

組立作業における熟練度合い向上プロセスの 視線と手の統合的分析

中京大学 大学院 工学研究科
川瀬 陽平 橋本 学

組立作業では、作業者のスキルが生産性や製品の品質に大きな影響を与えるため、作業者をより早く熟練者に成長させることが望まれている。一般に作業者は初級者から中級者、中級者から熟練者というように段階を踏んで成長するが、作業者がより早く熟練者に成長するためには、初級者は初級者用、中級者は中級者用というように、各スキルレベルごとに効果的な教育が求められる。この背景を受けて、本研究では各スキルレベルにおいて動作の特徴を見つけることを目的とする。なお本研究では、動作の特徴を分析することを熟練度合い向上プロセス分析と呼んでいる。

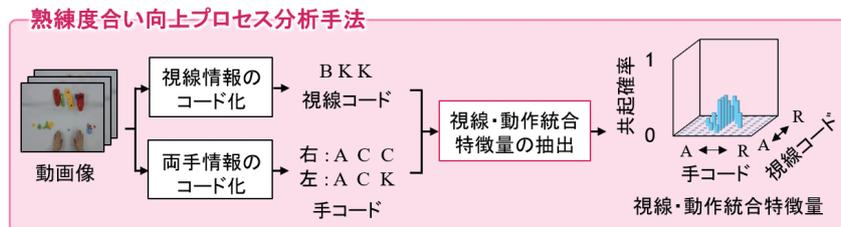


図1 熟練度合い向上プロセス分析の全体像

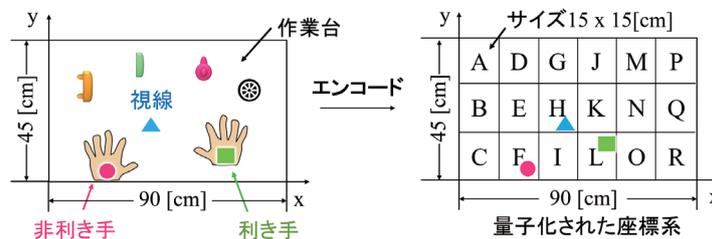


図2 視線と手の位置情報のコード化

熟練度合い向上プロセス分析の全体像を図1に示す。本手法は、視線と両手の位置情報のコード化、視線・動作統合特徴量の抽出の2つのステップから構成される。以下から、各工程について説明する。はじめに、視線と手の位置情報のコード化の流れを図2に示す。図に示されている作業台は、2次元座標系として表現される。また本研究では、利き手と非利き手では、習熟過程が異なると仮定し、利き手と非利き手を明確に区別する。コード化は、視線と手の座標を量子化し、それらの座標をコードとしてエンコードする。このエンコードを各フレームに施すことによって、視線と手のコード列が生成される。

次に、視線と手のコード列を用いた、視線・動作統合特徴量の抽出について説明する。本研究では、視線と手の関係性を分析するために、各フレームにおける視線と利き手および視線と非利き手のコードのペアの頻度を算出し、図1に示されているような共起ヒストグラムを2種類生成する。これらのヒストグラムを視線・動作統合特徴量とする。ヒストグラムの横軸が手コード、奥行き軸が視線コード、縦軸がコードのペアの共起確率を示している。本研究では、提案特徴量を熟練度合い向上プロセスを分析するための指標とする。

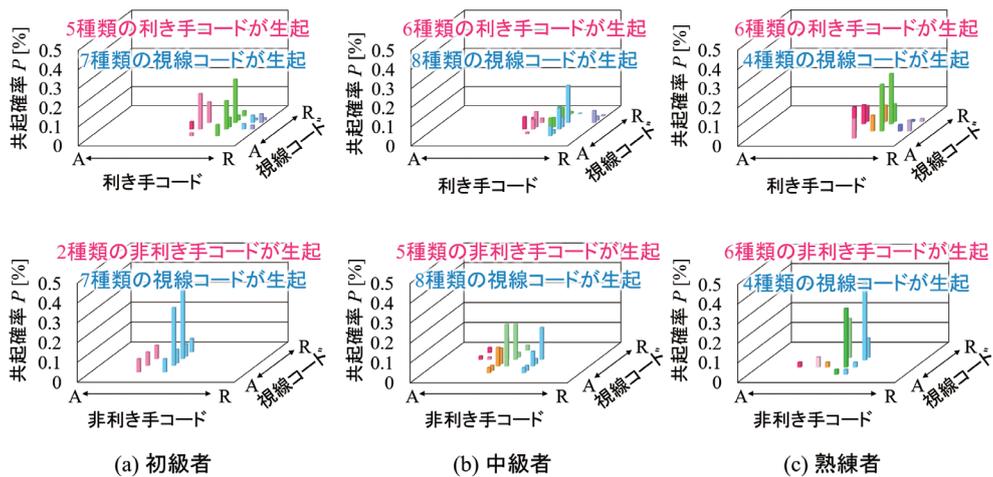


図3 作業動作の分析結果

最後に、提案特徴量を用いた熟練度合い向上プロセスの分析結果を記載する。はじめに、組立作業の対象製品は、飛行機のおもちゃである。また、この組立作業では、部品を掴みに行く動作、部品を作業台の中心に運び組付ける動作、ねじを締める動作が含まれる。

図3に、部品を掴みに行く動作の分析結果を示す。初級者のヒストグラムは2種類、中級者と熟練者のヒストグラムは5、6種類の非利き手コードを有している。これは、初級者から中級者に習熟する際に非利き手が多くの領域に動くようになることを示している。また初級者と中級者のヒストグラムは7、8種類、熟練者は4種類の視線コードを有している。すなわち初級者と中級者の視線はさまざまな領域に動いており、たとえば部品の位置まで視線が移動している。一方で中級者から熟練者に習熟する際には、視線が移動する領域数が大きく減少、すなわち熟練者の視線は作業台の中心で視線が停留している。また、全てのスキルレベルのヒストグラムにおいて、利き手のコードは5、6種類であった。したがって、利き手は、初級者の段階からさまざまな領域に移動し、その動きは熟練者に至るまで変わっていない。これら一連の分析から、熟練度合い向上プロセスを分析するには、利き手ではなく、非利き手が重要であることも判明した。

今後は、これらの結果をもとに、技能教育のあるべき方法論を検討していく予定である。