

令和元年6月27日現在

機関番号：55201

研究種目：挑戦的研究(萌芽)

研究期間：2017～2018

課題番号：17K18685

研究課題名(和文)職人の持つ暗黙知的技能の解析と技能評価装置の開発

研究課題名(英文) Analysis of implicit intellectual skill possessed by craftsman and development of skill evaluation device

研究代表者

片山 優 (Katayama, Masaru)

松江工業高等専門学校・電気情報工学科・准教授

研究者番号：30390488

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,800,000円

研究成果の概要(和文)：紙漉き(手漉き)を対象とした技能評価装置の開発を行った。紙漉き歴の異なる被験者の動作計測と視線計測を行い、完成した和紙の重さと厚みをもとに技能評価を試みた。計測結果より視線移動による有意な差は見られなかったが、動作計測においては紙漉き歴の長い職人に高い動作再現性が見られた。また、技能の差について漉き方による動作の違いから考察することができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

島根県内の伝統工芸は、石州和紙や出雲民芸紙に限らず多くの分野で、職人の高齢化や後継者問題を抱えている。本研究により手作業を中心とする伝統工芸において職人の高い動作再現性が確認された。職人の動作をもとに技術伝承に効果を見いだせる方法を確認すれば、県内の伝統工芸に限らず幅広く技能伝承に応用できる取組みであると考えられる。

研究成果の概要(英文)：A skill evaluation system for paper-making was developed. We measured motion and gaze of subjects with different paper-making history, and tried to evaluate skill based on the weight and thickness of the completed Japanese paper. From the measurement results, no significant difference was found due to the movement of the eye gaze, but in the measurement of motion, high performance repeatability was seen in the craftsman. In addition, the difference in skills was considered from the difference in movement depending on paper-making.

研究分野：計測工学

キーワード：紙漉き 暗黙知的技能 手作業 職人 技能評価

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

「和紙：日本の手漉和紙技術」はユネスコ無形文化遺産として 2014 年に登録され、和紙の良さが改めて注目されるようになった。一方、和紙作りの担い手である紙漉き職人は、高齢化が進み、石州和紙の産地である島根県浜田市三隅町の職人は 4 人（うち伝統工芸士は 3 人）しかいないのが現状である。また、伝統工芸士の資格を得るためには、最低でも 12 年以上の経験が必要であり、紙漉きの技能修得の困難さが容易に想像できる。そこで本研究では、モーションキャプチャリング技術を用いて紙漉き職人の持つ暗黙知的技能を定量的に計測・解析し、技能伝承の一助を担えるような技能指導法の模索を試みる。また、紙漉き動作の自主練習を効率化することを目的とし、防水型 9 軸ワイヤレスモーションセンサを用いた技能評価装置の開発を行う。

2. 研究の目的

職人の動作データおよび弟子グループ、未経験者グループの動作データを測定し、各動作の特徴量を定量的に解析し、職人の暗黙知の技術の効率的な伝承方法について検討することを目的とする。また、自分の紙漉き動作の良い点、悪い点を表示する技能評価装置の作成を目指している。

3. 研究の方法

紙漉きの技能評価装置作成にあたり、モーションキャプチャリング技術を用いた動作データの取得・解析とアイマークレコーダを用いた視線移動計測を行う。紙漉きの工程は、掛け水、調子水、捨て水の 3 つの工程に分けられる。これらの工程ごとに動きを測定するため、紙漉きの道具である簀桁（すけた）に 9 軸モーションセンサを取り付けた。また被験者が紙漉き時にどの箇所を見ているかを測定するためにアイマークレコーダを装着し計測した。さらに完成した和紙の重さと 9 カ所の厚みを測定し、そのばらつきを評価した。

4. 研究成果

今回の計測にあたり、未経験者グループは商品レベルとは程遠い紙しかできなかったため評価対象から外している。表 1 に紙漉き歴 44 年の職人と紙漉き歴 2 年の弟子が製紙した大判（1350 mm × 420 mm）の和紙 6 枚分の重さの平均値、標準偏差を示す。職人と弟子の漉く大判の和紙の平均の厚さを比較すると、職人は弟子に比べ厚さが 1.27 μm 薄いことから、職人は弟子に比べ薄い和紙を漉いている傾向がみられた。職人と弟子の和紙の重さの標準偏差を比べると職人の方が 1.14 g 少ないことから、職人の作る和紙は弟子の作る和紙に比べ重さのばらつきが少ないことがわかる。

表 1 和紙の重さ(大判)

	職人	弟子
1枚目	27.38 g	29.45 g
2枚目	27.65 g	28.00 g
3枚目	26.90 g	30.25 g
4枚目	27.68 g	30.11 g
5枚目	27.07 g	26.45 g
6枚目	26.28 g	26.31 g
平均	27.16 g	28.43 g
標準偏差	0.48 g	1.62 g

図 1、図 2 に職人と弟子の大判の和紙の重さが最大（職人 4 枚目、弟子 3 枚目）と最小（職人 6 枚目、弟子 6 枚目）のときの簀桁の角度(Y 軸)を示す。大判では掛け水から調子水にかけて簀桁を大きく傾け、紙料をすくう動作が 3 回行われている。紙料をすくう際の簀桁の角度最大値を比較すると、職人・弟子共に 4 枚目、3 枚目が大きく、平均で職人は 0.24 deg、弟子は 1.59 deg の差がみられた。調子水では、紙料をすくった後、簀桁を上下に振る動作が行われている。振りでは、簀桁の手前側を紙料が入っている漉き舟に着け簀桁を傾げるため、簀桁の上の紙料が手前側に移動すると考えられる。そのため、出来上がる和紙の手前側が厚くなると考えられる。また、振りでの簀桁の角度最大値と最小値の差を比較すると、職人・弟子共に 4 枚目、3 枚目が大きく、職人は 3.12 deg、弟子は 0.38 deg の差がみられた。弟子の紙漉き動作では、6 枚目に比べ 3 枚目の調子水の時間が 2.25 s 長く行われていた。

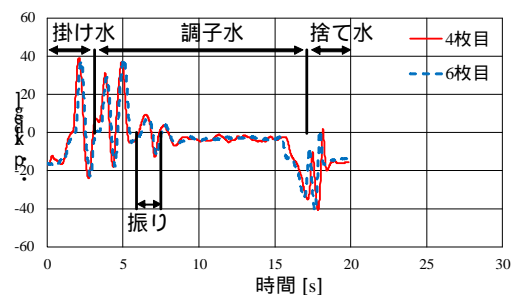


図 1 職人の簀桁の Y 軸角度(大判)

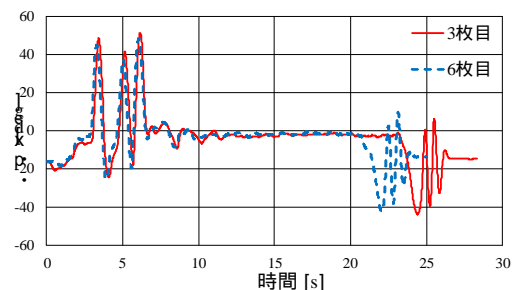


図 2 弟子の簀桁の Y 軸角度(大判)

図3, 図4に調子水での簀桁をゆする動作での簀桁のZ軸角速度を示す。職人と弟子の簀桁をゆする動作を比較すると、職人は簀桁を左右にゆする動作時間に4枚目と6枚目で差は見られなかったが、角速度の振幅が2倍程度の違いが見られる箇所(11~15s)が存在する。弟子のデータでは、6枚目に比べ3枚目の簀桁をゆする時間が長くなっているという結果が得られた。この動作の違いにより、繊維同士がより絡まりあい紙の重さの違いとして表れているのではないかと考えられる。

職人と弟子の動作を計測した大判の和紙の紙漉き動作について重回帰分析を行うため、目的変数を和紙の重さ、説明変数に紙料をすくう際の簀桁の角度最大値平均、振りでの簀桁の角度最大値と最小値の差、調子水時間を用いて重回帰分析を行った。職人の重回帰分析では、簀桁の角度最大値平均と振りでの簀桁の角度最大値と最小値の差を説明変数として用いた場合に、精度の高い重回帰式を求めることができた。しかし、弟子の計測データも同様に重回帰分析を行ったところ、重回帰式を求めることはできなかった。この原因は、弟子の紙漉き動作において、職人に比べ毎回の簀桁の動かし方や調子水時間にばらつきがみられることが要因として考えられる。

今後の課題として、これらの要因を漉き手にフィードバックし、効率的な指導方法の確立が挙げられる。また、被験者となる紙漉き職人の絶対数が少ないため、他の地域の職人に協力を依頼し、今回の研究で得られた知見の有効性を検討する必要がある。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 0件)

〔学会発表〕(計 2件)

池尻 彩輝 片山 優 紙漉き技能評価のための動作解析 第61回自動制御連合講演会 2018, 897-899

池尻 彩輝, 片山 優, 紙漉き技能評価のための動作計測, スマートシステムと制御技術シンポジウム 2019, 2019, 897-899

〔図書〕(計 0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年:
国内外の別:

取得状況(計 0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:

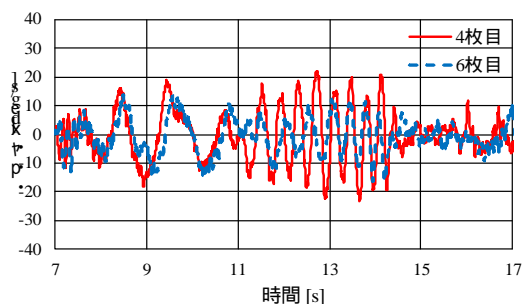


図3 職人の簀桁のZ軸角速度(大判)

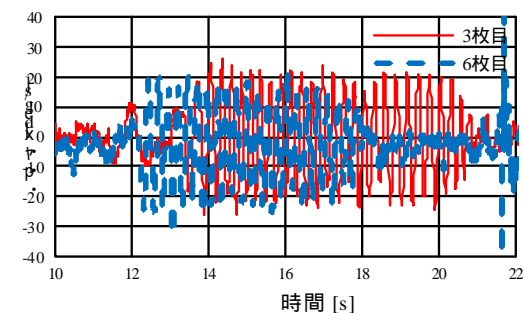


図4 弟子の簀桁のZ軸角速度(大判)

取得年：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名：

ローマ字氏名：

所属研究機関名：

部局名：

職名：

研究者番号（8桁）：

(2) 研究協力者

研究協力者氏名：

ローマ字氏名：

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。