

基礎論文

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齋藤正親^{*1} 菊地由紀子^{*2} 工藤由紀子^{*2}
佐々木真紀子^{*2} 水戸部一孝^{*1}Development of the measurement system for venous blood
sampling technique by using magnetic motion captureMasachika Saito^{*1}, Yukiko Kikuchi^{*2}, Yukiko Kudo^{*2},
Makiko Sasaki^{*2} and Kazutaka Mitobe^{*1}

Abstract – Blood sampling is one of the most difficult skills for beginners because it requires hand dexterity. The problem is that many students cannot acquire the skill sufficiently before graduating nursing course. We aimed to develop a learning support system which can evaluate venous blood sampling technique. However, the measurement method for evaluation has yet to exist. In this paper, we have developed the measurement system for blood sampling technique. Our measurement system could visualize the trajectory of the injection needle tip position and evaluate the blood sampling technique.

Keywords : nursing technique, venous blood sampling, motion capture, learning support system, skill evaluation

1 序論

看護技術教育の現場では、学生数に対する教員数、時間数の不足から、より効率の良い教育方法が求められている。特に、身体侵襲を伴う看護技術を自ら患者に直接提供する経験を学生が得にくくなってきていることから、実習時間の不足を補う効率的な教材やシミュレータの整備が強く求められている [1]。とりわけ看護技術の中でも繊細な手技を必要とする血管への注射針の刺入動作は、皮膚に対する血管の走る深さや、血管の柔軟性が人によって異なるため、看護師の経験に依る部分が大きく、言語化が難しい、初学者にとって習得が困難な技術の一つである。また、厚生労働省による法解釈の変更 [2] がなされて以降、静脈注射は診療補助行為の範疇に含まれ、看護技術教育の一層の強化が求められている [3, 4, 5]。

従来、看護技術教育では、標準的な手技を撮影したビデオ教材、教員によるデモンストレーション、ロールプレイによる演習を通して学習することが多かった。近年は注射等の身体侵襲を伴う看護技術を安全に学ぶため、ビデオ視聴に加えてシミュレータを用いて手技をトレーニングしている教育機関が多いことが報告されている [6]。しかし、前述のように学生一人あたり

の教員数と実習時間の不足を一因として、卒業までに十分な技術を習得できない課題がある [7]。また、学生は自らの手技の良し悪しを採血できたか否かの結果から推測することしかできず、注射針の刺入位置や刺入角度、刺入後の動かし方について、要素別に評価を得ることはできなかった。このような問題に対して、学生自身の手技の動画と教師の手技の動画を並べて比較できる学習支援システム [8, 9] が提案されているが、あくまでも主観的な比較にとどまっており、手技を客観的・定量的に評価するには至っていない。

近年、バーチャルリアリティ (VR) 技術を用いたシミュレータが開発され、医学分野でも教育に活用されている。我々は過去の研究において、AR 技術を用いて生徒の実空間の手に教師のバーチャルな手を重畳して提示する学習支援システムを開発し、琴の演奏技能の学習において学習効率を向上できることを確認しており [10]、本手法を採血手技に応用することで効率の良い学習を支援できると考えた。本研究では、採血手技の定量評価が可能な学習支援システムを開発し、採血の学習に取り入れることで、効率的な学習環境を提供することを最終的な目的とする。しかし、採血手技を定量的に評価するためには、手本となる教師の手技を理解している必要があるが、まだ計測手法すら存在しないのが現状である。教師の手技を調べるためには、採血手技を精度良く計測できる計測システムと、注射針の皮膚への刺入の瞬間等の重要な場面を自動的に判

*1秋田大学大学院理工学研究科

*2秋田大学大学院医学系研究科

*1Graduate School of Engineering Science, Akita University

*2Graduate School of Medicine, Akita University

別できる解析手法が必要となる．そこで本論文では，我々が過去の研究で開発した高速・高分解能な手指用磁気式モーションキャプチャ装置 (Hand-MoCap)[11, 12] をベースに，静脈血採血手技の計測に特化した計測システムを構築するとともに，教師と学生の手技を計測し本システムの妥当性を検証する．

2 静脈血採血手技計測システム

2.1 システム構成

図1に構築した静脈血採血手技計測システムの構成を示す．Hand-MoCapはLiberty(Liberty™16 System, Polhemus)本体，トランスミッタ(TX4, Polhemus)および最大16個のレシーバ(RX1-Dケーブル細線化モデル, Polhemus)から構成されており，LibertyとPCはUSBで接続されている．使用したレシーバは，長さ10.8mm，幅10.8mm，高さ10.8mm，重さ2.8g，ケーブル径2mmである．レシーバ1個あたりトランスミッタからの相対的な位置(x, y, z)および姿勢(yaw, pitch, roll)の6自由度のデータを最大240Hzで計測でき，空間分解能は0.0038mm，角度分解能は0.0012°である．本研究の計測対象である採血手技においては，注射器が手で隠されてカメラの死角に入ることが予想されたため，広く用いられている光学式MoCapではなく，オクルージョンの問題のない磁気式MoCapを採用している．また，光学式MoCapの場合，反射マーカを関節部に装着することが多いが，屈曲伸展に伴う皮膚のたわみにより生じるマーカと指骨との相対的な位置関係のずれが問題となる．本手法では1個のレシーバで位置および姿勢を計測できるため，レシーバを各指骨の中央部に装着することができる．その結果，光学式MoCapと比べ，屈曲伸展に伴う皮膚変形によるずれの影響を低減できている．レシーバは図1の赤丸が示す位置，すなわち親指と人差し指に3個ずつ，中指に2個，および手背側有頭骨付近に1個装着している．但し，中指末節骨および薬指，小指は手技を妨げる恐れがあるためレシーバを装着していない．また，注射針先端部の位置姿勢を計算するため注射器の外筒の手技を妨げない位置に1個，直径1.8mmのマイクロセンサ(Micro Sensor 1.8™, Polhemus)を装着している．さらに採血練習用腕モデル(採血・静注シミュレータ“シンジヨーII”，京都科学)に対する相対的な刺入位置，刺入角度を求めため，腕モデルにも1個レシーバを装着している．

2.2 キャリブレーションデータの計測方法

レシーバに対する指骨や注射器の姿勢を補正するためには，適切な初期姿勢でのキャリブレーションデータが必要となる．本節ではレシーバに対する指骨や注射器の位置姿勢の補正に必要なキャリブレーション

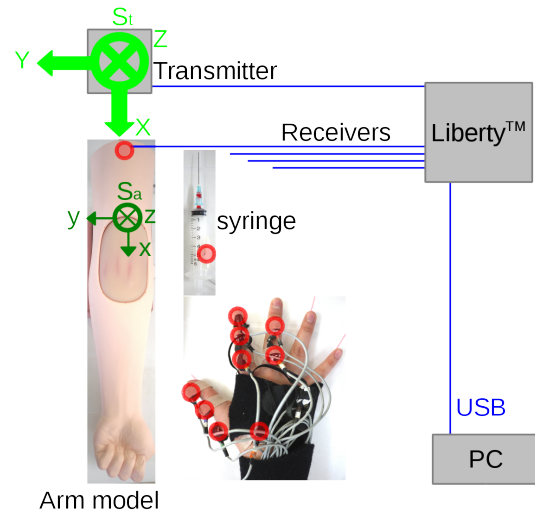


図1 システム構成
Fig. 1 System configuration.

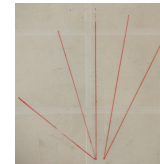


図2 手指の初期姿勢を示す赤線
Fig. 2 Lines on the table for calibration

データの計測方法について述べる．レシーバに対する指骨の姿勢を補正するため，テーブルには予め図2に示す赤線を描いておき，赤線に合わせて手を置いた状態を初期姿勢として計測する．それと同時に，初期姿勢での指先位置を自作のスタイラスで計測した．注射器の姿勢についても同様に，注射器の外筒が中指用の赤線に沿うようにテーブルに置いた状態を初期姿勢とした．なお，トランスミッタに対する赤線の傾きは事前に自作のスタイラスで計測され，ベクトルとして記録されている．スタイラスの先端位置の推定方法については2.3節で述べる．

2.3 スタイラスおよび注射針の先端位置推定方法

注射針の刺入位置を評価するためには注射針の先端位置を知る必要があるが，注射器に装着したレシーバのデータからわかるのはあくまでもレシーバの位置姿勢であり，注射針の先端位置はわからない．そこで，以下に示す方法で注射針先端位置を推定した．

図3にトランスミッタ，注射器に装着したレシーバ，注射針先端位置の関係を示す．注射針先端位置を固定して注射器を動かすと，トランスミッタを原点とする座標系 S_t におけるレシーバの位置 \mathbf{p}_r の軌跡は針先端位置 \mathbf{p}_w を中心とする球面を描く．すなわち \mathbf{p}_r は

$$\|\mathbf{p}_r - \mathbf{p}_w\|^2 = p_l^2 \quad (1)$$

を満たす．これを成分で書き下すと

$$p_{rx}^2 + p_{ry}^2 + p_{rz}^2 + ap_{rx} + bp_{ry} + cp_{rz} + d = 0 \quad (2)$$

となる．ここで

$$\begin{aligned} a &= -2p_{wx} \\ b &= -2p_{wy} \\ c &= -2p_{wz} \\ d &= p_{wx}^2 + p_{wy}^2 + p_{wz}^2 - p_l^2 \end{aligned} \quad (3)$$

とおいた．(2)式を行列で書くと

$$\begin{bmatrix} p_{rx} & p_{ry} & p_{rz} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \\ d \end{bmatrix} = - \begin{bmatrix} p_{rx}^2 + p_{ry}^2 + p_{rz}^2 \end{bmatrix} \quad (4)$$

と書ける．上式は全 n フレームのデータで成り立つから、

$$\begin{bmatrix} p_{rx}^1 & p_{ry}^1 & p_{rz}^1 & 1 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ p_{rx}^k & p_{ry}^k & p_{rz}^k & 1 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ p_{rx}^n & p_{ry}^n & p_{rz}^n & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \\ d \end{bmatrix} = - \begin{bmatrix} p_{rx}^1^2 + p_{ry}^1^2 + p_{rz}^1^2 \\ \vdots \\ p_{rx}^k^2 + p_{ry}^k^2 + p_{rz}^k^2 \\ \vdots \\ p_{rx}^n^2 + p_{ry}^n^2 + p_{rz}^n^2 \end{bmatrix} \quad (5)$$

と書ける．ここで上付き添字はフレーム番号を表す．(5)式の左辺の $n \times 4$ 行列を特異値分解することで一般化逆行列が求まり、最小二乗解が得られることが知られている [13]．得られた最小二乗解 a, b, c から (3)式により針先端位置 p_w が求まる．注射器に装着したレシーバを原点とする座標系 S_r における針先端位置 p_l の S_t への座標変換は

$$p_w^k = R^k p_l + p_r^k \quad (6)$$

で与えられる．ここで $R^k \in SO(3)$ であり、レシーバの姿勢を表す．したがって p_l は

$$p_l = R^{k-1} p_w^k - R^{k-1} p_r^k \quad (7)$$

と求まる．よって (6) 式により任意のフレームにおける p_w^k が求まる．図4に針先端位置を固定した状態でのレシーバの軌跡と (6) 式により求めた針先端位置の軌跡を示す．赤で示すレシーバの軌跡が球面の一部を描いており、緑で示す針先端の軌跡が標準偏差 0.3mm で1点に収束している．本手法により適切に針先端位置が推定されたことがわかる．スタイラスについても同様に推定した．

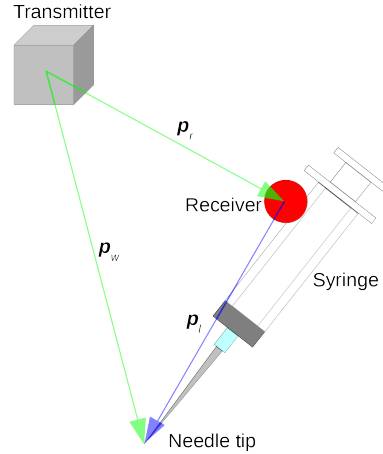


図3 トランスミッタ、注射器に装着したレシーバおよび針先端位置の関係
Fig.3 The relationship among transmitter, the receiver on syringe and needle tip.

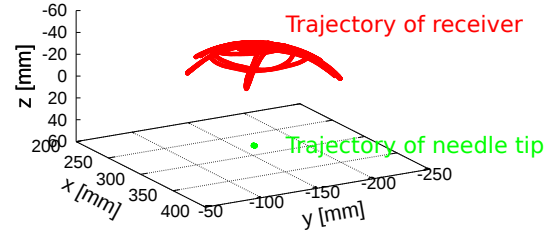


図4 針先端部を固定した状態で注射器を動かした時のレシーバと針先端位置の軌跡
Fig.4 The trajectory of the receiver on syringe and needle tip in condition of moving syringe with fixing the needle tip to the same position.

2.4 腕モデル座標系

本論文で計測されるレシーバの位置姿勢は S_t で表されている．腕に対する注射針の刺入位置および刺入角度を求めるため、図1に示す腕モデル座標系 S_a に変換する．本節では S_t から S_a への変換方法について述べる．

まず、採血に使用する腕モデルの中央付近を通る2本の血管の上の皮膚を注射針の先端でなぞり、その軌跡を2.3節で推定した針先端位置から求める．求めた軌跡を通る平面 P_a を最小二乗法により求め、その法線ベクトルを S_a の z 軸とする．図1に示すように注射パッドと腕モデル境界付近を S_a の原点とし、 P_a 上の原点から腕モデルの手指方向を x 軸とする．求めた z 軸、 x 軸から S_a が右手系となるように y 軸を決めた．

S_a から S_t への座標変換は

$$p_r^k = R_a p_r^{k'} + p_a \quad (8)$$

で与えられる．ここで R_a は S_a の S_t に対する姿勢を

表し、 $\mathbf{p}_r^{k'}$ は第 k フレームの S_a 上のレーザーの位置、 \mathbf{p}_a は S_t における S_a の原点である。よって $\mathbf{p}_r^{k'}$ は

$$\mathbf{p}_r^{k'} = \mathbf{R}_a^{-1} \mathbf{p}_r^k - \mathbf{R}_a^{-1} \mathbf{p}_a \quad (9)$$

で求まる。上で求めた S_a の正規直交基底を $\mathbf{e}_{ax}, \mathbf{e}_{ay}, \mathbf{e}_{az}$ とすると $\mathbf{R}_a = [\mathbf{e}_{ax} \ \mathbf{e}_{ay} \ \mathbf{e}_{az}]$ であり、 S_a 上のレーザーの姿勢 $\mathbf{R}^{k'}$ は

$$\mathbf{R}^{k'} = \mathbf{R}_a^{-1} \mathbf{R}^k \quad (10)$$

で得られる。以上より、計測データを S_t から S_a に座標変換し、腕モデルおよび血管に対する注射針の3次元的位置姿勢を解析できる。

3 検証実験

3.1 実験方法

構築したシステムの妥当性を検証するために採血手技を計測した。被験者は看護教員10名、看護学を専攻する学生10名の計20名とし、1人あたり10回計測した。看護教員の看護師実務経験年数は3年から11年であり、平均6.1年であった。教員経験年数は1.5年から26年であり、平均12.3年であった。学生は全員看護系4年制大学の2年生であり、基礎看護技術の講義を60時間、演習を90時間履修済みである。そのうち採血に関する講義は2時間、演習は3時間である。モデルを使用した採血は2回目であり、人を対象とした採血は経験がない学生であった。被験者は全員女性であり、利き手は右である。図5に計測風景を示す。腕モデルはトランスミッタの x 軸に平行に設置され、モデル背面から伸びる血管を模したチューブは循環ポンプに繋がっている。チューブの外径は5mm、内径は3mmである。被験者は腕モデルの前に立ち採血する。各被験者はモデル中央付近を通る2本の血管のうち、どちらか一方を選択し、同一の血管から10回採血した。被験者は計測前に Hand-MoCap を装着した状態で採血を練習し、被験者本人が装着した状態に十分慣れたと感じた後に手技を計測した。

実験で得られた結果に対して有意水準1%で統計解析を実施し、独立2群の差の検定には t 検定を、相関関係の検定にはピアソンの相関係数の検定 [14] を用いた。なお、統計解析には LibreOffice Calc を使用した。

3.2 結果および考察

図6に腕モデル座標系 S_a で見た看護教員の採血時の針先端位置の軌跡の一例を示す。2.3節で述べた方法で推定した針先端位置の軌跡が描かれており、赤線は皮膚(注射パッド)表面から注射針を刺入し採血後に抜針するまでの期間、つまり皮膚内での軌跡を表し、緑線は皮膚外での軌跡を表す。同図から通常は視認できない刺入後の針先端の動きがわかる。同図上部の腕

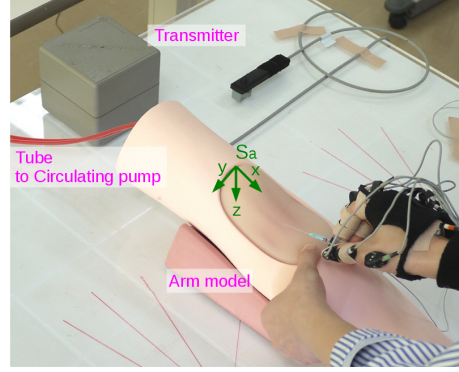


図5 計測風景
Fig. 5 Experimental scene.

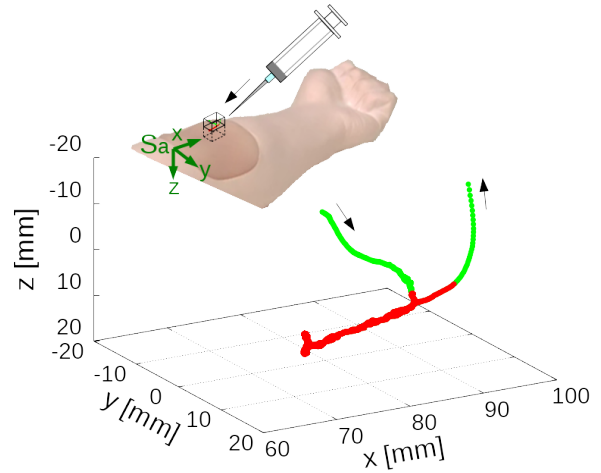


図6 腕モデル座標系における針先端位置の軌跡
Fig. 6 The trajectory of needle tip position in arm model coordinate system.

モデルは、グラフ化した領域を示し、矢印は刺入から抜針までの針先端部の進行方向を示す。刺入直前に手前に引き、刺入後は15mm前進し、停止後採血している様子を確認できる。その際2mm上下動していることが見て取れる。また、抜針する際、後方(手前)に真っ直ぐに引き抜いている様子を確認できる。

図7に同じく S_a で見た針先端部の位置姿勢の経時変化を示す。横軸は時間を、縦軸はそれぞれ $x, y, z, yaw, pitch, roll$ 成分を示す。ここで、 yaw は z 軸回りの、 $pitch$ は y 軸回りの、 $roll$ は x 軸回りの回転を表す。 S_a で表現しているため $z = 0$ は皮膚の表面を表していることになる。計測開始後、11.2秒に刺入し、 x 成分より13.7秒に停止していることがわかる。 $x, y, yaw, roll$ 成分に変動がない部分は血液を採取している部分であり、押し子を引く過程で z 成分と $pitch$ 成分がわずかに変化している様子を確認できる。ここから血液の採取に要した時間(固定時間)が10.4秒であることがわかる。

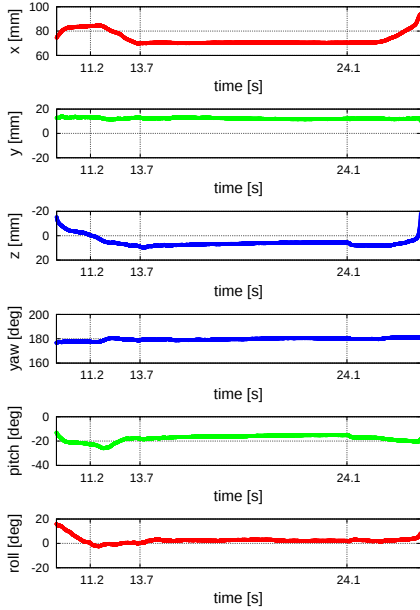


図7 腕モデル座標系における針先端部の位置姿勢の経時変化

Fig. 7 The position of needle tip and the orientation of syringe in arm model coordinate system during measurement.

図8に刺入時前後における S_a での針先端部の z 成分とpitch成分の経時変化を示す。横軸は時間を、第1縦軸は針先端位置の z 座標を、第2縦軸は注射器のpitch角を表している。同図より皮膚表面に対する刺入角度は -22.8° であることがわかる。皮膚刺入後はさらに角度を減少させながら針を進め、血管内に到達した後、血管に平行に針を進めていることがわかる。

図9に教員と学生の採血成功率を示す。横軸は教員と学生の別を、縦軸は採血成功率を表す。t検定を実施した結果、採血成功率は $p = 0.005 < 0.01$ で学生よりも教員が有意に高いことがわかる。

図10に各被験者の刺入角度のばらつきと採血成功率の関係を示す。横軸は各被験者毎の刺入角度の標準偏差を、縦軸は採血成功率を表している。ピアソンの相関係数の検定により、 $p = 0.003 < 0.01$ で有意に負の相関関係が認められる。すなわち、刺入角度のばらつきが小さい被験者ほど採血成功率が高く、刺入角度のばらつきが大きくなると採血成功率が下がる傾向があることがわかる。

図11に皮膚に刺入してから血管中で停止するまでの間に注射針の速度の z 成分 v_z が $v_z = 0$ の軸と交差する回数を示す。横軸は教員と学生の別を、縦軸は v_z が $v_z = 0$ の軸と交差した回数を表す。t検定の結果、 $p = 0.008 < 0.01$ で学生よりも教員が有意に交差する回数が少ないことがわかる。 v_z が $v_z = 0$ の軸と交差した回数は、言い換えれば針の進行方向が上下方向に

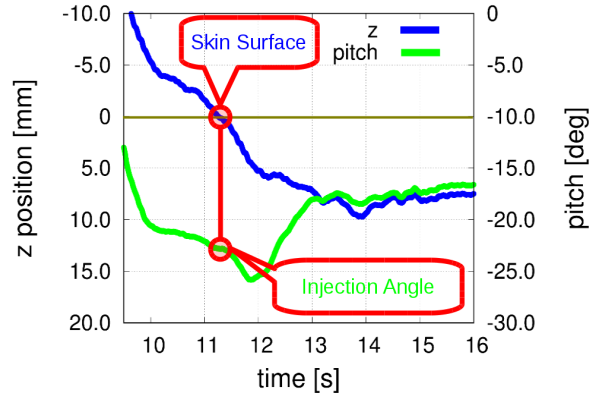


図8 腕モデル座標系における針先端部の z 成分とpitch角の経時変化

Fig. 8 The z component of the needle tip position and pitch component of syringe orientation in arm model coordinate system during measurement.

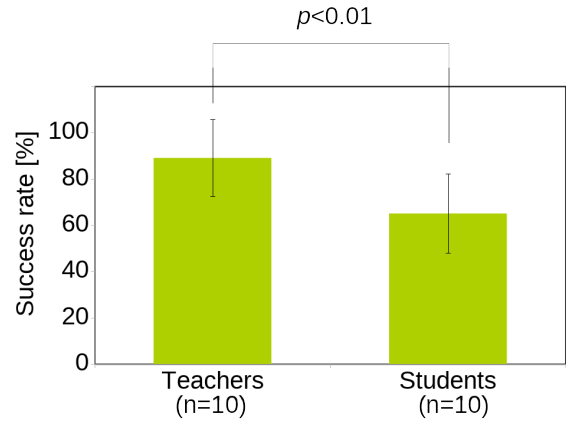


図9 教員と学生との採血成功率の比較
Fig. 9 Comparison of blood sampling success rate between teachers and students.

変化した回数であり、少ないほど刺入動作が滑らかであり、多いほど探りながら刺入している。教員は、血管の深さを経験的に体得しており、滑らかに刺入できるが、学生は経験がないために血管の深さがわからず、文字通り手探りで血管を探しながら刺入しているために、針の進行方向の変化が多くなったと考える。このため、交差回数は刺入時の採血手技の評価パラメータの一つとして有効であると考えられる。

本システムの血管を模したチューブの内径が3mmであることから、血管の中心に刺入した場合、針先端位置の推定精度が1.5mm以下であれば血管内に針があることを判別できる。本論文の針先端位置推定方法による推定精度は0.3mmであり、十分な推定精度であると考えられる。また、本推定方法は注射器全体を剛体として扱っているため、針のしなりを考慮していない。そのため針の進行方向とは異なる方向に力を加えるこ

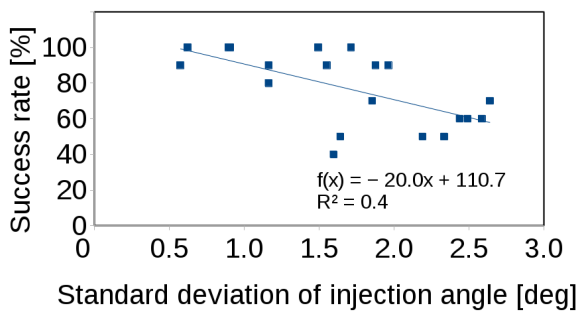


図 10 各被験者の刺入角度のばらつきと採血成功率の関係

Fig. 10 Relationship between variations in injection angle of each subject and blood sampling success rate.

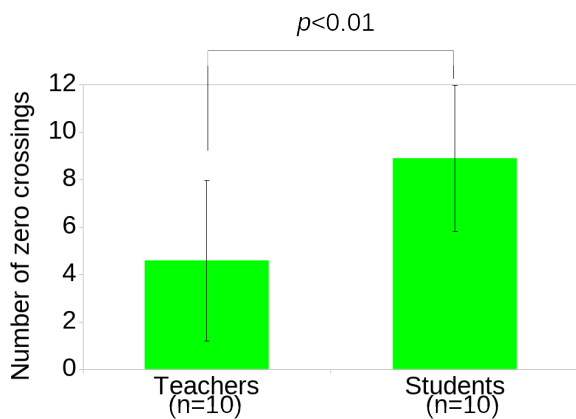


図 11 教員と学生の刺入中の注射針の速度の z 成分が $v_z = 0$ の軸と交差する回数の比較

Fig. 11 Comparison between teachers and students on the number of times that z component of the velocity of injecting needle crosses the axis of $v_z = 0$.

とによって針がしなり、針先端の推定した軌跡と実際の軌跡にずれが生じる可能性がある。計測時に撮影したビデオ映像の観察から、皮膚への刺入時に z 軸方向に押し付けることで針がしなり、先端位置がずれることを確認した。そのため、今後しなりの影響を考慮した補正方法を検討する必要がある。

なお、本研究で用いた腕モデルの血管を模擬するチューブはすべて同じ材質であり、血管の柔軟性の個人差に対応できていないが、チューブの硬さを変えたモデルを用意することで個人差を表現できると考えている。

4 結論

本論文では、採血手技の定量評価が可能な学習支援システムに必要な、静脈血採血手技計測システム

を構築した。レーザーの位置姿勢データから注射器の針先端位置を推定する手法を考案し、任意の瞬間の針先端位置を推定可能であることを示した。これによって、一連の動作中の針先端位置の軌跡が得られ、血管内での針の動きを推定可能であることを示した。さらに、座標系をトランスミッタを原点とする座標系 S_t から腕モデル座標系 S_a に変換する手法を考案した。これにより、皮膚の表面に対する注射針の先端位置と注射器の姿勢を算出可能とした。さらに、皮膚への刺入の瞬間を特定可能としたことで、皮膚への刺入角度を推定可能とした。また、本システムの妥当性を検証するために、構築したシステムを用いて教員 10 名、学生 10 名の採血手技を計測した。その結果、採血中の針先端位置の軌跡を可視化でき、採血成功率が高い被験者ほど刺入角度のばらつきが小さい傾向があることを示した。さらに、刺入時に針の進行方向が変化する回数が教員は学生よりも有意に少なく、手技の熟練度の評価に有用である可能性を示した。

本研究の最終目的である学習支援システムの実現には、本論文で構築した計測システムと解析手法に加えて、計測した学生の手技と教員の手技の差異を定量的に評価する必要がある、評価手法の構築が課題として残っている。今後は課題解決のため、計測した教員と学生の手技のデータから、採血手技の特徴を抽出し、手技の熟練度の評価パラメータを探る予定である。

謝辞

本研究の一部は科学研究費補助金(課題番号 16H00384)および高橋産業経済研究財団助成金の支援により行われた。

参考文献

- [1] 厚生労働省: 看護基礎教育の充実に関する検討会報告書, <http://www.mhlw.go.jp/shingi/2007/04/dl/s0420-13.pdf>, (2007).
- [2] 看護師等による静脈注射の実施について; 厚生労働省医政局長通知, 医政発第 0930002 号, (2002).
- [3] 社団法人日本看護協会: 静脈注射の実施に関する指針, (2003).
- [4] 厚生労働省: 看護基礎教育のあり方に関する懇談会論点整理, <http://www.mhlw.go.jp/shingi/2008/07/s0731-8.html>, (2008).
- [5] 厚生労働省: 看護の質の向上と確保に関する検討会中間とりまとめ, <http://www.mhlw.go.jp/shingi/2009/03/s0317-6.html>, (2009).
- [6] 大津廣子, 佐藤美紀, 滝内隆子, 足立みゆき: 学内実習における教員の基礎看護技術の実施状況と指導方法; 愛知県立大学看護学部紀要, Vol.19, pp.31-40, (2013).
- [7] 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).
- [8] 真島由紀恵, 迫田真幸, 前川泰子, 曾我真人: 自己学習支援システムデザインと初学者の看護スキル習得状況; 電子情報通信学会技術研究報告. ET, 教育工学

- 111(39), pp.65-70, (2011).
- [9] Yukie Majima, Yasuko Maekawa, Masato Soga: Learning Support System Reproducing Finger Movements in Practicing Nursing Techniques; Nurs Inform. 2012; 2012: 278, (2012).
- [10] K. Mitobe, M. Tomioka, M. Saito, M. Suzuki: Development of a Ubiquitous Learning System for Dexterous Hand Operation; IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality 2012, Science and Technology Proceedings, pp.299-300, 5 - 8 November 2012, Atlanta, Georgia, (2012).
- [11] K. Mitobe, T. Kaiga, T. Yukawa, T. Miura, H. Tamamoto, A. Rodgers and N. Yoshimura: Development of a Motion Capture System for a Hand Using a Magnetic Three Dimensional Position Sensor; Proceedings of ACM SIGGRAPH 2006, Article No.102, (2006).
- [12] K. Mitobe, J. Sato, T. Kaiga, T. Yukawa, T. Miura, H. Tamamoto and N. Yoshimura: Development of a High Precision Hand Motion Capture System and an Auto Calibration Method for a Hand Skeleton Model; Proceedings of ACM SIGGRAPH 2007, Article No.159, (2007).
- [13] William H. Press, Saul A. Teukolsky, William T. Vetterling and Brian P. Flannery: NUMERICAL RECIPES The art of Scientific Computing Third Edition, Cambridge University Press, (2007).
- [14] 奥村晴彦: Wonderful R 1 R で楽しむ統計; 共立出版, (2016).

(2017年9月14日受付)

[著者紹介]

齋藤 正親 (正会員)



2005年東北学院大学工学部応用物理学科卒業。2007年茨城大学大学院理工学研究科博士前期課程数理学専攻修了。同年秋田大学工学資源学部技術職員。現在に至る。バーチャルリアリティ、手指動作解析に関する研究に従事。電気学会、日本バーチャルリアリティ学会会員。

菊地 由紀子



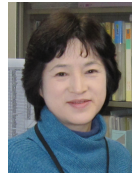
2017年秋田大学大学院医学系研究科保健学専攻博士後期課程修了。2009年より秋田大学大学院医学系研究科保健学専攻助教。現在に至る。博士(保健学)。看護技術、看護職の健康管理に関する研究に従事。所属学会:日本看護科学学会、日本看護研究学会、日本看護学教育学会、日本産業衛生学会等。

工藤 由紀子



2004年岩手県立大学大学院看護学研究科博士前期課程修了。2000年秋田大学医療技術短期大学部(現秋田大学医学部保健学科)助手。2007年秋田大学大学院医学系研究科保健学専攻助教。現在に至る。看護教育の方法、看護技術の効果に関する研究に従事。日本看護学教育学会、日本看護技術学会等会員。

佐々木 真紀子



2008年3月秋田大学大学院医学研究科社会医学系専攻修了(博士:医学)。2002年より秋田大学医学部保健学科勤務(助教授)、2004年より同大学教授、2007年より秋田大学大学院医学系研究科保健学専攻(教授)、現在に至る。所属学会:日本看護科学学会、日本看護学教育学会、日本看護研究学会(評議員)、日本看護診断学会(評議員)、日本産業衛生学会など。主な研究分野:看護技術、看護師の健康管理に関する研究。

水戸部 一孝 (正会員)



1996年北海道大学大学院工学研究科生体工学専攻博士課程修了。同年秋田大学鉱山学部電気電子工学科助手、1998年同講師、2008年同准教授、2013年同教授、現在に至る。2002~2003年米国マサチューセッツ工科大学訪問研究員。博士(工学)。高齢者のヒューマンファクタ、医用生体工学の研究に従事。電気学会、電子情報通信学会、日本生体医工学会、日本バーチャルリアリティ学会、日本交通科学学会、IEEE等会員。