

左官初級者の塗り技術の学習を支援する映像システムの提案

Proposal of a Video System Supporting the Learning of the Daubing Technique of the Novice Plasterer

久門 岳弘^{*1}, 後藤田 中^{*1}, 米谷 雄介^{*1}, 林 敏浩^{*1}, 神田 亮^{*1}, 八重樫 理人^{*1}, 川井 翼^{*2}, 蟹澤 宏剛^{*2}
Takahiro KUMON^{*1}, Naka GOTODA^{*1}, Yusuke KOMETANI^{*1}, Toshihiro HAYASHI^{*1}, Ryo KANDA^{*1},
Rihito YAEGASHI^{*1}, Tsubasa KAWAI^{*2}, Hirotake KANISAWA^{*2}

^{*1}香川大学

^{*1}Kagawa University

^{*2}芝浦工業大学

^{*2}Shibaura Institute of Technology

Email: s15t224@stu.kagawa-u.ac.jp, gotoda@eng.kagawa-u.ac.jp, kometani@eng.kagawa-u.ac.jp,
hayashi@eng.kagawa-u.ac.jp, rkanda@cc.kagawa-u.ac.jp, rihito@eng.kagawa-u.ac.jp,
me18030@shibaura-it.ac.jp, kani@sic.shibaura-it.ac.jp

あらまし：現在，建設業界では人手不足が続いており，就職希望者に技術習得を支援している．キャリアアップには技術の熟達が必要である．建設業界ではOJTによる教育が一般的であるが，技術の早熟のためには一人でも自己学習が効率的にできる環境が必要である．本研究では，左官の技術の向上を支援する映像システムを開発に向け，映像に対してOpenPoseを使用してポイントとなる動作を取得する方法を検討する．

キーワード：スキル学習，OpenPose，動作解析，職人育成，映像システム

1. はじめに

近年，建設業界では従業者の高齢化や若年者の減少など人手不足が問題になっている．そこで国土交通省は，建設業を選択してもらうためにキャリアパスモデルを作成した⁽¹⁾．また，厚生労働省では，建設労働者緊急育成支援事業を実施し，基礎技能の習得や各種資格の取得，就職支援を行っている⁽²⁾．キャリアパスモデルでは，技術の熟達度で遷移しており，基礎技術は育成事業で学ぶことができる．建設業界や国は，人材確保のために将来性の提示や新規参入者の育成を行っている．

一方，この育成事業は，短期間の集団受講であり，個人指導は補助対象ではない．受講終了後(就職後)は，個人で技術を伸ばすことになり，参考映像を視聴すること自体は有効である．しかし，映像視聴のみの学習では，個々の部位の動きに目が行きがちである．また，他者による熟達の状態把握や上達に向けた修正指摘の機会がない．その結果，理想的な動作に近づいているかが分かりにくい．単に，各部位の動きをバラバラに近づける(真似する)ことは容易であるが，例えば，他者の指摘によって得られる，学習者が直接意識しづらい各部位の連動や重心の変化など，直接目に見えない複数の動きの関係を理解しつつ，理想に近づける仕組みと機会が必要となる．

そこで本研究では，各部位の連動や重心などを意識させる映像視聴に向けて，そのような援用が可能な映像システムの要件および映像から骨格情報を取得する方法を検討する．支援対象として建設技能の中でも左官を採用する．左官とは，人が鏝という道具を使って，壁を塗り，仕上げを行う仕事である．

高い技能を習得するためには長い期間を要し，一人前になるのに数年を要する．

2. 映像システムによる学習支援の要件

学習する際に必要となる要素の策定を行う．各部位の動きを「外的な動き」とし，外的な動きから定義される各部位の連動を「内的な動き」として説明する．学習に必要な要素を次のように定義する．

1. 外的な動きと内的な動きの関係
2. 内的な動きの差：熟達者(教師映像)・学習者
3. 内的な動きの向上に向けた外的な動きの指摘

まず，学習者は内的な動きが意識しづらいので，外的な動きとの関係提示が必要である．次に，熟達者と学習者の内的な動きの差の指標が，熟達の状態を把握するうえで必要である．さらに，試行錯誤の学習においては，内的な動きを直接改善することが難しいため，1の関係性によって外的な動きによって，2の内的な動きの差が改善される方向を学習者に示す必要がある．つまり，学習者が重要な塗り技術の体の動きを意識できるということは，外的な動きの指摘を受けた場合に，外的な動きの改善のみを意識するのではなく，内的な動きの改善を意識することが求められる．

3. 関連研究

動作の解析を行っている研究や技術習得のための教材作成を行っている研究をあげる．

高井らの研究では，左官を対象に，三次元動作測定や筋活動測定，眼球運動測定を用いて，左官の作業の特徴を外的な動きと内的な動きを個々に形式知

化した。解析した結果を e ラーニング教材に落とし込み、教材の制作を行った⁽³⁾。

川井らの研究では、マーカーを用いた映像解析で、熟達者と非熟達者の動きを解析し、左官においてポイントとなる外的な動きと内的な動きの定義を行った⁽⁴⁾。外的な動きである頭と腰の動き、肩の動き、角度、肘の角度に対し、内的な動きである部位の連動性を調べた。その結果、熟達者と非熟達者との間で内的な動きに違いがあることを明らかにした。

また、浅利らは、子どもの関心推定のために、頭と体の位置・向きを調べるために、機械学習による画像解析を用いて映像から動的に骨格を検出している⁽⁵⁾。頭と体の位置・向きが外的な動きに相当し、子どもの関心が内的な動きに相当する。

本研究では、これまでの左官研究によって明らかになっている外的な動きを自動で解析し、それにより内的な動きの改善が分かる情報を抽出し、抽出した情報を重畳した映像を視聴させることによって、内的な動きの意識を支援する。

4. 手法

まず、学習者は、熟達者の外的な動きと内的な動きの関係を理解するために、あらかじめ参考とする熟達者の映像から、外的な動き(図1)と内的な動きが可視化された映像を視聴する。次に、熟達者と自身の内的な動きの差を理解するために、その差が重畳された映像を視聴することで、内的な動きが改善される方向に意識を向ける。内的な動きを改善するために、関係している外的な動きである頭や肩の動きなどに対して指摘を受ける。なお、映像から外的および内的な動きを解析するために、機械学習による画像解析を使用して骨格を検出する。機械学習を用いることは、解析が自動化でき、フィードバックの迅速化の観点から、一定時間内で撮影と視聴を繰り返すような、自己学習に適している。このような仕組みによって、学習者は、内的な動きを意識する機会を得られる。



図1 外的な動きの骨格のみを抽出した重畳表示の例

5. 事前実験

本実験の目的は、機械学習による画像解析で、外的な動きと内的な動きの検出が可能であるかを検証することである。機械学習による画像解析を使用して骨格を検出し、川井ら⁽⁴⁾の手法で得られる外的な

動き／内的な動きを、推定した骨格情報により、再現できるかを確かめる。

撮影は全身を画面におさめるために背後から行う。骨格情報を分析し、川井らの手法による結果と比較することで、動作のポイントとなる外的な動きや内的な動きが取得できているかどうかを確認する。また、フィードバックまでの時間を短くするために、フレームレートとデータ解析にかかる時間との関係も合わせて調べる。

本実験では、骨格情報の検出に OpenPose⁽⁶⁾を用いる。OpenPose は、Zhe らが開発した骨格検出のライブラリであり、人物画像を解析し、その人物の関節位置を推定することができる。川井らの研究では、人の関節の位置にマーカーを装着させ、マーカーの動きを追跡することで、外的な動き／内的な動きを検出している。そこで、OpenPose で、関節部分の動きを抽出し、川井らの手法で抽出された動きと比較し、その一致度を評価することで、目的を達成する。

6. まとめと今後の展望

左官初級者の塗り技術の学習する映像システムを開発するために、外的な動きと内的な動きとを捉える手段として、機械学習を用いた画像解析により得られる骨格情報の利用を提案した。本手法の妥当性を検証するための実験計画を策定した。今後は、実際に実験を行い、提案手法の妥当性を高める。このうえで、学習者と熟達者との差を可視化する方法について検討し、最終目的とする塗り技術の学習支援システムを開発し、左官初級者を対象とした実証実験を行いたいと考えている。

謝辞

本研究では、基盤研究(C)19K12270、基盤研究(B)18H03344 の助成を受けている。

参考文献

- (1) 国土交通省:“キャリアパスモデル”, <http://www.mlit.go.jp/common/001175581.pdf> (2019年6月15日確認)
- (2) 厚生労働省:“建設労働者緊急育成支援事業”, <http://www.kensetsu-kikin.or.jp/kunren/> (2019年6月15日確認)
- (3) 高井由佳, 後藤彰彦, 佐藤ひろゆき, 濱田泰以:“熟練職人の形式知を取り入れた京壁塗り習熟 e ラーニング教材の構築”, 教育システム情報学会誌, Vol.33 No. 2, pp.84-93 (2016)
- (4) 川井翼, 蟹澤宏剛, 後藤田中:“建設技能労働者の技術習得に関する研究”, 日本建築学会 (2019)(発表予定)
- (5) 浅利恭美, 山田徹志, 青柳燎, 騰川祐太, 大森隆司:“子どもの動作からの関心推定に向けたセンシングシステムの開発”, 教育システム情報学会研究報告, vol. 33 No.5, pp.23-26 (2019)
- (6) Zhe Cao, Gines Hidalgo, Tomas Simon, Shih-En Wei, Yaser Sheikh, “Realtime Multi-Person 2D Pose Estimation using Part Affinity Fields”, CVPR (2017)