

注射技術における刺入角度によるスキルレベル抽出

松田 健^{1,a)} 真嶋 由貴恵^{†1}

概要：採血などの注射技術は経験から取得される技のコツがあるとされているが、このような言語化が困難な技を情報として初学者に分かりやすく伝える手段はまだ確立されていない。また、注射技術の手技を定量的に評価するための研究も少ないため、初学者が手技をした後にフィードバックを受ける際にも定量的な評価を受ける手段も存在しない。本研究では、採血技術実施時の注射針の画像データを分析することで手技実施者のスキルを判別する手法を提案し、熟練技術者と初学者のデータの差異について報告する。

キーワード：注射技術, スキル判別, 画像解析, SVM

Skill Level Extraction by by insertion angle in injection technology

TAKESHI MATSUDA^{1,a)} YUKIE MAJIMA^{†1}

1. はじめに

注射技術の詳細を説明する際には、言語化し易い部分とそうでない部分があると指摘されている。作業を行う前にどのような準備をすれば良いかということをもメモに残すことは可能であるため、作業手順は言語化し易いものと言える。このような情報は、メモをとった本人以外の人にも有用な情報となり得る。しかしながら、注射針をどのように刺入するかということをもメモに残したとしても、その情報を元にして技術を再現することは難しい。例えば、採血技術に関して、教科書では

- 採血針と皮膚の角度
- 皮膚伸展の位置

が指示されているが、これらの情報はケースバイケースで変化していくため、あくまでも目安の情報として提供されているものとして考える必要がある。本研究は、このような感覚が必要とされる技術におけるスキルを評価するための手法を開発することを目的としている。注射技術を支援

するための技術についてはこれまでも多くの研究があり、実用化されているものも存在する。Accu Vein [2] は赤外線を用いて血中のヘモグロビンを検知することで静脈の位置を可視化する非接触型の静脈可視化装置である。文献 [2] では、Accu Vein を用いることで静脈穿刺にどの程度効果があるか検証しており、静脈の位置が特定できるだけでは効果が薄いという結果を報告している。採血や注射を行う際には、穿刺する静脈を見つけやすくするために、駆血したり温めたりすることで血管を拡張させると効果的であることも報告されている [3]。上述の研究は、静脈穿刺の成功率を向上させることを目的としているが、穿刺の前の段階をサポートするものであり、穿刺そのものをサポートするためのものではない。本研究では、腕モデルを用いて採血を行う場合の穿刺に関する技術を定量的に評価する方法について検討する。腕モデルの皮膚は、実際の人間の皮膚や血管とはかなり異なるものであると考えられるが、ある特定の条件化におけるデータを取得することができるため、様々な被験者に対しても同じ腕モデルを使用することで統一的な評価が期待されることが、腕モデルを使用するメリットの1つであると考えられる。本研究では、腕モデルに対する採血技術実施時の注射針の刺入角度を、画像データを用いて分析する方法を提案する、解析に使用するデータは、熟練技術者と学生の採血技術における静脈穿刺

¹ 長崎県立大学
Universitu of Nagasaki, Nishisonogi, Nagasaki 101-0062, Japan

^{†1} 現在, 大阪府立大学
Presently with Osaka Prefecture University

a) johho.taro@ipsj.or.jp

の様子を録画したものから、針の血管への刺入が確認可能なものを利用した。刺入部位の画像データを分析することで、ただ動画データを見ているだけでははっきりと区別することが容易でない熟練技術者と学生のデータの差異がより鮮明になることが確認できる。具体的には、画像データのRGB値を分析することで注射針の曲がり具合を計測することで、熟練技術者と学生とのデータ差異を比較する。さらに、注射針の曲がり具合を機械学習のアルゴリズムであるSVMで学習することで、熟練技術者と学生のデータの類別が可能であるかどうか検討した。

2. データ分析の準備

本研究では、採血技術実施時の静脈穿刺における注射針の刺入角度について、熟練技術者と学生のデータの差異を分析することを目的としている。使用するデータは、文献において採血技術実施時の注射をもつ手の手指運動データを分析する際のデータ取得実験を行う様子を記録した動画データを利用している。文献で報告している通り、学生のデータには、定められている採血技術の実施手順通りでないものが多数含まれている。このように実験の様子を記録した動画データには、熟練技術者と学生との様々な違いが含まれていることが分かる。このようなデータには、人間の目で確認することが確実であるものと、そうとも言いえないものが存在する。採血技術実施時の注射針の状態は、動画データとしては細かな部分であるため、ただ動画を見ているだけでは熟練技術者と学生との違いは、落ち着いて作業できているかどうかの見分け程度しか通常はできないものと考えられる。作業手順を間違えている学生の場合は、採血することだけに必死になっている様子が伺えるが、動画データからそれ以外の情報を抽出することが本研究の目的である。

図1に熟練技術者、図2に学生の注射針の刺入時の画像をそれぞれ示す。さらに、図3に図1の2値化画像を、図4に図2の2値化画像をそれぞれ示す。図3と4を比較すると、学生の注射針は熟練技術者のものと比較するとかなりしなっている状態になっていることが分かる。図5は、図4の2値化画像のしなり具合を計測するために、注射針を4つの区間に分割したものである。

動画データの撮影状態によって、注射針の2値化画像の状態も変化するため、針の上部と下部の両方のしなり具合を計測した。また、針の区間を4分割した理由としては、針のしなり具合が場所によって異なるためであるが、これ以上細かく分割した際の結果については本稿では考慮しないこととする。

3. 刺入角度によるスキル評価

本章では、図5で示したように、注射針の刺入時の2値化画像を4分割し、それぞれの区間の直線の傾きを計算す



図1 熟練技術者の刺入時の画像データ



図2 学生の刺入時の画像データ



図3 熟練技術者の刺入時の2値化画像データ

る。表1に示すデータは、熟練技術者のデータ7個、学生のデータ4個のデータの直線の傾きの計算結果である。

本実験で使用したデータは、文献で扱っている手指運動の3次元座標データを取得する際に、実験の様子を記録するために撮影した録画データである。手指運動のデータを取得するためにはセンサーの装着や被験者に対する実験の説明などで時間がかかるため、大量にデータを取得するこ



図 4 学生の刺入時の 2 値化画像データ

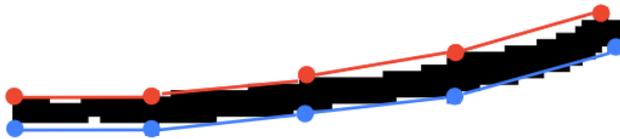


図 5 データの区間分割の例 (図 2, 4 の学生データ)

とは困難である。そのために録画データも大量に収集することは難しく、実験に使用可能なデータも必然的に少なくなるため、一部のデータは静脈穿刺の様子を把握することができないデータも含むことにした。熟練技術者のデータに、そのような撮影状況が良くないデータ (Expert 4) が含まれている。

表から分かる通り、熟練技術者のデータの特徴は、4 つの全ての区間においてほとんど 0 になることである。これは表 1 のデータにおいては明らかな特徴であると言えるが、ここでは汎化性能が高いとされる機械学習のアルゴリズムである SVM を利用して、学習した結果を表 2 に示す。なお、学習データは表 1 の中からランダムに選択した 7 個のデータであり、テスト用には表 1 のすべてのデータを利用した。データの個数は少なく、SVM を用いることを主目的としているわけではないため、交差検証は行っていない。SVM は R の Kernlab を利用し、ガウシアンカーネルのパラメータは $\sigma = 3$ とした。

前述の通り、Expert 4 のデータは動画の撮影状況が良くなかったため、熟練技術者の特徴の抽出ができずに表 2 において誤分類されている。今後、データを自動取得していく際には、上述のような点について注意しなければならない。

参考文献

- [1] AccuVein (online), 入手先 (http://www.accuvein.com/home/) (2017.06.23).
- [2] Aulagnier J, Hoc C, Mathieu E, Dreyfus JF, Fischler M, Le Guen M.: *Efficacy of AccuVein to facilitate peripheral intravenous placement in adults presenting to an emergency department: a randomized clinical trial.*, Acad Emerg Med, 21(8), pp.858-863 (2014) .
- [3] 佐々木 新介, 市村 美香, 村上 尚己, 松村 裕子, 森 将晏, 荻野 哲也: 末梢静脈穿刺に効果的な上肢温罨法の検証, 日

表 1 4 分割のそれぞれの区間における直線の傾き

Student 1 (Upper)	0.00	0.13	0.13	0.30
Student 1 (Lower)	-0.04	0.09	0.13	0.39
Student 2 (Upper)	0.04	0.08	0.21	0.25
Student 2 (Lower)	0.00	0.13	0.13	0.30
Student 3 (Upper)	-0.04	0.00	-0.08	0.21
Student 3 (Lower)	0.00	-0.13	-0.08	0.30
Student 4 (Upper)	0.11	0.00	0.06	0.06
Student 4 (Lower)	-0.11	-0.06	0.22	0.22
Student 5 (Upper)	0.05	0.11	0.21	0.32
Student 5 (Lower)	0.11	0.21	0.16	0.37
Student 6 (Upper)	0.12	0.12	0.12	0.18
Student 6 (Lower)	0.18	0.12	0.24	0.30
Student 7 (Upper)	0.06	1.67	1.67	0.28
Student 7 (Lower)	0.17	0.17	0.22	0.39
Expert 1 (Upper)	0.00	0.00	0.00	0.00
Expert 1 (Lower)	0.00	-0.17	0.00	0.17
Expert 2 (Upper)	0.00	0.00	0.00	-0.07
Expert 2 (Lower)	-0.07	0.00	0.07	0.20
Expert 3 (Upper)	-0.15	0	-0.1	-0.1
Expert 3 (Lower)	0.15	-0.15	-0.05	0.1
Expert 4 (Upper)	0.75	0.50	0.25	0.75
Expert 4 (Lower)	1.00	0.50	0.50	0.25

表 2 SVM による分類結果

Label	Prediction
Student 1	Student
Student 2	Student
Student 3	Student
Student 4	Student
Student 5	Student
Student 6	Student
Student 7	Student
Expert 1	Expert
Expert 2	Expert
Expert 3	Expert
Expert 4	Student

- [4] 本看護技術学会誌 12(3), pp.14-23, (2014)
- [4] 野口俊樹, 大谷康介, 松田健, 真嶋由貴恵: “ベクトル場による注射技術における手指運動の解析, 情報処理学会第 78 回全国大会予稿集, pp.1-461-1-462, (2016)
- [5] 松田健, 真嶋由貴恵, “注射技術実施時における腕モデルに対する皮膚伸展の圧力分布の考察,” 第 36 回 医療情報学連合大会, pp.326-328 (2016)