



AR/VR 看護シミュレータのための馴染みや自然さを考慮した患者モデルの構成方法

木村仁¹⁾, 小水内俊介¹⁾, コリー紀代¹⁾, 近野敦¹⁾

Hitoshi Kimura, Shunsuke Komizunai, Noriyo Colley and Atsushi Konno

1) 北海道大学 (〒060-0814 札幌市北区北 14 条西 9 丁目)

概要: 看護シミュレータにおいて、患者の模擬は、体験者の意識に影響を及ぼし、体験後のアンケートにおいて頻出項目となる。人間の 3DCG モデルは模型に比べて入手性が良く、AR/VR 系シミュレータ開発のハードルを下げうるが、馴染みのない顔立ちや、微動だにしない振る舞いは、少なからず体験上のストレスとなる。本論文では、性別・年齢・体格を柔軟に設定可能な身体と、実写ベースで馴染みのある顔を結合し、身体の微動により不自然さの低減を企図した、患者モデルの構成方法について説明する。

キーワード: ユーザインタフェース, 対人サービス教育訓練シミュレータ

1. はじめに

在宅医療の浸透に伴い、看護は、医師や看護師だけでなく、家族や看護サービス従事者など、幅広い関係者が当事者となっている。しかし、従来の座学や病棟実習からなる看護教育における限定的な状況やタスクは、看護免許取得後の実務と乖離があり早期離職の一因となっていることが指摘されている [1] [2]。これに対し、シミュレーション教育による多種多様な状況を想定した実態に近い訓練の実現が期待されているが、現在の看護教育で用いられているシミュレータは成人型模擬患者、乳幼児型模擬患者のようにマネキンの体形によって訓練可能なシナリオが限定されており、この需要に応えることは困難である。

効果的な看護教育を支援するため、著者らはこれまで、手技に対する生体反応を呈する看護教育シミュレータを開発・運用してきた [3] [4] [5] [6]。患者モデルは、マネキンへの表情のプロジェクションマッピングや、3DCG モデルの AR/VR による表示など、さまざまな実装形態が試みられたが、馴染みのない顔立ちや、微動だにしない振る舞いなどが、少なからず違和感として意識される [7]。ここでいう馴染みとは、患者モデルの造形が日常的に接する日本人の外観であることであり、対象範囲が広がるアジア人やその他の人種・顔立ちでないことである。また、アバターのリアリティに関する研究 [8] では、リアリティが高いアバターほどユーザーに受け入れられやすく恐怖を感じにいたため、シミュレータ内の患者モデルにはリアリティが高いものが要求されると考える。さらに、この違和感や恐怖の改善・低減とともに、訓練シナリオの充実のために多種多様な患者モデルを用意することが課題となる。患者モデルに期待される特徴を整理すると、広範な年齢・性別・体形、馴染みのある顔、自然な微動、高いリアリティなどが挙げられる。

人型モデルを作成するツールとして用いられているものとして、MakeHuman [9] や、MB-Lab [10] が挙げられる。しかしながら、このようなソフトウェアで作成された人型モデルは、馴染みのある顔立ちを作成しにくい、表情変化のための十分な Rig 付がなされていない、表情の不動性によるリアリティの欠如・不気味さなどの課題があり、これの改善のための調整はシミュレータ開発時に多くの時間を要する。さらに多種多様な患者モデルを作成するにあたり、それぞれの患者モデルに固有の調整が必要となる。多種多様な模擬患者の作成において、あらゆる患者モデルに適応可能なシステムティックな工程を確立することで、シミュレータ開発の効率が向上すると考えられる。

本論文では、著者らの開発してきた AR/VR 看護シミュレータ (図 1) を念頭に、性別・年齢・体格をパラメトリックに設定可能な身体と、リアリティの高い実写ベースで馴染みのある顔を結合し、身体の微動により不自然さの低減を企図した、患者モデルの構成方法について説明する。また、同シミュレータが備える生体反応呈示機能と連携し、看護手技に応じた表情変化が可能であることを示す。

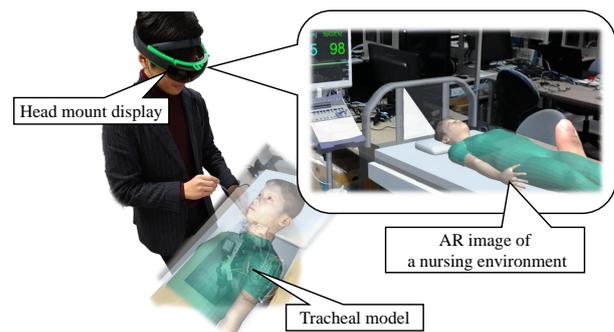


図 1: 3D 患者モデルを用いた AR/VR 看護シミュレータ

2. 患者モデルの構成方法

2.1 パラメトリックな性別・年齢・体形の設定

作成する模擬患者の胴体部分の作成には、MakeHumanを用いた。MakeHuman上でパラメーターを操作し、アジア人男性、筋肉質な人型モデルを作成した。また、この時姿勢を変化させるためのRigも付与する。

作成された人型モデルを、3DモデリングソフトBlenderに読み込み、本論文では別途実写を用いて作成する頭部のメッシュを切り取り、これを本論文で作成する患者モデルの胴体とする。

2.2 実写に基づく馴染みのある頭部の構築

デジタルカメラを用いて、人間頭部の写真を別角度から複数撮影する。これらの画像をBlenderの拡張機能、KeenTools FaceBuilder [11]を用いて読み込み、頭部3Dメッシュを作成する。図2に生成された頭部メッシュを示す。

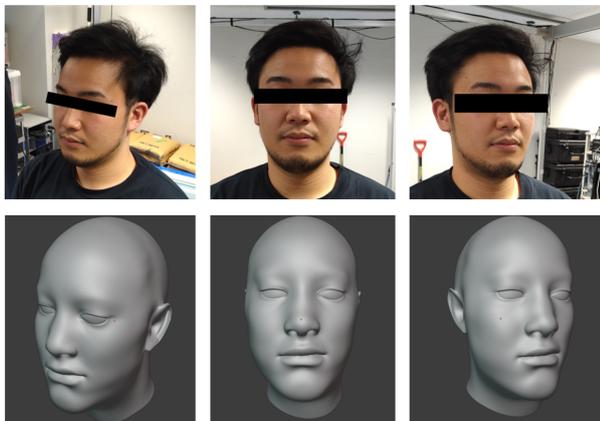


図2: 頭部メッシュ生成のために撮影された画像(上)と生成された頭部3Dメッシュ(下)

2.3 実写に基づく自然な微動の再現

被験者の顔に表情の動きを検出するマーカ(市販のカラーシール)を貼り付け、正面からカメラを固定し、動画を撮影する。動画は10秒程度のもので、撮影中被写体にはわざとらしく顔のパーツを動かすように指示をした。これは、開発中、動画内の顔の動作が生成されたメッシュに反映されていることを確認するためである。撮影された動画をBlenderに読み込み、被写体に張り付けられたマーカを検出し、追跡する。検出されたマーカを上記で生成された頭部メッシュに投影し、投影された位置に3DCGモデルのメッシュ上の可動点であるFaceRigを付与する(図3)。このFaceRigは撮影された動画内のマーカの動きと同期しており、動画内の被験者の顔が動くときにそれに追従する仕様となる。生成されたFaceRigの動きと頭部メッシュの変形をオートウェイト機能を用いて関連付けを行い、動画内の被写体の顔の動きと生成された頭部メッシュの顔のパーツの動きが同期される。本論文では、撮影された動画内の微妙な表情の変化を、模擬患者の表情変化に反映することで、トレーニング中の患者モデルの表情変化が一切ないことに起因する不気味さ[7]の低減を目指している。

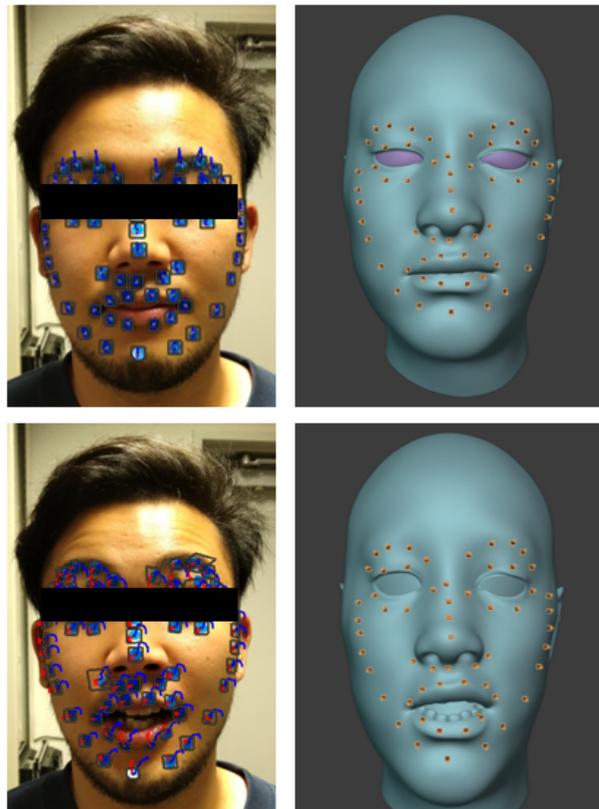


図3: FaceRigのためのマーカの検出(左)と検出後付与されたFaceRig(右)

2.4 各部の結合

作成された胴体部、頭部をBlenderで結合する。結合する際、胴体部と頭部の縮尺を調整し、メッシュの切れ目がわかりにくいようにする。なお、本論文での看護シミュレータでは、患者モデルに服を着せ、布団のメッシュを胴体部を覆うようにかけるため、メッシュの切れ目がユーザーから見られることはない。

3. 手技に応じた表情変化

手技に応じた表情の作成には、Facial Action Coordinate System (FACS) [12]を用いている。FACSは顔のパーツ固有の動きをAction Unit (AU)として定義されており、それぞれのAUに動きの強度を持っている。Fauziらは、FACSを用いた「痛み」、「苦痛」の表現方法について提案しており[4][5]、本論文ではこの実装を参考に表1のようにAUを定義しこれを用いて気管内吸引中に患者が感じる痛みの表現に用いることとしている。

それぞれのAUは0-5の範囲で変動し、0を変化なし、5を最大の表現としている。AU₄₅に関しては、その動きは不連続で、0もしくは1の値をとり、0は目が開いている状態、1が目を閉じている状態としている。AU₄₅はAU₆、AU₇の動きに依存しているため、本論文では、AU₇がピークになっている際にAU₄₅の値を1、目が閉じている状態としている。また、これらのAUの動作は、パラメータ $p \in ([0, 16])$

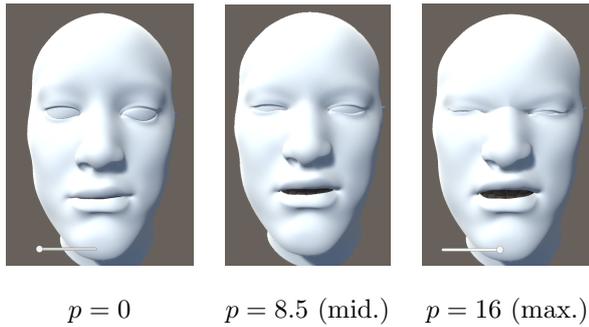


図 4: Pain Intensity による表情変化の結果 (Unity Editor)

表 1: Action Unit と頭部 3DCG 動作

AU	No action	Intense action
4 Brow Lowering		
6 Cheek Raising		
7 Lid Tightening		
9 Nose Wrinkling		
10 Upper Lip Raising		

を入力として、式 (1)(2) を用いて生成されている。

$$AU_i = (p - 1)/3 \quad (i \in 4, 6, 7, 9, 10) \quad (1)$$

$$AU_{45} = \begin{cases} 0 & (AU_7 < 5) \\ 1 & (AU_7 = 5) \end{cases} \quad (2)$$

4. 動作確認

作成されたモデルを 3DCG ゲーム開発エンジン Unity に読み込み、Pain Intensity を変化させた。図 4 に $p = 0, 8.5, 16$ の結果を示す。動画で認識されたマーカの位置に付与された FaceRig と、実写ベースによって生成された頭部 3D メッシュを、オートウェイト機能を用いて重みをつけている。これによって作成された AU による頭部メッシュの変形をアニメーションとして保持しており、保持されたアニメーションは、Unity Editor 上で、パラメータを操作することによって、その動作の程度を表現することができる。このアニメーションは式 (1),(2) によって算出される AU_i の値によって動作する。この変形はシームレスに補完されており、Pain Intensity に応じたスムーズな表現ができる。

図 4 から Pain Intensity を入力とする式 (1)(2) によって、生成された頭部 3D メッシュが苦痛をその程度も含め表現していることが見て取れる。本論文では、気管内吸引手技の模擬患者のリアクションとしての痛みの表現を行ったが、AU の組み合わせによって、様々な表情をパラメータによって生成することができる。

また、生成されたモデルは、FaceRig の付与の際に撮影された動画での被験者の微妙な表情の変化をアニメーションとして常に再生されている。これにより、痛み表現を行っていない際にも常に表情が微動している状態であるため、モデルの不気味さや不自然さが低減されている。

5. まとめ

本論文では、著者らの開発してきた AR/VR 看護シミュレータを念頭に、性別・年齢・体格をパラメトリックに設定可能な身体と、実写ベースで馴染みのある顔を結合し、身体の微動により不自然さの低減を企図した、患者モデルの構成方法について説明した。この方法は、大部分がスクリプト処理により自動化可能であり、多種多様な患者モデルの生成にも寄与する。また、同シミュレータが備える生体反応呈示機能と連携し、看護手技に応じた表情変化が可能であることを示した。

今後は、本論文で提示した手法によって生成された患者モデルを看護トレーニングシミュレータに実装し、表情の微動の効果をユーザーの使用感と比較することで考察していく。

謝辞 本研究は、中谷医工計測技術振興財団新型コロナウイルス感染症対策助成プログラム(助成番号:2020Z041)の支援を受けた。

参考文献

- [1] 内野恵子, 島田涼子: “本邦における新人看護師の離職についての文献研究”, 心身健康科学, vol. 11, no. 1, pp.18-23, 2013.
- [2] 折原みゆき, 奥井彩加, 茂泉いつみ, 櫻井華奈子, 田嶋由香, 山本君子: “新人看護師の離職原因とその対処行動 - 文献調査を通して -”, 東京医科大学看護専門学校紀要, 第 21 巻 1 号, 2011 年 3 月
- [3] Shunsuke Komizunai, Shinji Ninomiya, Atsushi Konno, Satoshi Kanai, Tadayoshi Asaka, Eri Murata, Hiroki Mani, Nozomi Takahashi, Noriyo Colley: “An Interactive Endotracheal Suctioning Simulator which Exhibits Vital Reactions: ESTE-SIM”, International Journal of Automation Technology, vol. 13, no. 4, pp. 490 - 498, 2019.
- [4] Ahmad Ridwan Fauzi, Satoshi Kanai, Hiroaki Date, Shunsuke Komizunai, Atsushi Konno, Noriyo Colley, Shinji Ninomiya: “Synthesizing Dynamic Facial Expressions of the Patient Model with Projection Mapping for the Nurse Training Simulator”, Proc. of 2020 JSPE Spring Meeting, pp. 254 - 255, 2020/3/17 - 19, Tokyo University of Agriculture and Technology Koganei Campus.

- [5] Ahmad Ridwan Fauzi, Satoshi Kanai, Hiroaki Date, Shunsuke Komizunai, Atsushi Konno, Noriyo Colley, Shinji Ninomiya : “Generating facial expressions of pain with projection mapping for the nurse training simulator (1st report) – Effect on the tracheal aspiration time for a patient with cerebral palsy –”, 2019 年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集 No. 3, pp. 860 – 861
- [6] 木村仁, 小水内俊介, コリー紀代, 近野敦 : “触感を伴う拡張現実映像を用いた気管内吸引シミュレータのための気道模型の開発”, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 2020, 2P1 – F09, 2020.
- [7] Angela Tinwell, Mark Grimshaw, Andrew Williams: “Uncanny behaviour in survival horror games.” *Journal of Gaming & Virtual Worlds*, Vol. 2, No. 1, pp. 3 – 25, 1 May 2010
- [8] Ramona Siebert, Nick Taubert, Silvia Spadacenta, Peter W. Dicke, Martin A. Giese, Peter Thier: “A Naturalistic Dynamic Monkey Head Avatar Elicits Species-Typical Reactions and Overcomes the Uncanny Valley”, *eNeuro*, Vol. 7 Issue 4, 8 June 2020
- [9] “MakeHuman Open Source tool for making 3D characters Community”, <http://www.makehumancommunity.org/>, (参照 2021/6/30)
- [10] “MB-Lab Official Website”, <https://mblab.dev/>, (参照 2021/6/30)
- [11] “KeenTools FaceBuilder for Blender”, <https://keentools.io/products/facebuilder-for-blender>, (参照 2021/6/30)
- [12] Ekman, P., Friesen, W. V. : “Measuring Facial Movement” , *Environmental Psychology and Nonverbal Behavior*, pp. 56 – 75. Human Sciences Press. (1976)