

動作を利用した経験知の蓄積

English title

堀 聡^{*1} 広瀬公太^{*1} 瀧寛和^{*2} 龍前三郎^{*1} 細田保弘^{*1}

^{*1} ものづくり大学
Monotsukuri Institute of Technologists

^{*2} 和歌山大学
Wakayama Univ.

When a service technician repairs an air-conditioning system, or a factory worker operates a robot system, there exists an appropriate and efficient work process. A better work process is realized through the skills that workers acquire by experience. It is desirable that the improved work process be documented in manual form and shared among other workers. However documenting a work process is a time-consuming task. To automate the documentation, we have developed a method of observing a worker's motion with IC accelerometers and we have built a program that automatically generates a manual from the recorded work process..

1. はじめに

我々は、作業動作を電子的に観測記録し、利用する研究を行っている。基本動作を観測してより良い作業手順を設計する動作研究の手法に見るように、作業者の動作は、知識 経験の発露と捕らえることが出来る。我々は、旋盤加工でのベテランと初心者の作業を比較し、効率的なベテランの動作には無駄がないことを確かめた。さらに、重心移動の軌跡を用いて、作業動作の良し悪しを定量的に測定した[立久井 2005]。また、IC 加速度センサを用いて、実際の作業動作を観測する手法[堀 2004]を開発し、作業者の視野を記録するカメラと組み合わせて、作業を記録するシステムを作成した。これにより、作業経験を電子的に蓄積し共有化することが出来ることを確かめた。

日本の製造業の高品質、高効率を支えてきたのは、現場の熟練技能者である。しかし、近年この熟練技能の伝達が大きな問題となっている。通常、技能とは、物事を行う腕前、技を意味する。「ものごと」の範囲としては、美術工芸、生産加工、スポーツ・楽器演奏など様々な分野において、かなりの時間をかけて習得しないと実行が難しいような作業を意味すると受け取られている。工学関連分野では、生産に携わる熟練作業者の習熟と経験に基づくノウハウや動作を指すことが多い。本報告では、(1) 旋盤加工での重心位置を測定して解析した熟練技能者の特性、(2) 保守作業の動作を記録し、作業履歴マニュアルを自動生成するシステムの2点について述べる。

2. 旋盤加工での熟練技能

熟練技能の代表例として旋盤加工に注目した。旋盤作業中の作業者の重心位置を観測し、熟練者と未熟練者の重心の動きにどのような違いが現れるかを計測 分析した。

2.1 実験方法

旋盤作業中の作業者重心の実験装置は次のとおりである。真鍮の板 (600 × 600 × 10mm) 上に、3個のロードセルを三角形の各頂点に測定点ができるように固定する。三点でつくる三角形は、可能な限り大きくとる。その上に同形状の真鍮板 (600 × 600 × 10mm) を置く。これを旋盤作業場所 (作業者が立って操作を行う地点) に設置し、作業者にはこの板上で作業をしてもらう。ロードセルでは 10msec ごとの三点それぞれの荷重を計測し、作業者の重心位置座標を算出する。

同時に作業者の動作と旋盤作業工程の映像をビデオカメラにて撮影する。これは、時間ごとの重心位置の移動がどの動作中のどの工程の時のものであるかを把握するためである。

2.2 結果

Figure 1 に熟練者と初心者の重心移動軌跡を示す。一見して初心者の重心が大きくかつ頻繁に移動している様子がわかる。この重心移動軌跡とビデオを比較すると、初心者は加工手順を前もってきちんと理解していないため、余分な動きが多い。旋盤加工の訓練の際、加工図面を見て加工手順と旋盤の操作を確実にイメージできることが大切だ」と強調される。この言葉の正しさが、客観的に重心移動軌跡として観測できることがわかった。

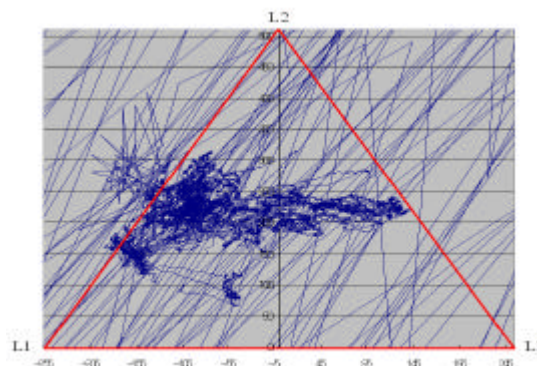


Figure 1(a) 熟練者の重心移動軌跡

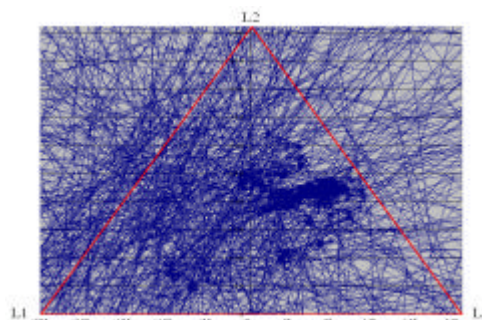


Figure 1(b) 初心者の重心移動軌跡

3. 保守作業動作からのマニュアル生成

保守サービスの履歴を蓄積・再利用することは、新しい商品開発やサービスの生産性の向上に大いに貢献する。しかし、保守サービスの作業履歴を自動的に記録する技術の開発が課題である。そこで、保守作業者の動作を観測し、これから作業記録マニュアルを生成する手法を開発することとした。

本研究でマニュアルとして蓄積しようとする知識は、保守サービスの手順や段取りを熟知しているベテラン・サービスマンの作業手順・スキルである。これは、スポーツや楽器演奏のプロが発揮する驚異的な身体能力の源である身体知とは種類が異なっているが、以下の点で類似しており、評価・獲得手法の研究が望まれている物です。(1)言語表記が困難である、(2)ベテランあるいはプロの動作そのものを計測し獲得するべきである。

保守作業動作を測定し、そこから保守作業履歴をマニュアルとして生成するために、2つのシステム、動作記録システムとマニュアル生成プログラムを開発した。システムとマニュアル生成の概要をFigure 2に示す。

(1) 動作記録システム

管理工学の動作研究を用いて、基本動作から保守作業が記録できること確かめた。加速度センサを用いれば、この基本動作が計測可能であることを確認した[堀 2004]。我々は、手足の動きを測定する8個の加速度センサと作業状況を記録するCCDカメラを持つウェアラブル・センサーシステムを開発した。このシ

ステムは、サービスマンが身につけることにより、実際の作業現場での保守作業を記録することが出来る。動作記録システムは、手足の動きから基本動作を決定し記録する。基本動作が観測された時、ヘルメットに装着したカメラの画像を5秒間分記録する。

(2) マニュアル生成プログラム

記録された基本動作と作業映像からマニュアルを生成する。作業の鍵となる基本動作を指定し、その動作が観測される毎にマニュアルページを生成する。人間は、ページ毎にタイトルや短いコメントを加えるだけでマニュアルを作ることが出来る。

(3) 評価実験

本システムを利用して、ボール盤、シャーリング機の基本的な操作を説明するマニュアルを生成した。正確な操作ができる作業者に、動作記録システムを身につけてもらい、丁寧に通常作業を実施してもらった。その後、動作記録データをパソコンに移し、マニュアル生成プログラムでマニュアルを生成した。そのマニュアルに必要なに応じてコメントなどを加えた。作業時間はおのおの3~4分である。マニュアルの自動生成は30秒程度でできる。コメント追記も含めて15分程度で完了した。従来、作業の記録には作業者とは別に記録者を必要としていた。しかも、マニュアル作成に多くの時間を要した。しかし、本システムを用いることで記録者を不要とし、作業者の負担を大きく軽減することができるようになる。

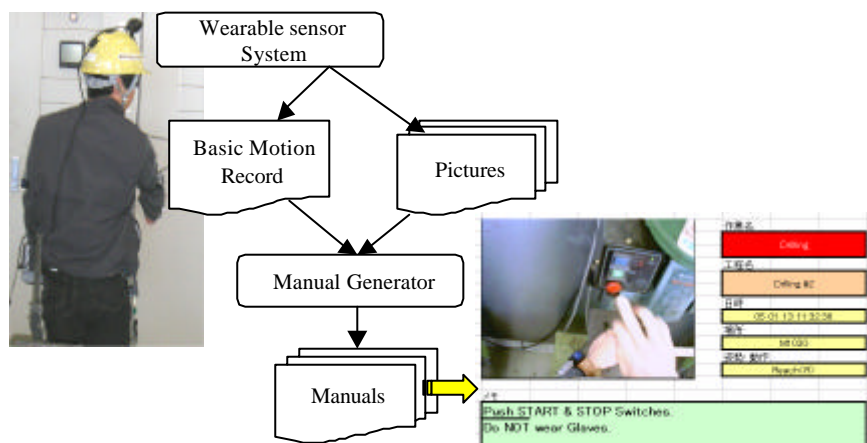


Figure 2 保守作業記録、マニュアル生成システム

参考文献

[立久井 2005] 立久井、'熟練技能者の作業特性」、ものづくり大学 製造技能工学学科 卒業研究論文

[堀 2004] 堀、広瀬、瀧、他、'人間の行動から保守技能・知識を獲得する手法に関する研究(第二報)」、第18回人工知能全国大会予稿集 3D2-05 (2004)。

[三菱電機 2004] '人間行動適合型生活環境創造システム技術ものづくり技術高度化支援技術」、第4回シンポジウム要旨集 (2004)
<http://www.hql.or.jp/gpd/jpn/www/grp/kodo/index.htm>

[古川 2003] 古川、上野、他、'身体知の解明を目指して」、第17回人工知能全国大会予稿集 3D5-01 (2003)。

[Nakata 2003] T. Nakata, "Automatic Generation of Expressive Body Movement Based on Cohen-Kestenberglifelike Motion Stereotypes," Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics, Vol.7 No.2, pp.124-129, (2003).

[白藤 2001] 白藤、松田、滝: '調理の記録とレシピの自動対応付けツールの開発」、人工知能学会 33 回知的教育システム研究会, pp.1-6, (2001.9)

[三好 1998] 三好: '熟練技能の技術化・コンピュータ化金型自動磨き作業を例にー」計測自動制御学会誌, Vol.37, No.7, p463 (1998).

[津村 1978] 津村、佐久間: '作業研究」、丸善 (1978)。