



MR 技術を用いた採血訓練シミュレータ開発のための 刺入角度のリアルタイムフィードバック機能の検討

伊藤晶¹⁾, 齋藤正親¹⁾, 菊地由紀子²⁾, 工藤由紀子²⁾, 佐々木真紀子²⁾, 藤原克哉¹⁾, 水戸部一孝¹⁾

1) 秋田大学大学院理工学研究科 (〒 010-8502 秋田県秋田市手形学園町 1 番 1 号, m8021503@s.akita-u.ac.jp)

2) 秋田大学大学院医学系研究科 (〒 010-8543 秋田市本道 1 丁目 1-1)

概要: 本研究では, 看護師養成課程の学生が十分な採血技術を修得でき, 且つ効率よく訓練できる MR 技術を用いた採血シミュレータの実現を目的としている. 本報告では, 手本として看護師養成課程の教員の採血時のシリンジの動きを立体映像として HMD で観察するシステムを構築すると共に, 手本に対する学習者の注射器の角度差をリアルタイムで表示する機能を実装し, その機能が学習者の手技に及ぼす影響を検討した.

キーワード: 教育・訓練, 作業支援・評価, 拡張・複合現実

1. はじめに

看護師養成課程において, 教員数, 演習時間の不足から学生が卒業するまでに十分な採血技術を修得できない問題が報告されている [1]. 従来の採血演習の 1 手法として, 人間の腕を模した器具 (以下, 腕モデルと呼ぶ) 内部の血管を模した管に液体を流し, それを注射器で採取する採血訓練方法があり, 実際に腕モデルに注射器を刺入することにより, 刺入時の感触を疑似体験できる. しかし, 学生が自身の採血手技の良し悪しを採血の成否からしか判断できない点が課題である [2].

本研究は看護師養成課程における採血訓練を IT で支援することを目的としており, 本報告では, MR 技術により採血手技の手本を腕モデルの横に立体映像として浮かび上がらせ, 学生が操作するシリンジと手本との角度差をリアルタイムにフィードバックできる採血訓練シミュレータについて検討する.

2. 採血訓練シミュレータの構築

2.1 シミュレータのシステム構成

図 1 にシミュレータのシステム構成を示す. 本シミュレータは Meta2, PC, Liberty™(Polhemus Co.), 腕モデル (採血・静注シミュレータ “シンジョー II”, 京都科学 Co.) および注射器で構成されている. Meta2 は光学透過型の HMD であり, 視野角は 90°, ディスプレイ解像度は 2560 × 1440 ピクセル, カメラ解像度は 720 p, リフレッシュレートは 72 Hz である. Meta2 と PC は HDMI および USB 3.0 で接続されている. Liberty は Transmitter に対する各 Receiver の位置・姿勢を最大サンプリングレート 240 Hz, 反応速度 3.5 ms で計測できる. 位置精度 (RMS) は 0.76 mm, 角度精度 (RMS) は 0.15°, 位置分解能は 0.0038 mm, 角度分解能は 0.0012° である. 測定範囲は 106 cm, 最大 Receiver 数は 8 個, PC との接続インターフェースは USB 2.0 である. Liberty には Transmitter 1 個と Receiver 2 個が繋がって

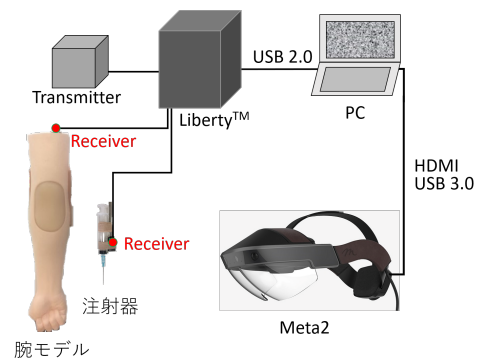


図 1: シミュレータのシステム構成

おり, Receiver は腕モデルおよび注射器に装着されている.

本シミュレータを起動すると, Meta2 を介して手本の注射器の 3D-CG が実空間に重畳して表示される. 学習者は, 手本の注射器に自身の注射器を重ねるように動かすことで模倣訓練できる. また, 手本の注射器の動作は, 看護師養成課程の教員 1 名の採血時の注射器の動作を再現したものである.

2.2 Meta2-Liberty 間の座標変換

本シミュレータは前項で述べたとおりシリンジと腕モデルの位置姿勢の計測に Liberty を用いている. しかし, 本シミュレータに採用している Meta2 は内蔵する SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) によって独自の座標系を持っているため, Liberty で計測したシリンジ等の位置姿勢と Meta2 に描画する 3D-CG の位置姿勢が矛盾しない様に表示するためには, 両者の座標系が一致している必要がある. 本シミュレータでは, 両者の座標系が一致するように, 3D-CG で表現した Transmitter オブジェクトが実空間の Transmitter と重なって見えるように座標変換した. このとき, 採血動作の再生に関係するオブジェクトをすべて Transmitter オブジェクトの子オブジェクトとし,

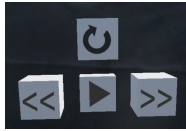


図 2: バーチャル空間に表示されたボタンの外観



図 3: 手本に対する角度差の色の变化表示の例

Transmitter オブジェクトの移動・回転を反映することで一括して座標変換した。

2.3 シミュレータ操作用ユーザインタフェース

シミュレータを操作するためのユーザインタフェースを実装した。図 2 にバーチャル空間に表示されたボタンの外観を示す。同図下段左のボタンに触れると手本の動作を一秒巻き戻すことができ、同図下段中央は手本の動作を一時停止できる。同図下段右は手本の動作を一秒進めることができる。同図上段は手本の動作を最初から再生することができる。ハンドトラッキングによりボタンを操作する機能を実現するため、Meta2 の MetaHands 機能を利用した。また、ボタンが学習者に常に追従し、特定の方向を向くことでいつでも押すことができるように、ボタンと学習者の座標変化を同期している。

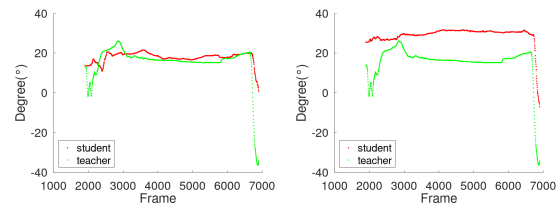
2.4 注射器の刺入角度の差の表示

学習者が手本をどれだけ模倣できているか評価し、フィードバックするために、手本と学習者の注射器の刺入角度の差 θ_d を表示する機能を実装した。本機能によって学習者は手本とのずれをリアルタイムに確認できる。刺入角度 θ の範囲は $-180^\circ \leq \theta \leq 180^\circ$ とし、針が鉛直下方を向いているときの符号を正、鉛直上方を向いているときの符号を負とする。図 3 に手本に対する角度差の色の变化表示の例を示す。同図左は $\theta_d = 0^\circ$ の条件、同図中央は $\theta_d = 5^\circ$ の条件、同図右は $\theta_d = 12^\circ$ の条件を示す。 θ_d が 0° に近づくにつれ数字は緑色に変化し、 0° から離れるほど赤色に変化する。同図では、手本と学習者の注射器の傾きをわかりやすくするため、手本の注射器の位置をずらしている。

3. 角度差表示機能の効果の評価実験

3.1 実験方法

注射器の刺入角度の差を表示する機能が学習者の採血手技に及ぼす影響を評価するために、被験者の注射器の刺入角度を計測し、手本の刺入角度と比較した。被験者はシミュレータで採血を訓練し、1 回の採血動作を 1 試行とする。刺入角度差の表示・非表示で各 10 試行の合計 20 試行訓練した。なお、本実験では安全のため針を取り外した注射器で訓練した。また、被験者は採血訓練の経験のない非医療系の学生である。



(a) θ_d を表示した条件 (b) θ_d を表示しない条件

図 4: 刺入角度差 θ_d の表示・非表示における刺入角度の経時変化

3.2 結果と考察

図 4 に刺入角度差 θ_d の表示・非表示における刺入角度の経時変化を示す。同図 (a) に θ_d を表示した条件、同図 (b) に θ_d を表示しない条件を示す。横軸は時間、縦軸は刺入角度を示す。また、赤色の点線は被験者の注射器の刺入角度の経時変化、緑色の点線は手本の注射器の刺入角度の経時変化を示す。同図より、 θ_d を表示しない条件に比べ、表示する条件の方が手本と被験者の注射器の刺入角度の値が近いことがわかる。刺入角度の表示が採血手技に及ぼす影響を定量的に調べるため、手本と被験者の注射器の刺入角度の変化から相関係数を計算した。その結果、角度差を表示した条件の相関係数は 0.715 となり正の相関が強く、表示しない条件では 0.103 と相関が弱いことが明らかになった。しかしながら、本報告での計測例は 1 人の結果に留まっており、今後、被験者数を増やして、模倣精度に及ぼす刺入角度差の表示効果を検証する。

4. おわりに

本研究では、看護師養成課程の学生の採血訓練支援のため、MR 技術を応用した採血シミュレータを開発した。看護教員の採血手技を 3D-CG で再現し、手本として実空間に重畳して表示する機能を実装した。また、学習者が自身の採血手技の良し悪しを判断する指標として、手本と学習者の注射器の刺入角度の差をリアルタイムに表示する機能を実装した。刺入角度の差をリアルタイムに表示することで、手本の注射器を模倣する助けになることを確認した。

今後は、被験者数を増やして刺入角度差の表示方法および効果について検討することで、学習者が腕モデルに対する注射器の位置姿勢をより効率よく訓練できるようにシミュレータを改良する予定である。

参考文献

- [1] 真島由紀恵：看護技術のスキル学習とノウハウ集約における映像活用，映像情報メディア学会誌，Vol. 66, No. 8, pp. 645–649, 2012.
- [2] 齋藤正親，菊地由紀子，工藤由紀子，佐々木真紀子，水戸部一孝：磁気式モーションキャプチャを用いた静脈血採血手技計測システムの構築，日本バーチャルリアリティ学会論文誌，Vol. 23, No. 1, pp. 27–33, 2018.