ノート

ICTを活用した遠隔技能伝承アシストシステムに関する研究開発

五十嵐　晃[*]　阿部　淑人[**]　木嶋　祐太[**]　中部　昇[***]　大野　宏[****]　今泉　祥子[*]

Research and Development of Remote System Utilizing ICT for Supporting Instruction of Technical Skills

IKARASHI Akira[*], ABE Yoshito[**], KIJIMA Yuta[**], NAKABE Noboru[***],
OHNO Hiroshi[****]and IMAIZUMI Shoko[*]

1. 緒　　言

本研究では，ICT を活用し，熟練技能者が持つ技能を無線を介してセンシングして可視化し，これを利用して技能を円滑に伝える伝承アシストを開発する。対象は金属製品の研磨作業と作業工具の刃付け作業とする。金属製品の光沢や作業工具の刃先の形状をわかりやすく表示し，熟練技能者しかできない動きや力の入れ方を抽出して可視化する[1) 2)]。さらに得られたデータをネットワーク経由で遠隔地へ伝送することで，遠隔技能伝承アシストシステムを実現する。これにより，技能伝承に要する時間を従来の1/10に短縮することを目指す。以上をもって，熟練技能の次世代への伝承と地場産業のさらなる発展に貢献する[1) 2) 3)]。

本研究は平成 22～23 年度の事業であり，今年度は，各要素技術の確立を目指した。

2. 研究概要

2.1 金属製品を研磨した面の光沢測定に関する研究開発（熟練作業の評価基準も含む）

研究計画では，金属製品の研磨部品について，JIS Z 8741 に準拠した光沢度計による光沢測定法に対して新規に考案した光線空間カメラによる光沢分布特性測定法によって計測時間の短縮化と測定密度の向上を目指した。考案した測定法において，光源色の分光輝度特性およびカメラの輝度特性の計測等の基礎検討により当該手法に高い実現可能性のあることを確認した。

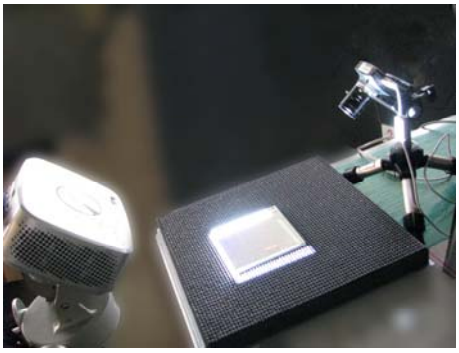

図１　受光投光の光学形態

図 1 に考案した測定法に用いる計測系の光学形態を示す。

2.2 作業工具の刃先の三次元形状測定に関する研究開発（熟練作業の評価基準も含む）

作業工具のニッパの製造工程において，初心者と熟練者が行う刃付け作業の結果が刃先の三次元形状の違いになるため，両者の形状を短時間で測定する装置開発を行い，両者の形状の差から熟練度の評価基準を見出した。なお，測定時間は，当所所有の既存装置と比較して大幅な高速化が可能となった。

図 2 に開発した三次元形状測定装置の外観を示す。これは，XYZ テーブルに二次元レーザ変位センサを取り付け，センサからの形状データを PC に取り込むものである。

*　　研究開発センター
**　　下越技術支援センター
***　県央技術支援センター
****　企画管理室

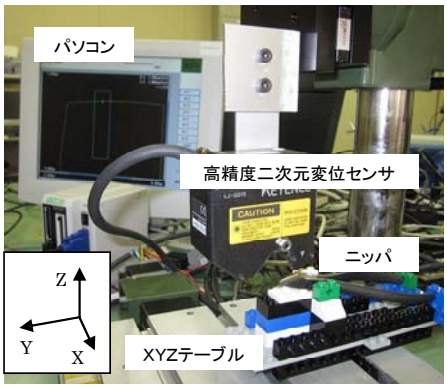

図 2　三次元形状測定システム

2.3　研磨と刃付け作業における人の動きと力のかけ方の測定に関する研究開発－マーカ式モーションキャプチャ（熟練作業の評価基準も含む）

回転するバフを用いた研磨作業において，力のかけ方と研磨する材料（ワーク）の動かし方に注目し，初心者と熟練者の技能の特徴を調べた結果，ワークとバフの位置関係と，その際にかかる力を考慮して，作業中におけるワーク各領域の研磨量を推定できるようにした。熟練者と初心者で結果を比較したところ両者に明確な差異がみられたことから，この研磨領域のモニターが技能伝承の教示情報として有用であることが示唆された。作業計測システムは，図 3 に示すように，ワークの動きを計測するモーションキャプチャ，三軸小型力覚センサを組み込んだ自作のワーク台，およびこれらのデータを入力，表示する PC から構成される。モーションキャプチャで測定したバフに対するワークの位置とそのときの作業荷重をもとに，図 4 に示すように作業中におけるワークの研磨量分布を推定した。

また，この力覚計測時の作業者負荷軽減を目指して筋電センサの利用を検討したが，本来の力覚センサの結果との相関を得ることができなかった。

さらに，作業者の負担軽減の目的で，力覚センサ等の計測データを無線 LAN で伝送する検討を行った。当初の目標は，計測からデータの画面表示まで 1 秒あたり 30 フレームであったが，1 フレームあたりの計測所要時間は 53.1ms となり，画面表示時間も合わせると目標のおよそ 6 倍の時間がかかっていることになる。

2.4　研磨と刃付け作業における人の動きと力のかけ方の測定に関する研究開発－マーカ無しモーションキャプチャ

刃付け作業において身体全体の動きを三次元的に測定するため，刃付け作業と研磨作業において，多視点ビデオカメラによるマーカ無しモーションキャプチャを行った。測定環境の影響もあったが，従来の 4 台に加え，合計 6 台のカメラにより，死角のない同時記録を可能とした。また，得られた映像の先頭フレームで多関節モ

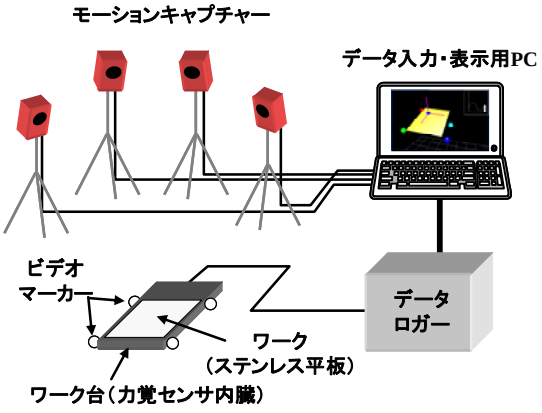

図 3　作業計測システム

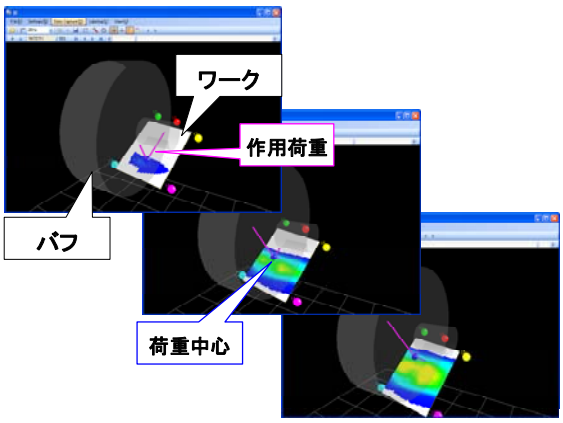

図 4　研磨量分布の算出結果例
（左から開始 7，25，36 秒後）

デルの当てはめを行うことで，その後のフレームでは，フレーム間差分により作業者の動きが計算されるが，累積誤差によるドリフトが発生する。そこで，映像中のいくつかのフレーム画像をキーフレームとし，修正を図ることができた。

2.5　遠隔技能伝承支援システムの開発

本研究では，最終的に，上記各要素技術を取り入れた技能伝承支援システムの構築を目標としている。さらに，遠隔地においても対応可能なシステムを目指している。そこで，今年度は，これらのシステムの構築方法を考えた。上記各項目において計測した結果は，全て，PC 上に表示可能としている。そのため，それらに加え，作業の動画と音声がやり取りできれば，遠隔において作業研修を行うことが可能になると考えている。今年度は，動画と音声の伝送に市販の Web カメラを用いたシステム構築を検討した。

3.　結　　言

（1）金属製品の研磨部品について，新規に考案した光線空間カメラによる光沢分布特性測定法に高い実現可能性があることを確認した。

（2）研磨作業における，ワークへの力加減等の作業の計測結果から推定したワーク各領域の研磨量が，技能伝承の教示情報として有用であることが示唆された。

（3）作業工具のニッパの製造工程において，刃先の 3 次元形状を短時間で測定する装置開発を行い，両者の形状の差から熟練度の評価基準を見出した。

なお，本研究は，平成 22 年度総務省戦略的情報通信研究開発推進制度（SCOPE）の委託を受けて行った。

参考文献

1）五十嵐晃ほか，“新潟の匠の技を継承し発展させるための計測と制御に関する研究調査”，工業技術研究報告書，37，2008，p24-26.

2）五十嵐晃ほか，“匠の技を継承し発展させる技能伝承支援システムの開発”，工業技術研究報告書，38，2009，p62-66.

3）五十嵐晃ほか，“匠の技を継承し発展させる技能伝承支援システムの開発（第 2 報）”，工業技術研究報告書，39，2010，p75-79.