



森田智子

塗装作業における熟練者の動作データベースに関する研究

1. 研究背景・目的

近年、デジタル技術の発展に伴い、データベース化の形が多様化してきている。特に伝統的な技能を要する業界などでは、デジタル技術を用いたデータベース化による技能の保存・伝承活動に注目が集まっている。このような背景をもとに、本研究では、塗装の熟練技能工の動作を対象に、塗装作業の効率的な動きを客観的、定量的に示し、その技能を伝承することを目的とする。

2. 実験内容

実験は、ローラーでの塗装作業時の全身動作をモーションキャプチャを用いて記録し、同時に、筋電計を用いて筋電図の測定を行った。被験者は、熟練技能工11名、塗装初心者11名の計22名である。モーションキャプチャの測定には、全身に42個のマーカー、ローラーの持ち手部分に3個のマーカーを装着した。筋電図は、図1に示す、僧帽筋・上腕二頭筋・とう側手根屈筋・腕とう骨筋・母指内転筋・大腿四頭筋・脊柱起立筋の計7カ所で測定した。被験者22名全員に、[タスク1]ボード裏面A部分(図2左)を5往復で塗装・[タスク2]ボード裏面B部分(図2中央)を5往復で塗装・[タスク3]ボード表面前面(図2右)を塗装、という3つのタスクを課した。

3. 解析・考察

(1)動作の解析対象とするのは、ローラーを持っている右手の中指付け根に付けたマーカーの動きとした。まず、タスク3における速度・加速度を可視化して熟練者と初心者を比較した(図3,4)。線の太さが太いと速度が速く、細いと速度が遅いことを示す。線の色が青→紫→赤の順に加速度が大きくなることを示す。この結果、熟練者は速度・加速度ともに一定であると考えられた。この考察を統計的に確認するために、タスク1,2において、5往復で塗装をした中の1往復ごとの時間のばらつきがどれだけあるかを、t-検定によって熟練者と初心者と比較した。その結果、タスク2では両者間に有意差が認められ、熟練者のほうが1往復ごとの時間の差が小さく、安定した動作を行っているといえた。

(2)筋電図の解析では、各被験者が各筋肉の最大筋力に対してタスク作業時にどれだけの力を使っているかの割合について、熟練者と初心者と比較するためにt-検定を行った。その結果、タスク3の母指内転筋(手の甲側の親指付け根の筋肉)で有意差が認められ、熟練者のほうが小さい値を示した。塗装作業においてローラーを握る手に力を入れることは必要とはされず、熟練者はそこに力を入れる割合が少なく、その他の、作業に対して必要な身体部分で適切に力を加えていると考えられる。

4. まとめ・展望

塗装の熟練技能工の動作・筋活動について解析を行い、定量的に示したことで、熟練者には共通した特徴がみられた。これらの特徴は、効率的な作業、身体負担の少ない動作、仕上がり品質の向上などを旨に当たって参考にすべき要因であると考えられる。本研究では熟練者11名分のデータを集めたが、今後、熟練者の動作の共通項からモデル動作を抽出するにあたっては十分なサンプル数とは言えず、これからより多くのサンプルを採取する必要がある。また、関節角度による筋活動量の違いや、仕上がり品質と特定動作の関係など、細分化した分析を行うことで、モデル動作抽出の精度向上につなげていきたい。

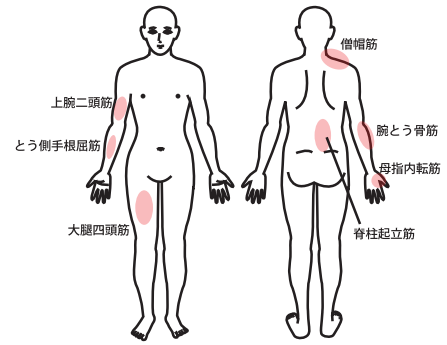


図1 筋電図測定部位

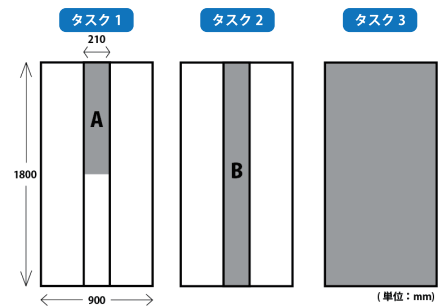


図2 各タスク塗装範囲

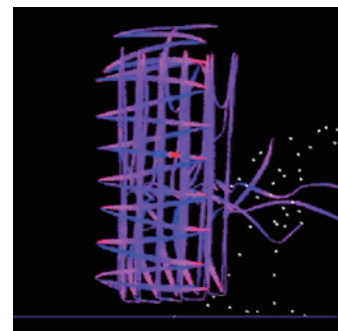


図3 速度と加速度の可視化(熟練者)

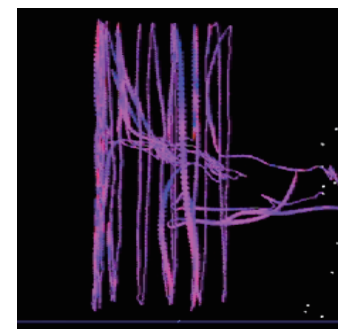


図4 速度と加速度の可視化(初心者)



森田智子

塗装作業動作を対象とした技能伝承のための可視化システム

使用言語:Processing 使用ソフト:Processing 3.2.1

図1

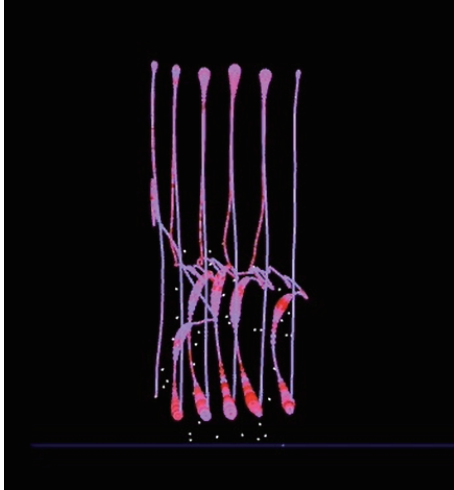


図2

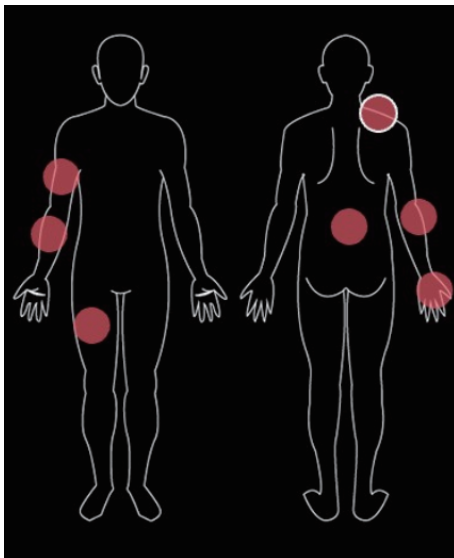
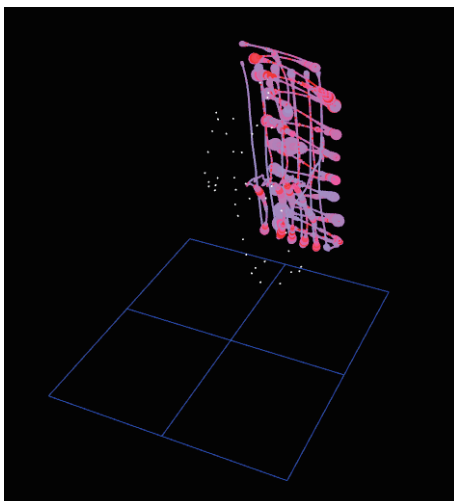


図3



1.制作目的

本制作では、塗装の熟練技能工の技術を実験から客観的、定量的に評価した結果の可視化を目的とする。可視化をすることで、熟練技能工の技の共通項を抽出し、人間工学の観点から身体負担の少ない動作の特徴を明確にする。また塗装動作を学ぶためのツールの1つとして役立てることを目指す。

2.制作内容

モーションキャプチャによる動作の解析と可視化について、横山研究室の博士後期院生の砂田は剣道の動作を対象として、身体に装着した任意のマーカにおける動きの軌跡、速度、加速度を可視化するプログラムを作成している。本制作ではこのプログラムをベースに、動作と筋活動の変化を同時に可視化できるプログラムの制作を行った。

図1は、実際に塗装作業における動作と筋活動の変化を可視化したものである。白点が身体に装着したマーカであり、ローラーを持った右手中指付け根のマーカの軌跡を描画している。軌跡の太さが加速度を表し、太いと加速度が大きく、細いと加速度が小さいことを示す。軌跡の色は筋活動の変化を表し、薄紫→ピンク→赤の順に筋活動が大きくなることを示す。

図2の人体図、赤い円の部分をクリックして選択することで、選んだ部位の筋活動の変化を表す色の変化に切り替わる。円の枠線が白くなっている部位が選択されている部位である。

図3は動作の様子を俯瞰して見た図である。モーションキャプチャのデータはX,Y,Z座標を持つ3次元のデータであるため、その利点を活用して、任意の視点から動作を見ることができるようになっている。