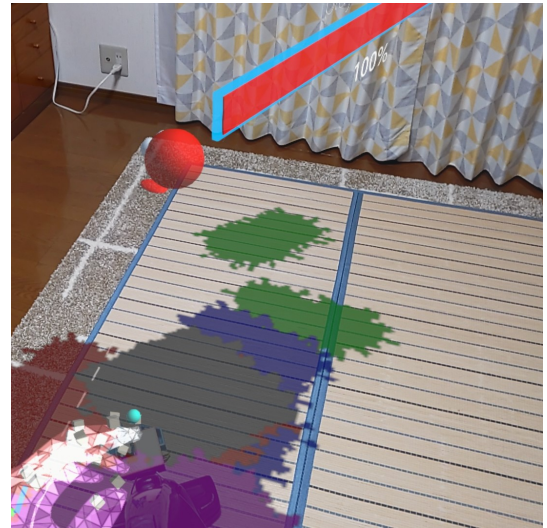


図4 透過型ヘッドマウントディスプレイから見える画面  
Figure 4 View through a transparent head-mounted display

動し、各ルーム1人目にオンラインへ接続したユーザはマスタークライアントとなり、一意となる個別のルームIDを用いてルームの作成を行う。2人目に接続したユーザはルームを検索し、ルームに参加する。各ユーザのシステム上ではルームを作成した場合はplayer1、ルームに参加した場合はplayer2として扱う。ルームの最大人数は2人となっており、3人目以降も同様にマッチングを行う。

### 4. 掃除効果およびモチベーションへの影響の評価実験

本システムを利用するうえで、システムの有用性や実際に使用する人がどのように感じるか、掃除体験がどのように変化するかを検証する。また、掃除箇所の着色のみを行うシングルプレイモードと本研究で提案するマルチプレイモードの違いや協力と競争での違いについても検証する。

被験者10名にコードレス掃除機およびシステムなし、シングルプレイ、協力モード、競争モードの内ランダムに3つを用いて掃除を行ってもらった。掃除する範囲は4.8m四方の内側でありテープを張ることで枠を示している。実際に掃除する部屋に近づけるためにモニターやテーブル、椅子を配置した。

評価指標として定量評価とアンケート評価を行った。定量評価においては掃除面積、重複度(式1)を用いた。掃除面積は仮想オブジェクトに着色されたピクセル数を合算した値を用いた。アンケート評価は各掃除後、独自に作成したアンケートに回答してもらった。

$$\text{重複度} = \frac{\text{移動距離 (m)} \times \text{ヘッド横幅 (m)}}{\text{掃除した面積 (px)}} \quad (1)$$

## 5. 実験結果と考察

本節では評価実験の結果と考察を述べる。

### 5.1. 定量評価の結果と考察

図5に各モードの掃除面積の比較結果を示す。シングルプレイ、競争モード、競争モードはシステム無しと比べて掃除面積が優位に大きいことから掃除箇所を着色するフィードバックが広範囲の掃除に有効であると考えられる。また、競争モード、競争モードはシングルプレイと比べて優位に掃除面積が大きいことから仮想オブジェクトの配置がより広範囲の掃除を促したと考えられる。

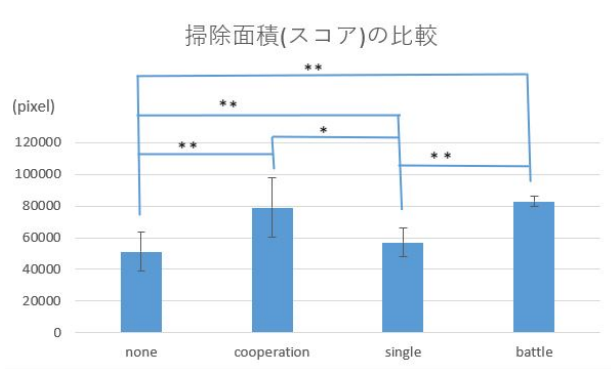


図5 各モードの掃除面積の比較結果

Figure5 Comparison results of cleaning area for each mode

\*:p<0.05, \*\*:p<0.01  
他の項目については有意差なし

図6に各モードの重複度の比較結果を示す。シングルプレイ、競争モード、競争モードはシステム無しと比べて優位に重複度が小さいことから掃除箇所を着色するフィードバックが掃除箇所の重複を防ぎ効率的な掃除を促したと考えられる。

表1にアンケート結果を示す。システム無し以外の全てのモードにおいて楽しいと感じていることから掃除箇所を着色するフィードバックの新鮮さから楽しさを増幅させたと考えられる。またこのシステムを使用したいかや継続的に使用したいかの質問項目では協力モードと競争モードが高い値となっている。これは、毎回異なる相手と通信するため、新鮮さが損なわれにくいためであると考えられる。また、どのくらい掃除に満足しているかという質問に対しても協力モードと競争モードが高い値となっている。これは、明確な目的が存在するため満足度が増幅したと考えられる。

重複度の比較

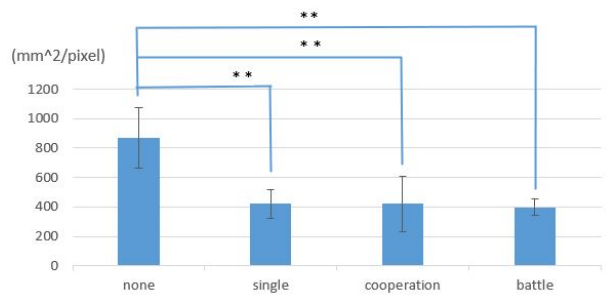


図6 各モードの重複度の比較結果

Figure6 Comparison results of the degree of overlap for each mode

\*:p<0.05, \*\*:p<0.01  
他の項目については有意差なし

表1 Caption

質問内容	シングルプレイ	協力	競争	無し
どのくらい楽しいと感じましたか	4.5	4.5	4.8	1.7
またこのシステムを使用したいですか	4.0	4.3	4.8	
このシステムを継続的に使用したいですか	3.8	4.1	4.8	
どのくらい掃除に満足していますか	3.7	4.4	4.7	

## 6. まとめと今後の展望

本研究では掃除に対して面倒や手間に感じている課題に着目し、掃除に拡張現実を用いたゲーミフィケーション手法を用いることで掃除のモチベーションの維持・向上させることを目的としたシステムを作成し評価実験を行った。ゲーム要素として従来までの掃除箇所を着色することに加えてマルチプレイモードとして別々の離れた部屋で掃除を行っている人と協力や競争を可能とするシステムを実装した。また、より広範囲の掃除を促すために掃除する部屋の各所に仮想オブジェクトを配置し、それを獲得する用促すゲームシステムとした。

協力や競争を行うことで1人で掃除を行っているときに比べて楽しさや掃除に対する満足度が増加し、より掃除に対するモチベーションの維持・向上に効果的であることが明らかとなった。また、定量評価の結果から掃除の効率を保ちながらより広範囲を掃除しているため、仮想オブジェクトの配置が広範囲の掃除に寄与したと考えられる。

本システムの使用により、現実世界の掃除が従来よりもゲーム性に特化した仮想空間内でのゲームに置き換えることができた。また、掃除箇所の重複を防ぎながら広範囲の掃除を促す事が可能なシステムであることが明らかとなっ

た。アンケート評価の結果からも 1 人でプレイするモードに比べてモチベーションを維持・向上可能であることが明らかとなった。

システムの改善点として毎回の掃除記録を保存できないことがあげられる。日常的に使用するために、毎回の掃除記録を保存し、部屋のどの場所が掃除漏れが多いかなどを提示することでさらなる掃除支援が可能であると考えられる。また、スコアなどのマルチプレイの結果を保存しランキング化することでより長期的な支援を行える可能性がある。マーカの認識については掃除をする人が常にカメラの画角内にマーカを捉える必要があるため煩わしさを感じることもあるため、利用者が意識しなくても追跡可能なマーカ設計とすることやマーカレスとすることで掃除体験が向上すると考えられる。以上にあげられる課題を解決することでより実用的かつ長期的な支援が可能なシステムを目的とし、本システムを発展させていきたい。

**謝辞** 本研究を行うにあたり被験者の方々、協力してくださった全ての方に感謝申し上げます。

## 参考文献

- [1] : サンケイリビング新聞社. お掃除に関するアンケート, <http://ad.sankeiliving.co.jp/wp/wp-content/uploads/2018/08/97d6acb0f4e0849e820b250f2fca5ab2.pdf>. (Accessed on 9/21/2022).
- [2] : リビングくらし HOW 研究所. 掃除についてのアンケート, <https://www.kurashihow.co.jp/wp-content/uploads/2014/03/b34b148e50a3439a23ef15e5d7e892a1.pdf> (2014). (Accessed on 9/21/2022).
- [3] : 株式会社アスマーク. 住環境と掃除に関するアンケート調査, <https://www.asmarq.co.jp/data/mr201807clean/> (2018). (Accessed on 9/20/2022).
- [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」(2014).
- [5] 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, エンタテインメントコンピューティングシンポジウム 2016 論文集, pp. 148-151 (2016).
- [6] : Photon Unity Networking 2. Exit Games., <https://doc-api.photonengine.com/ja-jp/pun/v2/index.html>. (Accessed on 1/14/2022).