



VR 技術を用いた高齢者ケアシミュレータ： 介護者の行動センシング手法の提案

Care Simulator Using VR Technology for Elderly People: Proposal of Behavior Sensing Methods for Care Taker

山崎寛¹⁾, 亀山悟¹⁾, 佐々木実¹⁾, 坂根裕¹⁾

1) 株式会社エクサウィザーズ

(〒105-0013 東京都港区浜松町 1-6-15 VORT 浜松町 I 3F, hiroshi.yamasaki@exwzd.com)

概要：高齢者ケアにおける被介護者を VR 表現することで、介護者のケアに関する動作データを収集するシステムを開発した。介護者の動作データとして、頭・両手・両足・胴体の位置・向き・音声を取得する。カメラ及び画像処理技術を用いた従来手法に比べ、介護者の位置・動作・発話をより正確に取得できることを確認した。

キーワード：VR 応用, 介護, 高齢者ケア, ユマニチュード, 動作データ収集

1. はじめに

日本では、65 歳以上の高齢者人口が 21%を超える超高齢社会に突入しており、介護の担い手となる専門職数の不足が課題とされている[1].

筆者らは、この課題へのアプローチとして、VR 技術を活用し OJT (On-The-Job-Training) に近い体験が得られるケアシミュレータの実現を目指している。ケアシミュレータの目的は、学習効果の高いケースを効率的に体験させ、それぞれのケースにおける学習者の振る舞いから適切なアドバイスを提供し、短期間で成長を促すことである。

本稿では、実践的なケアケースを疑似体験させ、ケアの振る舞いを評価する方法について述べる。また、介護者の動作データを取得するシステムの説明とその効果についても説明する。

2. ケアの振る舞いと動作データの違い

VR でケアの疑似体験を提供しても、その振る舞いが適切かどうか評価できなければ教育に繋がらない。良いケアと悪いケアの定義は曖昧であり、四肢の動作といった粒度ではなく、より抽象的な行動から判断される。つまり、個々のセンサデータから直接判断することは困難と言える。

筆者らは、ケアの振る舞いを評価する基準として、フランスで考案されたユマニチュード[2]を用いる。ユマニチュードでは、介護者と被介護者のコミュニケーションから生まれる関係性を重視しており、そのための見かた、話しかた、触れかたを技術として具体化している。またこの技法

Hiroshi YAMASAKI, Satoru KAMEYAMA, Minoru SASAKI and Yutaka SAKANE

に関して、近年その有効性を科学的に検証する取り組みが進められている[3,4,5].

3. 関連研究・サービスとの比較

VR 技術を、医療や介護領域の教育に利用する取り組みについて、ベッドからの移譲動作を学ぶ介護訓練 VR システム[6]や VR 上で様々な看護体験・看護技術の取得が行える Advanced Patient Simulation for Nursing [7], VR の教育的効果を主張する研究[8]などが存在する。

VR 体験だけでは教育システムとしては完全ではなく、その振る舞いを評価する手段が必要となる。本研究では、その前段階として、被介護者と適切なコミュニケーションをとるという部分に焦点を当て、関係性の構築するための訓練を、VR 空間上で行えるようにする。

4. 実装

4.1 アプリケーション概要

図 1 に今回提案するアプリケーションの概要を示す。図 1 に示すように、介護者は VR 空間を閲覧および発話を記録するためのヘッドマウントディスプレイ (HMD) と、手足体の空間位置をトラッキングするための位置トラッキングセンサーを装着する。図 1 では頭・両手・両足・胴の計 5 箇所の位置を取得する場合の例を示しているが、簡易版として頭・両手の 3 箇所のみをトラッキングしてアプリケーションを使用することもできる。

また、センシングしたデータから判定できる介護動作の例を表 1 に示す。

4.2 デバイス

本研究では、介護現場を再現する VR 環境のためのデバイス選定にあたって、体の様々な部位に取り付けて介護者のポジショントラッキングが可能なものを使用することにした。検討の結果、比較的容易に装着でき、精度の高いポジショントラッキングが可能な、HTC Vive Tracker を利用でき、解像度も現行 VR 機器で最高クラスの HTC Vive Pro(99HANW009-00)を選定した。

図 2 に今回使用したデバイスの写真を、図 3 に実際にデバイスを装着した介護者を示す。介護者は、自身の頭の動きをセンシング、および、VR の視覚として HTC Vive Pro ヘッドマウントディスプレイを装着する。また、両手の動きを取得するため、介護者は HTC Vive Tracker を装着する。追加オプションとして、介護者の胴体、足に追加でセンサーを取り付ければ、体・足の動きもトラッキングすることができる。なお、本研究ではユマニチュードの「見る」「話す」「触れる」に焦点を当てたので、胴・両足のトラッキングは省略した。

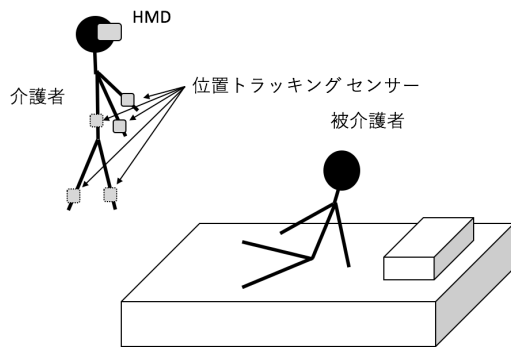


図 1: 介護トレーニングアプリケーションの概要

表 1: センシングによって判定できる介護技術の例

	頭	手	発話
センシング	顔の向き	手の位置、被介護者の体との接触判定	発話タイミング
判定	被介護者に正面から向き合っているか	被介護者に自分を認識させて声をかけて関係を感じてから触れているか	被介護者に自分を認識させてから話しかけているか



図 2: 使用したデバイス



図 3: アプリ使用時の介護者の様子

4.3 センシング

2.1 で述べた頭部・両手に取り付けたセンサーからは位置情報 (x, y, z) 、および、向き情報 $(\theta_x, \theta_y, \theta_z)$ の計 6 自由度 (6DoF) の情報を取得できる。介護者の動きを保存するため、介護者が介護動作を行なっている間の一定時間間隔ごとに、頭・両手の 3箇所 6 自由度、計 18 自由度の情報を取得する。また、被介護者の頭・両手の動き 18 自由度も同様に取得する。また HMD 内臓のマイクから音声を取得できる。

介護動作終了後、取得した介護者・被介護者の動き計 36 自由度の時系列情報および音声をアプリケーションから csv 形式で出力する。

4.4 取得した介護動作データの閲覧

開発したアプリケーションを用い、2.2 で取得した csv データおよび音声データを取り込み、介護動作を VR 空間上に再現することができる。また動作の再生中に停止・巻き戻し・早送りを行うことができ、興味のある動作を中心に確認することができる。

4.5 介護動作中の移動可能範囲

デバイスのセンシング可能範囲の制約により、介護動作時に介護者・被介護者の移動することができる最大の範囲は $3\text{m} \times 4\text{m}$ (約 6.58 畳) である。

4.6 センサーの装着

被介護者の存在有無により以下に述べるように、異なった装置の組み合わせで使用する。

4.6.1 被介護者が現実空間に存在しない場合 (VR 空間上の被介護者に対してケアトレーニングを行う場合)

介護者の顔の位置・向き: HTC Vive ヘッドマウントディスプレイの 6DoF を取得。

介護者の手の位置・向き: Vive Tracker の 6DoF を取得。

被介護者の動き: VR 空間上のアバターの顔・手の位置を取得するため装置は不要。

4.6.2 介護者・被介護者が共に現実空間に存在する場合

顔の位置・向き: Vive Tracker の 6DoF を取得。

両手の位置・向き: Vive Tracker の 6DoF を取得。

被介護者の動きも同様に取得する。

4.7 介護動作の記録・保存

介護動作の記録は Vive Controller のグリップボタンで開始・終了する。介護者の視野は図4のようになっている。動作を保存後、図5のように同アプリケーションで記録した介護動作を閲覧する。



図4：介護者から見たVRアプリケーション画面
背後の数値で介護者・被介護者の位置・距離・向き合っている角度などを知ることができる。



図5：記録した介護者の動きの再生
VR空間上で自由に動き回り、介護者の動作を検証可能

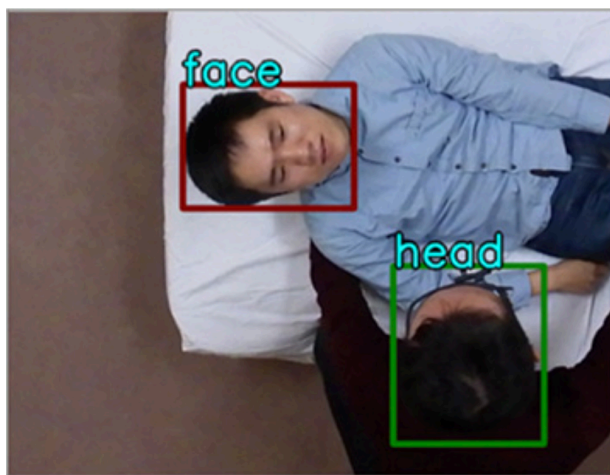


図6：ディープラーニングを利用した介護現場における頭部位置検出

5. アプリケーションの有効性検証

筆者らはテクノロジーを用い、介護指導の効率化を進める取り組みを行っている。取り組んだ事項として、介護現場の把握という観点から、部屋の天井に設置した全天球カメラや介護者に装着したカメラを用いて、介護動作を記録し、解析に取り組んできた。この際、介護者・被介護者の距離を測定するために、図6のように全天球カメラで取得した画像データにディープラーニングを用いた物体位置検出手法を適用し、位置関係を推定した。しかし、画像解析による手法だと、画像から間接的に距離を推定するため、誤検出・位置の誤測定が頻繁に発生し、高精度な測定を行うことが難しい。また天井に設置した全天球カメラだと重力方向の空間関係を取得するのは困難である。ステレオカメラを設置し、重力方向の位置関係を推定することは可能であるが、精度がやはり課題となる。

今回開発したアプリケーションの場合、介護者・被介護者の頭の6DoFを直接センシングすることができるため、従来手法に比べ、高精度な位置関係測定が可能となる。これにより、介護者・被介護者の距離を求め、コミュニケーションに適切な距離であるかを自動で判定、指導が可能となる。

また、介護者が被介護者の視線をしっかりと捉えてコミュニケーションしているかどうかに関しても、従来手法では、全天球カメラや介護者が装着したカメラから得られた画像から、3次元空間上における介護者の頭の向きを推定する必要があり困難であった。本研究では、介護者の頭部の6DoFを取得しているため、介護者の頭部が被介護者の方を向いているかを自動で判定、指導を行うことができる。

これらの比較から、本研究で開発したアプリケーションで介護動作の把握、特に顔・手の位置・向きに関して高精度に情報を保持し、介護動作の指導を行えることができると言える。

今後の展望として、介護者がアプリケーション上で被介護者に接する際に、現実で被介護者が示す介護拒否や無反応といった様々な対応を再現する機能を追加する予定である。様々な状況を事前に訓練することで、実際の介護現場で発生する様々な困難に、より効果的に対応できるようになると考えられる。

6. むすび

本研究では高齢者ケアのトレーニングを効率的に行うためのVRアプリケーションを開発し、介護者の行動をセンシングした。このセンシングしたデータを用いることで、遠隔地からでも熟練介護者のフィードバックを受け取ることができる。また今後機械学習を用いて、自動で介護技法のコーチングを行うといった応用が考えられる。

謝辞 本研究は、総合科学技術・イノベーション会議が主導する革新的研究開発推進プログラム (ImPACT) の一環として実施したものです。

参考文献

- [1] 厚生労働省, 2025 年に向けた介護人材にかかる需給推計 (確定値) について,
<https://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/0000088998.html>
- [2] イヴ ジネスト, ロゼットマレスコッティ, 本田美和子, 辻谷真一郎: *Humanitude*(ユマニチュード)「老いと介護の画期的な書」, トライアリスト東京, 2014.
- [3] 石川 翔吾, 佐々木勇輝, 伊東美緒, 本田美和子, 竹林洋一, 認知症の人のポジティブ感情を引き出すマルチモーダルコミュニケーションの検討, 第 30 回人工知能学会全国大会, 2016.
- [4] 竹林洋一, 本田美和子, Gineste Yves, ユマニチュードの有効性と可能性, 第 29 回人工知能学会全国大会, 2015.
- [5] Atsushi Nakazawa, Yusuke Okino, Miwako Honda, Shogo Ishikawa, Asami Matsumoto, Yoichi Takebayashi, Toyooki Nishida, Evaluation of face-to-face communication skills for people with dementia using a head-mounted system, 3rd International Workshop on Pattern Recognition for Healthcare Analytics, 2016.
- [6] 株式会社スリーディー, 豊橋技術科学大学: 介護訓練 VR システム,
<https://tech.nikkeibp.co.jp/dm/atcl/feature/15/030200065/100500014/?ST=health&P=7>
- [7] Virtual Education Systems: Advanced Patient Simulation for Nursing, <https://www.virtualeducationsystems.com/nursing>, 2018.
- [8] FABRIZIA MANTOVANI, GIANLUCA CASTELNUOVO, ANDREA GAGGIOLI, GIUSEPPE RIVA, Virtual Reality Training for Health-Care Professionals, *CyberPsychology & Behavior*, Vol.6, No 4, pp.389-395, 2003.