

カテーテル挿入解析による技術評価システムの提案

志賀俊佑[†] 澤野弘明[†] 松河剛司[†] 佐久間佐織[‡] 石井成郎^{††} 鈴木裕利^{‡‡}
[†]愛知工業大学 [‡]聖隷クリストファー大学 ^{††}愛知きわみ看護短期大学 ^{‡‡}中部大学

1 はじめに

医療行為の一つであるカテーテル挿入は、患者への薬液の注入や体液の排出のために実施される。カテーテル挿入時に、カテーテルと体内の摩擦により粘膜を損傷させる場合があるため、可能な限り摩擦を減らした挿入が望ましい。医療行為が可能な医者や看護師は、教育用の人形で挿入訓練を実施しているが、摩擦が生じにくいカテーテル挿入技術を習得するには、生身の患者の意見以外では、先輩医師などの経験則からの伝聞手段に限定される。また、生身の患者に対して繰り返し訓練を行うことは患者に負担をかける。繰り返し訓練を行うことが可能な、ペン型の力覚デバイスを用いたカテーテル挿入シミュレーションシステム [1] を Mudura らは提案している。このシステムでは、デバイス形状の都合上、挿入動作がカテーテルを挿入する動作とは異なるため訓練には不十分であると考えられる。

筆者らは CT データから作成した人形に対する、カテーテルの挿入動作を解析する技術評価実験を、看護師と情報系の学生を対象に行っている [2]。文献 [2] の実験結果では、看護師の挿入時間が短く、カテーテルの移動量が少ないことが確認されている。また、実験に参加した看護師により、乱暴なカテーテル挿入は、患者にとって負担になるという意見が得られた。そこで、本研究では、カテーテルの形状変化を解析して、乱暴な挿入動作を推定するためのカテーテル挿入評価手法を提案する。本稿では挿入動作によるカテーテルの形状変化を用いて技術評価をし、結果に対して考察する。

2 挿入動作の評価手法

文献 [2] の実験において、学習者が強くカテーテルを挿入した場合、鼻孔付近でカテーテルの形状変化が顕著に現れた。看護師の挿入ではカテーテルの形状変化が小さく、学生の場合は形状変化が大きい傾向があっ

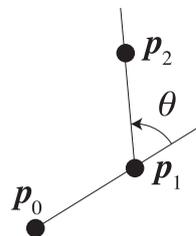


図 1: 3 点のなす角
 p_0 : 鼻孔

た。本節では、挿入動作によるカテーテルの形状変化を客観的に技術評価する手法について述べる。

まず、図 2 のように学習者が人形に対して、マーカが等間隔で付与されたカテーテルを挿入し、その様子をカメラで撮影する。ここで実験には図 3 に示す、人間の CT データを基に 3D プリンタで印刷した人形を用いる。つぎに、撮影された映像の 1 フレームに対して、マーカの色情報で二値化する。二値画像に対してラベリング処理を施し、ラベリング領域の重心座標を取得する。重心座標の取得例を図 4 に示す。

重心座標に基づいてカテーテルの形状を推定する。強引なカテーテル挿入の場合、カテーテルの形状が直線から曲線に変形する。この形状変化を取得するために、鼻孔と鼻孔に近い 2 点のマーカ重心座標からなる外角に着目する。図 1 のように鼻孔と重心座標を p_i ($0 \leq i \leq 2$) と定義する。隣り合うベクトル $\mathbf{a}_{i,i+1} = (\mathbf{p}_{i+1} - \mathbf{p}_i)$ から、3 点がなす角 θ は次式で求められる。

$$\theta = \arccos \left(\frac{\mathbf{a}_1 \cdot \mathbf{a}_0}{|\mathbf{a}_1| |\mathbf{a}_0|} \right) \quad (1)$$

ここで \arccos は \cos の逆関数、 \cdot は内積を示す。 θ のみでは凸包の向きを考慮できないため、 \mathbf{a}_0 と \mathbf{a}_1 の外積を求め、正負の符号の判定を行い、角度の値域を $[-180:180]$ degree とする。

3 実験と考察

情報系の学生 3 名と看護師 2 名に対して挿入動作によるカテーテルの形状変化を測定した。外角の推移の実験結果を図 5 に示す。図 5 のグラフより、看護師 2 名と学生 1 は外角が負でかつ値が小さい特徴を持ち、学生 2, 3 の 2 名は外角が負の範囲で大きいことが確認さ

A Proposal on a Technique Evaluation System with Catheter Insertion Analysis.

[†]Shunsuke Shiga [†]Hiroaki Sawano [†]Tsuyoshi Matsukawa
 Aichi Institute of Technology

[‡]Saori Sakuma
 Seirei Christopher University

^{‡‡}Norio Ishii
 Aichi Kiyami College of Nursing

^{†††}Yuri Suzuki
 Chubu University

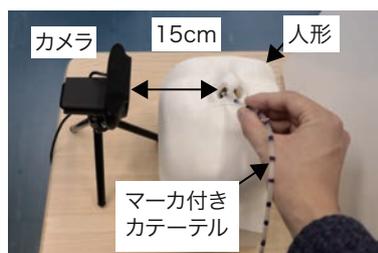


図 2: 実験環境

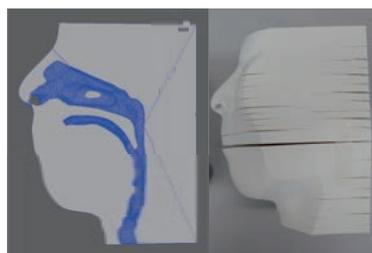


図 3: 人形内部構造と印刷結果

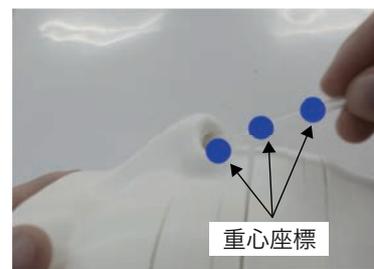


図 4: マーカの重心座標

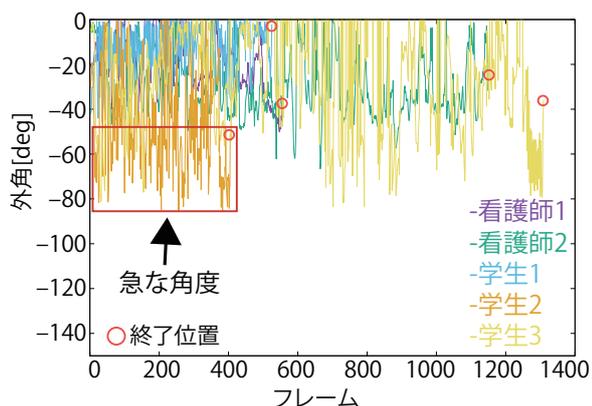


図 5: 外角の推移

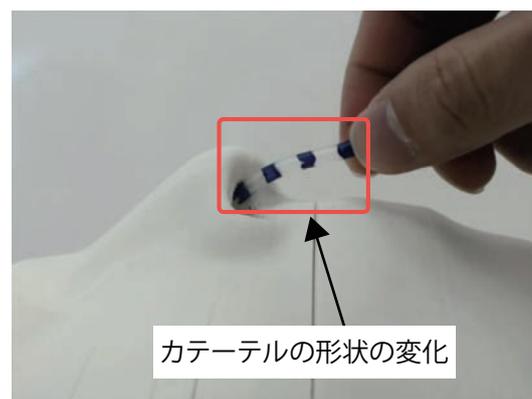


図 6: 強引なカテーテル挿入

れた。特にこの2名の学生は映像視聴による確認では、図6のようにカテーテルの形状が強く変形するように強引な挿入を行っていた。外角の変化が小さい学生の場合は、カテーテルを持つ指先が鼻孔近くまで届くように挿入していた。これは2名の看護師の特徴と類似している結果であった。以上のことから、カテーテルの形状変化が少なく、鼻孔まで挿入動作をする技術の方が患者の負担が少ないことが予想される。

今回の撮影環境は3Dモデルの人形の側面方向からのみ撮影していたため、三次元のカテーテルの形状変化を取得することはできなかった。そのため、今後の課題として上面方向、頭部からの方向を考慮することで、カテーテルの三次元の形状変化について計測する予定である。また、実験に参加した看護師の意見では、カテーテル挿入において回転させることも技術評価の要因の一つの可能性があると意見が得られた。今回の実験においても看護師がカテーテルを回転させている挿入事例を確認することができている。現在は単色マーカを利用したが、模様を塗布してカテーテルの回転を検知することも今後の課題として挙げられる。

4 おわりに

本研究ではカテーテルの挿入動作によるカテーテルの形状変化を用いた、技術評価手法の提案を行った。実験の結果より、看護師2名と学生1名は外角が負でか

つ値が小さい傾向が得られた。一方、学生2名は外角が負の範囲で大きい数値であることが確認された。挿入の様子を目視で確認した結果、外角が小さい看護師や学生は鼻孔付近まで指先が届くような動作が確認された。カテーテルの形状変化が少なく、鼻孔まで挿入動作をする技術が、患者の負担が少ないと考えられる。今後の課題として、今回は三次元形状変化を取得することはできなかったため、上面方向、頭部からの方向を考慮し、三次元の形状変化について計測する予定である。また実験に参加した看護師の意見では、カテーテルの挿入時に回転させることも技術評価の要因の一つの可能性があると意見が得られた。そこで、マーカを単色ではなく、模様を塗布してカテーテルの回転を検知することも今後の課題として挙げられる。

謝辞

本研究はJSPS 科研費 16K16177, 26330118 の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] L. Mudura, M. Bruer, I. H. Elhaji, G. Moore and P. T. Ketcham: "A Virtual Nursing Simulator with Haptic Feedback for Nasotracheal Suctioning", *2006 IEEE/RSJ Int'l Conf.*, pp. 698–703 (2006)
- [2] S. Shiga, H. Sawano, T. Matsukawa, S. Sakuma, N. Ishii and Y. Suzuki: "A Proposal of a Catheter Insertion Evaluation Method Based on Its Speed", *KICSS2017*, pp. 210–211 (2017)