

動作からのサービス技能共有

Motion Study Makes Maintenance Skills Pervasive

堀 聡、杉本 誠、広瀬 公太^{*1}
Satoshi HORI, Makoto SUGIMOTO, Kota HIROSE

瀧 寛和^{*2}
Hirokazu Taki

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

^{*2} 和歌山大学
Wakayama University

Maintenance service is one of promising business sectors whose market and profit are growing. Improving service technicians' skill is a vital key to quick and efficient service and service experience sharing is proven to improve service productivity. However recording service cases costs high and is a bottleneck of knowledge and experience sharing systems. This article describes that Motion study technique can help record the service experience and IC accelerometers are able to measure human motion.

1. はじめに

保守サービスの履歴を蓄積・再利用することは、市場品質の向上を図るのみならず、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報告書を作成するのは手間のかかる作業であり、作業履歴を自動的に記録する技術の開発が大きな課題である。そこで、保守作業者の動作を観測し、その履歴から作業記録を生成する手法を開発することとした。我々は、まず記録すべき基本動作を定義し、この基本動作で保守作業がきちんと記録できることを動作研究実験より確かめた。さらに、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。本論文では、作業者の動作から作業履歴を推定し、形式知として蓄積するシステムの枠組みを提案する。

1.1 研究の背景と目的 家電品や受配電・空調・通信設備などが故障した際、迅速に修理し、また、これらの機器が最適な状態で運用されるように保守点検を行うアフターサービスは、製造業にとって儲かるビジネス分野として注目されている。General Electric 社のジェットエンジン事業では、IT (Information Technology) を利用した高付加価値かつ生産性の高い保守サービス商品を開発した結果、製品販売よりも保守ビジネスのほうが数倍高い利益率を実現したことはつとに有名である。情報技術の進展により、顧客先にある製品の運転状況を遠隔監視したり、現地のサービスマンを遠隔のサービスセンターや開発部隊より支援したりすることが容易に可能となってきた。また、

「人間行動適合型生活環境創造システム技術プロジェクト」(HQL02)に見るように、人間の行動を計測・蓄積して、安全・快適で効率的な作業環境を創造する技術が注目されてきた。

我々は、製品・設備機器などのアフターサービスの実施内容を、構造化された情報として記録し再利用するシステムの研究開発を行ってきた^(1~4)。記録すべき保守業務の根幹は、対象機器の症状から故障原因を同定する推論過程、即ち Classification Task の事例である。この診断能力は、サービス員が持つべき最も重要な保守技能であり、サービス員は多くの経験を経てこの技能を身に付けてきた。新たな作業負荷を加えず、保守業務を構造化データ・形式知として蓄積し再利用できるようになれば、より効率的なサービスが実現できるだけでなく、保守事例を設備機器の運用、設計の改善に利用できる有効な市場情報源とすることが出来る。このような背景から、保守サービスにおけるサービスマンの行動を記録することにより作業内容・手順を形式知として蓄積するための技術開発に取り組むこととした。

図 1 に示すような保守サービスの Knowledge Management System を実現する際のボトルネックは、いかに追加負荷をサービスマンに課さず電子的に作業記録を作成するかである。従来の保守点検履歴報告書や修理伝票は、決まった書式の記録用紙に症状や処置内容のコードを記入するものがほとんどであった。この種の伝票の電子化も、その入力手間の増大懸念より現場からの反発が大きかった。真に意味のある作業記録を残す場合には、単にコード化された情報では不十分である。そこで、我々は工場管理の位置手法である動作研究に注目した。我々の手法の概

連絡先 :ものづくり大学 製造技能工芸学科
〒361-0038 埼玉県行田市前谷 333
Monotsukuri Institute of Technologists
333 Maeya Gyoda 361-0038 JAPAN
horii@iot.ac.jp, <http://www.iot.ac.jp/manu/HORI.html>

略ステップは以下である。

1. サービスマンの動作を加速度センサで測定し、動作履歴を記録する。
2. 動作履歴と背景知識（標準作業手順）より、実際に行われた作業手順を類推する。
3. 作業手順を事例（形式知）として蓄積し、共有再利用する。

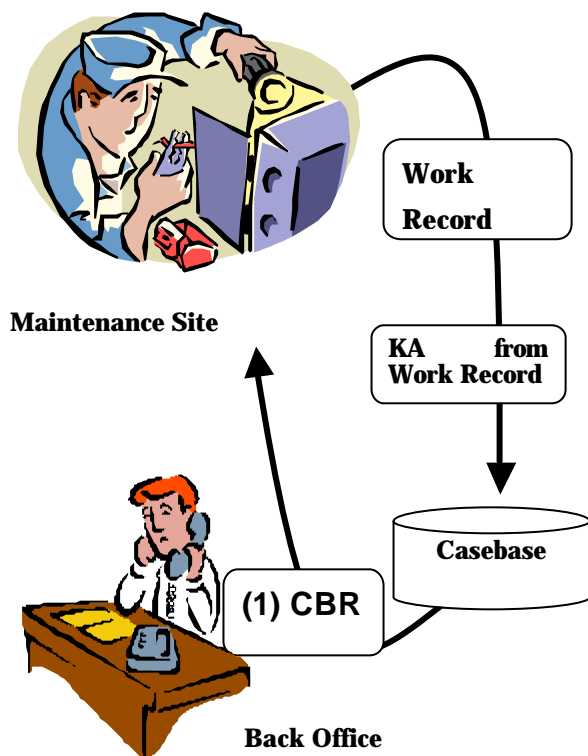


図 1. アフターサービスの知識・事例管理

fig. 1 After-sales service and Knowledge management

2. 保守作業の知識獲得

本節では、まず保守作業動作から形式知識を獲得する手法の全体の流れを説明する。次に、今回我々が用いた保守作業の基本動作について述べ、この基本動作を加速度センサによって観測する基礎実験結果を紹介する。さらに、実際の保守作業を模したロボット起動の動作研究実験結果を示し、定義した基本動作で十分保守作業を記録できることを示すと共に、保守作業を記録することの有用性を示す。

<2-1> 知識獲得手法の流れ

図 2 に、提案する保守作業の動作からの知識獲得の大きな流れを示す。まず、サービスマンの身につけたセンサ・システムから、時刻、サービスマンの手足の加速度、位置情報を記録する(Step-1)。手足の加速度情報から基本動作を抽出する(Step-2)。このようにして、記録された動作履歴と標準作業手順などの背景知識より実際の作業手

順を推論する(Step-3)。非常作業が行われた場合は、サービスマンにシステムがコメントの入力を要求する。コメント入力後、この非常作業は新たな分岐枝として故障木に追加され、蓄積される(Step-4)。

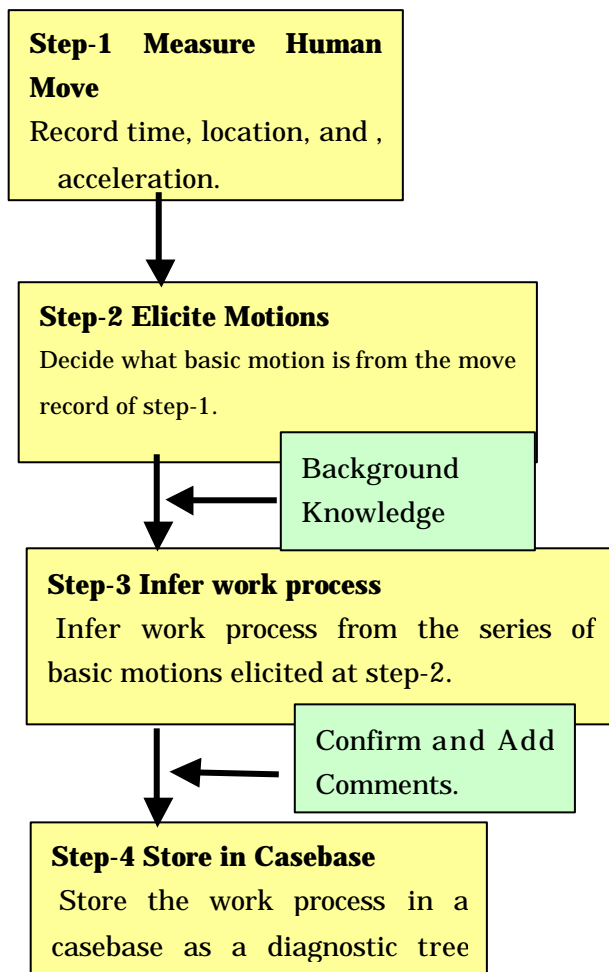


図 2 保守作業の知識獲得フロー

fig 2 Outline of Knowledge Acquisition

<2-2> 保守作業の基本動作 (Therblig)

管理工学 (Industrial Engineering) の分野では、生産現場で無駄のない作業を設計する手法として動作研究がある。この動作研究を行う際に広く用いられているのが、Therblig と呼ばれる、「のばす」、「つかむ」、「位置決め」、「組み立て」などの 18 種類の基本動作である (津村 78)。加工組み立て作業と異なるので、保守作業の動作を記録するに当たって、9 個の基本動作を策定し用いた (表 1 参照)。保守作業では、メーターの読み取り以外では、スイッチの On/Off や、バルブの開閉などの動作が多い。従って、この基本動作

の中で、腕を伸ばす動作 (Reach) が、最も重要なイベントである。

表 1 保守の基本動作(Therblig)

Table 1. Therblig Symbols for Maintenance

Motion	Description	Measurability
R (Reach)	Reach with arm.	
U (Use)	Push button etc.	×
GR (grip)	Grip handle.	×
IN (Inspect)	Inspect machine status.	
W (Walk)	Walk	
SI (Sit)	Sit down	
RI (Rise)	Rise on foot.	
WT (Wait)	Wait for machine response	×
TH (Think)	Think	×

表 1 に示す基本動作の内、加速度センサで比較的計測しやすいものには 印をつけた。U, GR などは、手の細かい動きを測定する必要があり困難である。しかし、U,GR の動作は R の動作を伴うことが多いので、R を測定できれば U,GR の動作の近傍を特定できる。対象装置の状態を読み取る IN の観測は動作からは判別が困難であるが、作業員のパソコンが装置の計測器よりデータを読み取る仕組みは簡単に作れるので とした。WT,TH は、作業者の思考状態を知る必要があるので、動作から直接的に測定するのは難しい。

<2-3> Therblig と加速度センサ

表 1 の基本動作のうち、“Reach”の動作が加速度センサで計測可能か基礎実験した。その様子を図 4 に示す。加速度センサは、アナログデバイス社の ADXL202 を用いた。この IC は X-Y 二軸の加速度センサをもち、最大 2G まで測定でき、4mG の分解能を持つ。サンプリング周期は 40Hz とした。図 3 の写真に示すように、右手に腕方向が Y 軸となるように、加速度センサを装着した。図 4 に、このセンサを用いて計測した REACH 動作の結果を示す。右手が下りた状態では、Y 軸が重力方法と同じになるので、Y 軸の値が 1G に近い値となる。一方、右手を伸ばした状態では、右手が水平となるため重力の影響が小さくなるので Y 軸の値

は小さな値となっている。このグラフを見ると、X 軸と Y 軸のデータが交差した箇所で、Reach 動作が明確に現れている。この実験結果より、加速度センサにより腕や脚の姿勢の変化を計測することが出来ることがわかる。

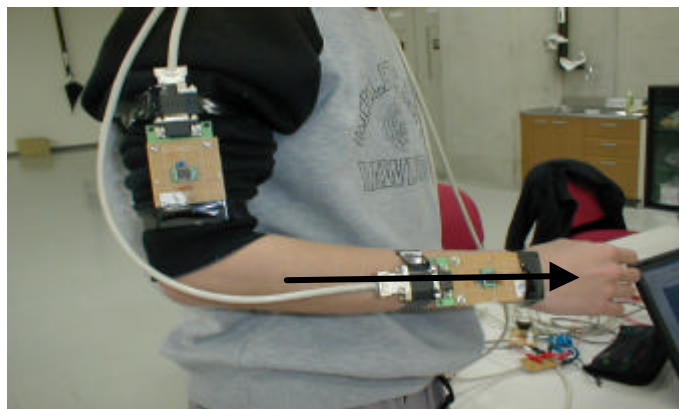


図 3 加速度センサによる Reach 動作の検出

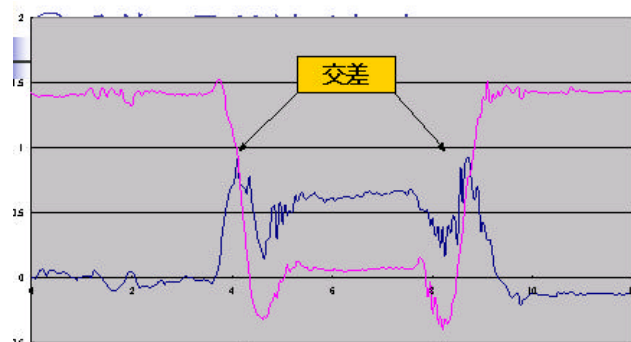


図 4 加速度センサによる Reach 動作の測定結果

3. まとめ

保守業務を記録するのに、サービスマンの動作に注目し、動作履歴から保守作業手順を生成する枠組みを提案した。判別記録すべき 9 個の基本動作を決定し、加速度センサで重要な基本動作である Reach 動作が計測可能であることを確かめた。

今後、加速度センサを使って一連の作業データから基本動作の抽出を試みる。また、基本動作履歴から背景知識を利用して、作業手順を生成するアルゴリズムを考案し、実際の保守作業で自動的に記録できるシステムを開発して行きたい。

参考文献

- [堀 94] 堀, 杉松, 東, 滝: 「Doctor:事例ベース推論を用いたフィールドサービス支援システム」, 人工知能学会論文誌, Vol.9, No.6, pp.908-916 (1994)
- [大石 00] 大石, 堀: 「製造業における販売・サービス情報システムの現状

- と課題」, 流通科学大学 流通科学, Vol27, pp.22-35 (2000).
- [長江 01] 長江雅史,堀聡,瀧寛和,平田勝久,芹川一朗: 「大形回転機の設計品質支援システム」, 電気学会産業応用部門誌, Vol. 121-D, No. 1, pp.125-132 (2001)
- [堀 01] 堀, 瀧, 鷲尾, 元田: 「属性優先度付きバスケット分析を用いた市場品質監視システム」, 電気学会論文誌 C, (Aug. 2001)
- [長暮 01] 長暮, 花房, 古田: 「保守技術継承のための学習支援システム」, 人工知能学会論文誌, Vol.16, No.6, pp.531-538 (2001).
- [山足 00] 山足: 「実写映像と CG の融合による監視制御システムのヒューマンインターフェース」, 電気学会学会誌, Vol.120, No.7,pp.411-413 (2000).
- [Matsushita01] Soichiro Matsushita: "A Headset- Based Minimized Wearable Computer", IEEE Intelligent systems, Vol.16, No. 5, pp. 28-32 (2001)
- [白藤 01] 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)
- [津村 78] 津村, 佐久間: 「作業研究」, 丸善 (1978).
- [Anerousis02] N.Anerousis, E. Panagos: "Making Voice Knowledge Pervasive", IEEE Pervasive Computing Vo.1, No.2, pp.42-48 April-June 2002
- [HQL02] 「人間行動適合型生活環境創造システム技術」, 第三回シンポジウム要旨集 (2002)
- または <http://www.hql.or.jp/gpd/jpn/www/grp/kodo/index.htm>
- [高木 02] 高木 靖浩, 堀 聡, 松浦 哲也, 瀧 寛和, "Motion Study を利用した保守作業の知識獲得", 電気学会 電子・情報・システム部門大会 講演論文集, pp 688-691 (2002).
- [堀 02] 堀 聡, 松浦 哲也, 瀧 寛和, "保守作業支援システムとその知識獲得手法", 人工知能学会 知識ベース研究会 SIG-KBS No.57, (2002).