

## AR 技術を用いた穿刺トレーニングモデルの提案と試作 Proposal and Prototype of AR-Based Puncture Training Model

鏡山 虹介<sup>†</sup>  
Kosuke Kagamiyama

### 1. はじめに

穿刺は医療行為の中で頻繁に行われる操作であり、穿刺を伴う医療行為として皮下注射、筋肉注射、静脈血採血などがある。多くの医療従事者が行う行為であるが、穿刺スキルの向上は経験則が重要であるとされており、訓練回数を増やす試みが必要である。

一般的に訓練に用いられるトレーニングモデル（以下、物理モデル）は、模擬血管が挿入された穿刺可能なパッドもしくは、それをはめた人工的に作られた腕に対して、血管内に模擬血液が流れており、正しく穿刺されると血液が逆流する仕組みでリアルな穿刺訓練をすることができる。

澤田ら[1]は、物理モデルを用いた穿刺訓練の有用性について述べており、物理モデルは、視覚的、触覚的に血管の走行などを把握することができる。しかし、このモデルは高価であり、消耗頻度も高く、多くの訓練者が十分な回数利用しようとするコスト面が懸念される。また、模擬血液を流すためのポンプを設置する必要があり、十分な設置場所も確保する必要がある。

伊藤ら[2]は、HMD を用いた採血訓練システムを提案している。光学透視型 HMD を装着し手本となる操作を現実空間に重畳して訓練を行うシステムであるが、実際の穿刺では HMD のようなデバイスを頭部に着けることはなく、訓練者にとってストレスになる可能性がある。そこで、本研究ではタブレットを用いた AR(拡張現実)技術を利用したシステムを提案する。

本研究は、医療従事者における穿刺を伴う行為の中でも採血の訓練を支援するためのシステムの開発である。タブレットを用いて腕モデルを穿刺パッドに重畳して表示し、穿刺デバイスを用いてリアルな穿刺トレーニング空間を提供する。

本稿では、新たな穿刺トレーニングモデルを提案する。モデルを構成している拡張現実型腕モデルを表示するアプリケーションの試作および、著者が確認したタブレットを用いて穿刺訓練をする際に生じる課題について記す。

### 2. 提案するシステムの概要

提案するシステムの概念図を図 1 に示す。このシステムは、(I)拡張現実型腕モデル表示するアプリケーション、(II)血管の感触を再現する穿刺パッド、(III)力覚を再現する穿刺デバイスの3つからなる。

前述した通り、本システムはタブレットを用いて穿刺トレーニングを支援するものである。穿刺パッドをタブレットでかざすと仮想の腕モデルが重畳して表示されリアルな穿刺環境を提示する。

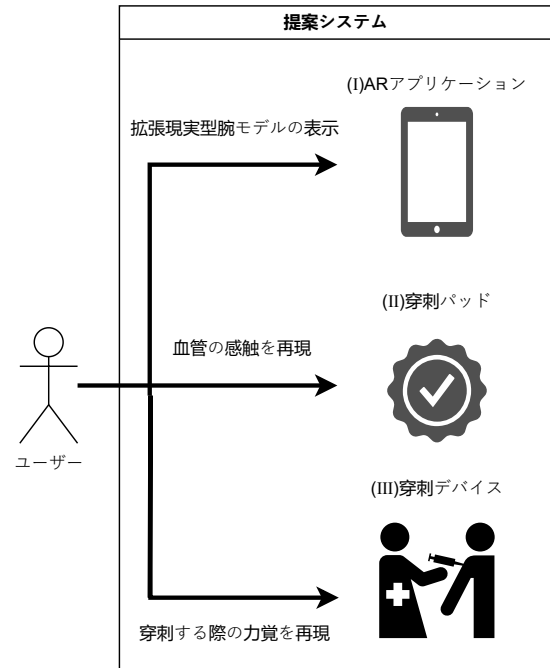


図 1 提案システムの概念図

また、穿刺パッドについては血管の触覚を再現することにより、視覚情報だけでなく触覚情報も提示することで、医療従事者が行う採血可能な血管を探索する訓練を支援する。

菊池ら[3]は模擬患者に対して実際に刺したような感覚を訓練者に伝えることができる力覚再現可能な模擬穿刺針 HNSP の開発を行っており、電磁石を利用することで、手に伝わる微妙な力覚の差を表現することができる。このように穿刺をする際に発生する力覚を再現する穿刺デバイスを開発することで実際に刺さなくてもよい穿刺トレーニングをすることが可能であり、物理モデルの消耗頻度を減らすことができる。

これらの要件を満たして実装することにより、物理モデルを利用していた際に生じるコストを削減することができ、何度でも穿刺できる訓練システムで訓練者の穿刺スキルの向上を支援する。

### 3. 拡張現実型腕モデルの試作

拡張現実型腕モデルを表示するアプリケーションを試作した。開発環境は、AR アプリと血管のモデルを Unity 2022.3.23f1 で開発し、上肢右腕のモデルを Blender3.6 で作成した。また、開発に用いたタブレットの OS は Android 13 である。

このアプリは、腕モデルに備えた血管の濃淡表示と、血管の走行を切り替えることができる。

<sup>†</sup> 鳥取大学大学院医学研究科革新的未来医療創造コース  
Graduate School of Tottori University, Department of  
Medicine, Innovative Future Medical Creation Course

### 3.1 血管の濃淡表示

個人によって血管の見えやすさが異なるため血管の濃淡表示を三段階に切り替えることができるボタンを設置した。これにより訓練者は自身の穿刺に対する習熟度によって難易度を調整することができる。図2に示すように見えやすい血管ほど明瞭になっている。

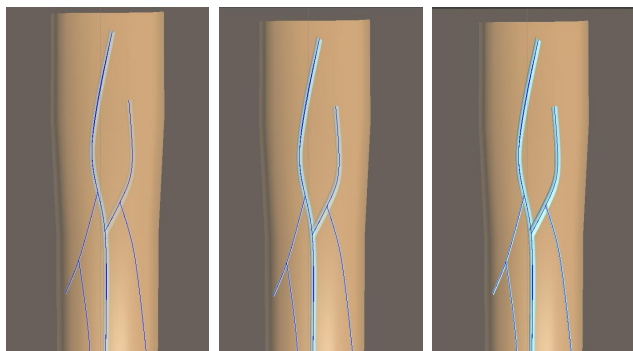


図2 血管の濃淡再現した血管モデル

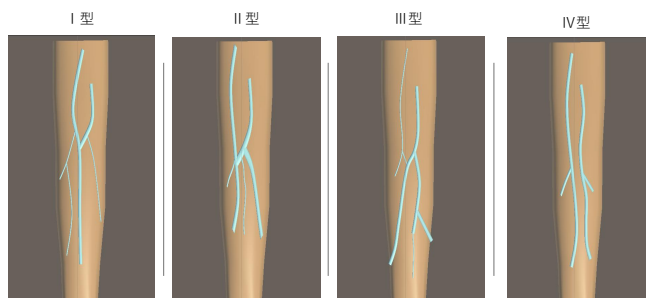


図3 四種類の血管走行を再現した腕モデル

### 3.2 血管の走行切り替え

血管の走行も個人によって大きく異なるため全てを再現することはできない。そこで、標準採血法ガイドライン[4]に基づいて代表的な四種類の型の走行に切り替えることができるボタンを実装した。図3はそれぞれの上肢の皮静脈の走行として再現しており、皮静脈は尺側皮静脈、橈側皮静脈、肘正中皮静脈を再現している。

## 4. 今後の課題と展望

### 4.1 ARアプリの課題

訓練をするにはモデルのリアリティが求められる。本研究で提案するモデルは質感、大きさなどのリアリティが未だ不十分である。また、物理モデルを用いた時と同じように、正しく血管に穿刺されると血液が逆流するような改善も必要である。

一方、多くのタブレットは液晶画面と反対側に付くカメラ(以下、外カメラ)があるが、外カメラがタブレット本体の中心に存在することは少なく、角に配置されていることが多い。つまり、物体を液晶画面の中心に表示されるように配置しても、タブレットの中心を通った液晶画面に垂直な軸(以下、中心軸)とその物体の中心が同一直線上にはないことを意味している。

今回開発に用いたタブレットを使ってこの中心軸からずれている距離を計測した。このタブレットの大きさは、高さ 253.95 mm、幅 165.18 mm である。50mm 四方の画像(以下、マーカー)と液晶画面を平行に且つ、マーカーを液晶画面の中心に表示されるように配置すると、中心軸とマーカーの中心を計測すると約 112mm ずれていた。この距離はタブレットの外カメラの中心からタブレットの中心までの距離に相当するので、このずれた距離はタブレットの大きさと外カメラの位置によって影響を受けることが示唆された。穿刺パッドを配置した際に訓練者がタブレットを介してこの位置把握をしようとする時、このずれによって正しく穿刺することができない可能性がある。従って、この距離が小さいタブレットを用いることや、表示位置を補正するなどを検討しなければならない。

### 4.2 穿刺パッド・デバイスの開発

2章で挙げた要件(II)と要件(III)に関しては今後開発を行う予定である。

穿刺パッドは、血管の感触を再現するだけでなく、拡張現実型腕モデルを重畳した際に表示されている血管の走行と穿刺パッド内に走行する模擬血管が一致することが重要である。

また、穿刺デバイスに関しては力覚再現だけではなく、刺入角度、刺入距離が測定できるような機構を持ち、訓練者に対してフィードバックするようなシステムが望まれる。

## 5. おわりに

本研究では穿刺を伴う医療行為の中でも採血訓練に対して AR 技術を用いて行うことができるシステムを提案する。本論文で述べたアプリケーションは、AR 技術を利用することで血管の走行、濃淡を変えることができ、訓練者に対してさまざまなシチュエーションを備えたリアリティのある腕モデルを表示するものである。今後は腕モデルの修正及び、AR アプリケーションの改善を行うとともに、前述したデバイス等の開発を行い、評価実験を進めていく。

### 参考文献

- [1] 澤田知美, 細野晃, 葛島基子, 若菜美代子, 塚本昭子, 首藤加奈子, 神前昌敏, “地域血液センターの看護師を対象とした教育訓練において採血手技練習用シミュレータ sensitiv®の有用性は高い”, 血液事業, 第39巻, 第1号, 35-41(2016)
- [2] 伊藤晶, 齋藤正親, 菊地由紀子, 工藤由紀子, 佐々木真紀子, 藤原克哉, 水戸部一孝, “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”, 第26回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集(2021)
- [3] 菊地綾乃, 中口俊哉, 田邊政裕, 羽石秀昭, “模擬患者を用いた穿刺訓練システムの開発と評価”, VR医学, 10巻, 1号, pp. 19-26(2012)
- [4] JCCLS 特定非営利活動法人 日本臨床検査標準協議会: 「標準採血法ガイドライン JCCLS Standard Phlebotomy Guideline GP4-A3」, 東京, 学術広告社(2019)