



小児医療保育現場のための VR 手洗い教育システムの検討

VR hand washing training system for pediatric care and childcare field

島田祥伍¹⁾, 舟橋健司²⁾, 伊藤健太³⁾, 棚瀬佳見⁴⁾, 岩崎公弥子⁵⁾

1) 名古屋工業大学 (〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町, sima@center.nitech.ac.jp)

2) 名古屋工業大学 (〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町, kenji@nitech.ac.jp)

3) あいち小児保健医療総合センター (〒474-0038 愛知県大府市森岡町 7-426, kenta_itou@sk00106.achmc.pref.aichi.jp)

4) あいち小児保健医療総合センター (〒474-0038 愛知県大府市森岡町 7-426, yoshimi_tanase@mx.achmc.pref.aichi.jp)

5) 金城学院大学 (〒463-8521 名古屋市守山区大森 2-1723, iwazaki@kinjo-u.ac.jp)

概要:

病院や学校などの人が集まる場所では、インフルエンザなどの感染を防ぐために適切な方法で手を洗う必要がある。また、幼児に手の洗い方を適切に教えることは難しい。そこで本研究では幼児や小学生向けの VR 手洗い訓練システムを提案する。このシステムでは HMD を介して手にばい菌のイラストを重畳表示し、また使用者の適切な手洗い動作によりイラストが消滅していく様子を体験させる。このシステムにより幼児は直感的に手の洗い方とその重要性を学ぶことが出来る。提案した VR システムが従来の幼児への手指衛生指導より効果的かどうかを評価する実験を行い、その結果提案したシステムの有効性が示唆された。

キーワード：小児医療、手指衛生、システム開発

1. はじめに

小児医療の分野では子供用のおもちゃを介した接触感染のリスクがあり、これを防ぐことが望まれている。接触感染を予防する最も簡単で効果的な方法は手指衛生であり、インフルエンザなどの流行時期に限らず日常的に日々の手指衛生の意識が必要である。現在行われている小児への手指衛生教育は、正しい手の洗い方のポスターによる教育や、小学校や保育園などで行われる手洗い教室などである。ところで、手指衛生の意識を向上させるための研究として、シミュレーションゲームの開発 [1] や消毒用アルコールボトルへのプロジェクトマッピング [2] などが行われている。しかし、これらの研究は子供を対象にしたものではない。そこで我々は小学生以下の小児向けの VR 手洗い教育システムを提案する [3]。このシステムでは、HMD を介して手に「ばい菌」のイラストを重畳表示する。システム利用者の手を擦るなどの適切なジェスチャーに応じて、重畳表示されたばい菌のイラストが消滅していく様子を体験させる。子供たちが自身の動作によりばい菌を消していく体験を通して、適切な手の洗い方とその重要性を直感的に遊びながら学習することが期待される。使用者の手の姿勢を取得する VR デバイスとしてデータグローブが存在するが、本研究では可搬性と価格面を考慮して、手の姿勢の取得には安価かつ小

型な Leap motion を用いる。しかしながら、Leap motion によるカメラ画像に基づいた手認識では、他方の手で遮られた手を検出することが出来ない場合がある。本研究では、片手が検出されていない場合、その直前の手の姿勢を継続しているものと扱うことで、手が検出できていない場合も両手のジェスチャーの判定を行う。第 2 章では、位置毎のジェスチャーと判定方法について説明する。

2. VR 手洗い教育システム

本研究では手動作の取得に Leap motion を用いて子供が好んで利用できる VR 手洗い教育システムを構築する。ばい菌のイラストの表示位置は医師のアドバイスを参考にし、両手それぞれの掌、指先、指の股、親指、手の甲、手首の計 12 箇所とする。また、指先と指の股に配置するばい菌は実行ごとに乱数を用いて表示位置を変更している。各箇所の手洗い方は一般的な手洗いマニュアルを参考に、表 1 の通りとした [4]。本システムでは手の向きは掌の法線ベクトル、手の握り具合は掌の丸みと一致する球体の半径から求めている。この法線や球の半径、掌の位置を表す座標や各指先、指の股の座標、指の向きなどは Leap Motion より得ることができる [5]。これらのデータを用いて各箇所の洗い方毎に対応するジェスチャーを以下のように定める。ばい菌が表示されている側の手を A、もう一方の手を B とすると、各ジェスチャーの条件は以下の通りである。各箇所を洗う際の手の姿勢を図 1 から図 6 に示す。図中の黒の矢

印は掌の法線もしくは指の向きであり，正規化されたベクトルである．

表 1: 各箇所の手洗い方

| | |
|-----|-------------|
| 掌 | 両手を擦り合わせる |
| 指先 | 他方の掌に擦りつける |
| 指の股 | 両手を組み合わせて擦る |
| 親指 | 他方の掌で握り擦る |
| 手の甲 | 他方の掌で擦る |
| 手首 | 他方の掌で握り擦る |

掌

距離: 両手の掌の距離が閾値以下

手の向き: 両手の掌の法線ベクトルの横向き要素が閾値以上

指先

距離: A の中指の指先と B の掌との距離が閾値以下

手の向き: 両手の掌の法線ベクトルの横向き要素が閾値以上

指の向き: A の中指の向きの横向き要素が閾値以上

指の股

距離: 両手の指の股の距離が閾値以下

手の向き: 両手の掌の法線ベクトルの横向き要素と縦向き要素が閾値以上

親指

距離: A の親指の指先と B の掌との距離が閾値以下

手の向き: A の掌の法線ベクトルの奥行き要素が閾値以上

半径: B と球面で接する球体の半径が閾値以下

手の甲

距離: 両手の掌の距離が閾値以下

手の向き: 両手の掌の法線ベクトルの縦向き要素が閾値以上

手首

距離: A の手首と B の掌との距離が閾値以下

手の向き: 両手の掌の法線ベクトルの縦向き要素が閾値以上

半径: B と球面で接する球体の半径が閾値以下



図 1: 掌を洗うジェスチャー

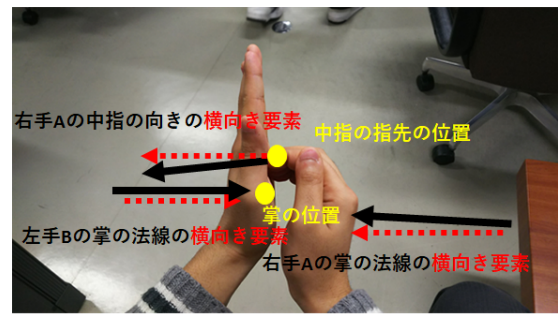


図 2: 指先を洗うジェスチャー

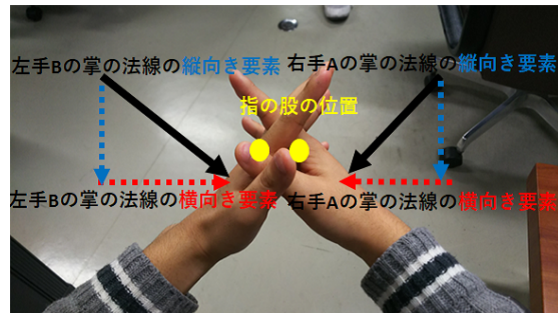


図 3: 指の股を洗うジェスチャー

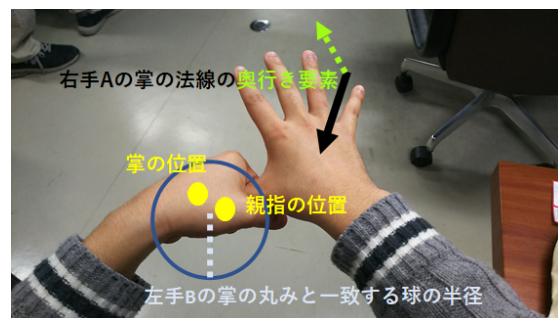


図 4: 指を洗うジェスチャー

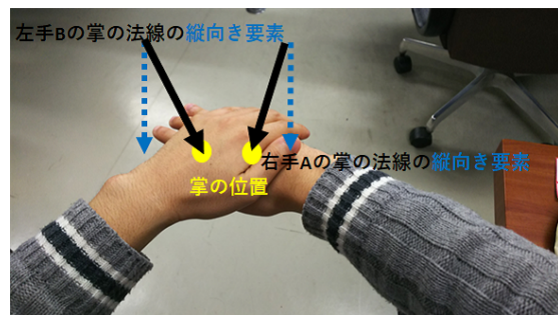


図 5: 手の甲を洗うジェスチャー



図 6: 手首を洗うジェスチャー

本システムでは 12 のばい菌に対して 0 から 4 のダメージ値を表すカウンタを設定する。使用者の手の姿勢が前述のジェスチャーの条件を満たしているかどうかを 1 秒ごとに判定し、満たしている場合にはその箇所のばい菌のカウンタを 1 つ進める。カウンタが 0 もしくは 1 のときにイラストを通常描画する、2 もしくは 3 のときはイラストを半透明描画する、4 のときはイラストを描画しない。しかし、Leap motion では手の重ね合わせなどで手がカメラから映らなくなると、映っていない側の手の認識が不可能になる。また、両手の擦り合わせ動作でも手の認識が不可能となることがある。そこで、手の認識ができなかった場合、その直前の手の位置情報が継続しているものとして扱うことで、手の認識が途絶えた場合でも、定めた条件を満たしているかどうかの判定を行う。

本システムの使用者は小児であるため、システムへ意欲的に取り組んでもらうための工夫が必要である。そこで本研究では小児が使ってみてほしいようにシステムを構成する。Leap Motion で撮影される動画は赤外線カメラを通しての映像なのでグレースケールになり、小児の意欲を削いでしまう。そこで、輝度値をもとに手が映っている部分を推定し肌色に着色する。また背景には洗面台と手洗いを応援するキャラクターのイラストを表示する。他に、小児がシステムをゲームのように遊びながら使えるように、ばい菌にダメージが与えられた場合には効果音を再生し、ばい菌のダメージカウンタの値により色が変わるゲージや、制限時間を表すゲージを表示する。また、システム終了時には手洗い状況の判定結果（与えたダメージの合計）に応じて 3 段階の結果画面を表示する。HMD を通して見えるシステムの実行画面を図 7 に示す。

3. 実験及び考察

提案した VR システムが、従来の小児への手指衛生指導より効果的かどうかを評価する実験を行った。実験システムに使用する HMD は携帯端末を中に入れるタイプのもので、斜視のリスクを失くす為に単眼式のものを使用した。Leap Motion は HMD の先端に取り付け、携帯端末の画面と PC 画面の同期には USB ケーブルにより接続することで携帯端末を PC のサブモニターにできる Twomon USB を用い



図 7: システムの実行画面



図 8: 実験の様子

た。携帯端末を入れた HMD は小児の頭に装着するには重すぎたため、本実験ではスタンドを用いて HMD を固定し、それを小児が覗き込む形で使用した。実験の様子を図 8 に示す。

被験者はあいち小児医療総合センターに入院している 3 歳から 11 歳までの小児 12 人で、そのうち 5 人は従来の手指衛生指導（イラストおよび口頭による指導）、7 人は本システムを利用した手指衛生指導を行った。まず、両方のグループの小児の手に手指衛生指導用の蛍光塗料を塗った状態で、それぞれの指導を行った。指導終了後にブラックライトにより手洗い状況のチェックを行った。しっかりと手が擦れている場合は蛍光塗料が手に広がっているの図 9 のように手が白くなる。擦れていない場合は蛍光塗料が塗れていない部分があるので図 10 の右手の甲のように白くない



図 9: ブラックライトによる手洗いチェック, 良い例



図 10: ブラックライトによる手洗いチェック, 悪い例

部分ができる。掌、指先、指の股、親指、手の甲、手首の6箇所について手を綺麗に洗えているかどうかを衛生士の方に判断してもらった。通常洗い忘れが多いと医師が提示した指の股、親指、手首が洗えている場合は2点とし、他の位置については洗えている場合は1点、また洗えていない場合は0点とする。被験者毎にどれだけ手を洗えているかを9点満点で評価した。

表 2: 従来の手指衛生指導

| 歳 | 7 | 11 | 6 | 3 | 5 | 平均 |
|-----|---|----|---|---|---|-----|
| 性別 | 女 | 男 | 男 | 女 | 男 | |
| 掌 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 指先 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 指の股 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 1.6 |
| 親指 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 1.6 |
| 手の甲 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0.8 |
| 手首 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0.4 |
| 計 | 7 | 7 | 5 | 3 | 8 | 6 |

表 3: 本システムでの手指衛生指導

| 歳 | 11 | 6 | 10 | 6 | 6 | 7 | 11 | 平均 |
|-----|----|---|----|---|---|---|----|------|
| 性別 | 女 | 女 | 女 | 男 | 女 | 男 | 男 | |
| 掌 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 指先 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0.86 |
| 指の股 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 親指 | 2 | 2 | 0 | 2 | 2 | 0 | 2 | 1.43 |
| 手の甲 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0.57 |
| 手首 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0.86 |
| 計 | 6 | 7 | 5 | 9 | 8 | 5 | 7 | 6.7 |

実験の結果を表2と表3に示す。それぞれの平均点を比較すると、本システムを用いた手指衛生指導は従来の手指衛生指導よりも効果が高いと言える。特に医師が洗い忘れやすいと指摘した指の股と手首については従来の手指衛生指導と比べてよく洗えていることがわかる。小児のシステムに取り組んでいるときは、ほとんどの子が興味を示し一瞬懸命になって手を擦る姿が見られた。またプレスリリース発表の後、デモンストレーションイベントを開催した(図11)。5人の外来患者が本システムを使用し、使用した小児とその両親から肯定的な意見が得られた。

4. むすび

小児医療における衛生環境の向上のために、VR技術を用いて手にばい菌のイラストを重畳表示することで、小児に



図 11: デモンストレーションイベントの様子

効率的に手洗い指導を行えるシステムを構築した。今後は外来患者への実用化を目指していきたい。システムを使用したデータを分析し、手が認識できていない場合のより正確な手洗い処理の模索、洗い方の判定方法、子供のためのシステム画面の提示方法を改善し、より多い人数での実験、評価も行っていきたいと考えている。

謝辞 本研究は株式会社 NTT ドコモ東海支社とあいち小児保健医療総合センターとの共同研究の一部であり、研究の機会を与えてくださった NTT ドコモの皆様、あいち小児保健医療総合センターの皆様に深く感謝致します。

参考文献

- [1] M. Vazquez-Vazquez, V. Santana-Lopez and M. Skodova: Hand Hygiene Training through a Serious Game New Ways of Improving Safe Practices, Serious Games and Applications for Health (SeGAH), 2011
- [2] Akinori Kanazawa, Toshiko Asai and Akinori Minazuki: Construction of a MR Space using Projection Mapping to Promote Hand Hygiene, Advanced Applied Informatics (IIAIAI), 59, 2014, pp. 247-252
- [3] Shogo Shimada, Kenji Funahashi, Kenta Ito, Yoshimi Tanase, Kumiko Iwazaki: VR Hand Hygiene Training System That Visualizes Germs to Be Washed and Removed, Proceedings of 2017 IEEE 6th Global Conference on Consumer Electronics (予定).
- [4] サラヤ株式会社ホームページ
<http://family.saraya.com/tearai/index.html>
- [5] Leap motion API ドキュメント
<https://developer.leapmotion.com/documentation/>