

モノづくりワークショップを対象とした 振り返り動画作成支援システム

中江 一哉^{a)} 沖 真帆^{b)} 塚田 浩二^{c)}

概要: 近年、3Dプリンター等のデジタル工作機器の低価格化などにより、一般の生活者がモノづくりに携わることができるパーソナルファブ리케이션の時代が到来しつつある。こういったファブ時代の到来に伴い、FabLabなどが主催となり、デジタル工作機械を用いたモノづくりワークショップが頻繁に開催されている。こうしたワークショップでは、制作物だけでなくその過程も重要な体験であるが、制作過程を手軽に記録して振り返ることは難しい。そこで本稿では、モノづくりワークショップの振り返り動画の作成支援システムを提案し、プロトタイプを試作する。さらに、本システムを利用した際に蓄積されるデータを利用した応用例について議論する。

Support System for Summarizing Videos of FAB Workshops

NAKAE KAZUYA^{a)} OKI MAHO^{b)} TSUKADA KOJI^{c)}

Abstract: As digital machine tools like 3D printers have become cheaper and popular, even common people come to involve personal fabrication. Recently, manufacturing workshops using digital machine tools have been often held by maker community (e.g., FabLab). In such workshop, manufacturing processes are also important experiences for attendees. However, they often have difficulty to record manufacturing processes. In this paper, we propose a support system for recording/summarizing videos of FAB workshops. We develop a prototype and discuss possible applications using data stored by our system.

1. 背景

近年、3Dプリンターなどのデジタル工作機器の低価格化により、一般の生活者が気軽にモノづくりに携わることができるパーソナルファブ리케이션時代（以下、ファブ時代）が到来しつつある。こういったファブ時代の到来に伴い、FabLab^{*1}などが主催するモノづくり体験ワークショップが多数開催されている（図1）。こうしたワークショップでは、制作物だけでなく、デジタル工作機械を使った制作過程も重要な体験となる。しかし、主催者／参加者共に自身の作業に追われてしまい、制作過程の撮影／編集等までは手が回らないことも多い。こうした状況は、

参加者／主催者の双方にとって機会損失があると考えられる。すなわち、制作過程を映像などで手軽に振り返る方法があれば、参加者にとっては、自らの技術向上に役立てたり、将来的な制作意欲の向上に繋がる可能性がある。また、主催者にとっては、ワークショップの体制／進行などの振り返りや、ワークショップ体験をWeb等で共有する際のプロモーション、さらにはワークショップのマニュアル作成等に幅広く活用できる。そこで、本研究では、ワークショップの様子を自動的に動画で撮影し、参加者が手軽に編集できるようにすることで、ワークショップの振り返り動画の作成を支援するシステムを提案する。

2. 関連研究

本章では、本研究に関連する研究事例について「モノづくり支援を目的とした研究」と「動画編集の負担軽減を目的とした研究」の2つの領域から紹介する。

¹ 公立はこだて未来大学 システム情報科学研究科 システム情報科学専攻

a) g2116032@fun.ac.jp

b) okimaho@acm.org

c) tsuka@acm.org

*1 <http://fablabjapan.org/>



図1 モノづくりワークショップの例
Fig.1: Example of a FAB workshop

2.1 モノづくり支援を目的とした研究事例

デジタル工作機械を用いたモノづくりの支援を目的とした研究が数多く行われている。

FabNavi[1] は、組立方法をプロジェクターで机上に投影することで、専門の知識や技術を持たない初学者の組立作業を支援するシステムである。SketchChair[2] は、インタラクティブに椅子のデザインを調整して、レーザーカッター等で出力可能なパーツデータを出力することができるシステムである。PacCAM[3] は、レーザーカッター等のデータ作成時に材料の節約をするために、部品の効率的な配置を支援するシステムである。このように、データの作成から出力、組み立てまであらゆる工程で支援を目的とした研究が行われている。

2.2 動画編集の負担軽減を目的とした研究事例

動画の編集を行うためには、専門の知識や経験が必要であり、初学者が動画編集を行うためには、多大な労力と時間を必要とする。こういった問題を解決するために動画の編集によって発生する負担を軽減することを目的とした研究が数多く行われている。

CinemaGazer[4] や CookSum[5] は、与えられた字幕情報をもとに動画の重要度が高い箇所と低い箇所の推測を行い、再生速度を変化させることで短時間での動画の視聴を可能にするシステムである。DemoCut[6] は、ユーザが指定したフレームの分析を行い、不要箇所の高速再生やカット、重要箇所の強調表示などの処理を半自動で行うことで、動画編集を支援するシステムである。また QuickCut[7] は、ナレーションと動画フレームの関連性をユーザが選択することで、フレームの重要度を判断して不要部分をカットするシステムである。

しかし、これらの先行研究は、動画の短時間での視聴や、動画マニュアルの作成などを対象とした研究であり、モノづくりワークショップの振り返りを対象としている先行研究は行われていない。そこで本稿では、モノづくりワーク

ショップを対象として、参加者がワークショップを振り返りながら動画の編集を行える、動画編集支援システムを提案する。

3. 提案

本章では、提案システムの要件を探るための予備調査と、その結果に基づく設計方針について述べる。

3.1 予備調査

本システムの開発を行う前に、FabLab Hakodate β *2が主催するワークショップを観察し、さらに参加者にワークショップの振り返りに関する簡易的なインタビューを行った。その結果、多くの参加者が「ワークショップの様子を（動画などで）振り返りたい」と回答していたが、実際には参加者／主催者共に手を動かす作業が多く観察され、主体的に記録をするのは困難だと思われた。また、具体的に振り返りたい内容としては、「主催者とのやりとり」「失敗した箇所」などが挙げられた。

3.2 コンセプト

予備調査の結果に基づき、提案システムの設計を進めた。ここでは、提案システムの3つのコンセプトを説明する。

- (1) (半)自動的な撮影
- (2) 複数視点からの撮影
- (3) 振り返りと一体化した手軽な動画編集

1つ目は、撮影をほぼ自動で行うという点である。モノづくりワークショップの振り返りを行う機会が少ない原因の一つとして、主催者／参加者ともに、自身の作業に集中してしまうため、制作過程を手動で撮影し続けることが難しいという点がある。そこで制作過程の動画撮影を(半)自動化することで、主催者／参加者ともに自身の作業に集中できるよう配慮する。

2つ目は、複数視点からの動画撮影を行うという点である。カメラの取り付けの容易さと、動画から得られる情報の有効性を考慮して、図2の位置関係でカメラを配置することを想定している。すなわち、作業机の上部に固定した俯瞰視点、ワークショップ主催者の胸部に固定した主催者視点、そして参加者の胸部に固定した参加者視点の三点である。図3に各視点から撮影した映像の事例を示す。俯瞰視点の映像(図3左)は、作業の様子を常時安定して撮影することができる。主催者視点の映像(図3中央)は、参加者がモノづくりを行っている様子を、第三者の客観的な視点で撮影することができる。参加者視点の映像(図3右)は参加者の手元が大きく写されており、手元の細かい作業を振り返る際に活用することができる。このように複数視点からの動画を用いることで、動画による振り返りをより

*2 <http://fablabhakodate.org/>

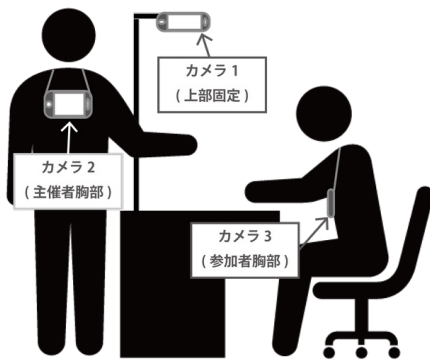


図2 複数カメラの位置関係図

Fig.2: Allocations of multiple cameras

充実させることができると考えた。

3つ目は、振り返りと一体化した動画編集が可能であるという点である。ワークショップの参加者は、撮影された複数視点の動画をタブレットなどで視聴しながら、関心の高い箇所を選択することで簡易的なタグ付けを行う。これにより、参加者が自身のワークショップの様子を振り返りながら、関心が高い箇所を集めたワークショップの振り返り動画を作成することができる。作成したインターフェースについては次章で記述する。

4. 実装

本章では、動画撮影システムと動画編集システムのプロトタイプについて紹介する。

4.1 動画撮影システム

動画の撮影は、ワークショップの主催者側が用意したスマートフォンを利用して行う。スマートフォンは前述したように、俯瞰視点／主催者視点／参加者視点の三つの視点から撮影する。俯瞰視点では机の上約1mから撮影するための固定具を、主催者／参加者視点では首にかけるための固定具を実装した。スマートフォン上では動画撮影プログラムが動作しており、動画は撮影終了後に自動的にサーバーへアップロードされる。

4.2 動画編集システム

本章では作成した動画編集システムについて記載する。本システムはWindowsタブレット上で動作するソフトウェアであり、動画再生／タグ付け部、シークバー、サムネイル表示部の3つの要素によって構成されている(図4)。

4.2.1 動画再生／タグ付け

ユーザはシステム起動後に振り返り動画のもとになる動画をサーバー上から選択する。次に、画面左上の再生ボタンを押すことで、全ての動画をまとめて再生できる。この

際、再生ボタン直下のトラックバーを操作することで動画の再生速度を変更することができる。ユーザは再生されている動画の中で、関心の高い箇所をタップすることで、その瞬間のフレーム画像とタイムスタンプがタグとして記録され、最終的に振り返り動画を要約する際に使用される。

4.2.2 シークバー

各シークバーは現在の動画の再生時間と連動しており、シークバーを移動させることで再生中の動画のフレームを任意の位置に移動させることができる。シークバーの左には作成されたタグのサムネイル画像を表示している。また作成されたタグに応じて、シークバーの対応する位置に印を表示することで、ユーザはどのタイミングにタグをつけたかを確認しながらタグ付け作業を行うことができる。

4.2.3 サムネイル表示部

サムネイル表示部では、つけられたタグに対応するサムネイル画像を時系列に沿って表示している。表示されているサムネイルを選択することで、対応する再生時間へ移動することができる。サムネイル画像の一覧を表示することで、参加者はタグ付け作業中に作成される動画をイメージしながら作業を行うことができる。

5. 議論

本章では本システムの機能拡張や蓄積データを用いた応用例について議論する。

5.1 画像認識による自動タグ付け

現在の動画編集システムでは、タグ付けのすべてを手動で行っているが、今後はタグの一部を自動で付与させる拡張機能の作成を検討している。拡張機能として、笑顔認識や、手の検出を用いた自動タグ付けなどを検討している。笑顔認識は主催者視点で撮影された動画に対し、参加者の笑顔を検出し自動でタグ付けを行う。笑顔の認識はOpenCV^{*3}の笑顔認識ライブラリを用いて行う。手検出は机上の固定カメラによる撮影動画に対し適応し、動画内に手が長時間写っている場合にタグ付けを行う。手の検出は、色情報を用いて行い、肌色の面積が一定値を超えた場合に手が検出されたこととする。手以外の机や木材のような肌色に近いものの誤検出を防止するために、フレーム間差分を用いる。これらの自動タグ付け機能を任意に利用することで、参加者は作業を省力化することができる。

5.2 モノづくりマニュアル作成支援

本システムでは、ワークショップ参加者にとって重要度が高い作業過程を抽出することが出来る。よって、ワークショップのプロセスや組立過程をマニュアル化の際に、こうした情報を活用できる可能性がある。たとえば、ワー

*3 <http://opencv.org/>



図 3 複数視点による撮影動画, 左: 机上の固定カメラ, 中央: 主催者視点, 右: 参加者視点

Fig.3: Videos from multiple viewpoints: tabletop view (left), organizer view(center), participant view(right)



図 4 本システムのインターフェース

Fig.4: Interface of our system

クショップと同一の内容で動画マニュアルを作成する際に、重要度の高い作業の行われているフレーム以外を自動で高速再生するなどして、マニュアル作成/編集の負担を軽減することができる可能性がある。もちろん、マニュアルとしての重要度と振り返り視点での重要度は異なる可能性はあるが、今後積極的な検討を進めていきたい。

6. まとめ

本稿では、モノづくりのワークショップの振り返りを支援するための動画撮影/編集システムについて記載した。まず、俯瞰視点/主催者視点/参加者視点からワークショップの工程を撮影し、撮影動画に対して参加者自身の関心の高い箇所を選択することで、要約動画を作成することができる。本システムを利用することで、参加者にとっては、自らの技術向上に役立てたり、将来的な制作意欲の向上に繋がる可能性がある。また、主催者にとっては、ワークショップの体制/進行などの振り返りや、ワークショップ体験を Web 等で共有する際のプロモーション、さらにはワークショップのマニュアル作成等に幅広く活用できる。今後は、蓄積されたデータ等を用いて、タグ付けの一部自動化や、ワークショップのマニュアル作成支援などに繋げていきたい。

謝辞

本研究は JST CREST の支援を受けた。

参考文献

- [1] K. Tsukada, M.Oki, K. Watanabe, and D. Akatsuka. "FabNavi: Support system to assemble physical objects using visual instructions." Paper presented at Fab10, Vol. 2, pp. 2-8, 2014.
- [2] G. Saul, M. Lau, J. Mitani, and T. Igarashi. "SketchChair: an all-in-one chair design system for end users." Proceedings of the fifth international conference on Tangible, embedded, and embodied interaction. ACM, pp. 73-80, 2011.
- [3] D. Saakes, T. Cambazard, J. Mitani, and T. Igarashi. "PacCAM: material capture and interactive 2D packing for efficient material usage on CNC cutting machines." Proceedings of the 26th annual ACM symposium on User interface software and technology. ACM, pp. 441-446, 2013.
- [4] K. Kurihara. "CinemaGazer: a system for watching videos at very high speed." Proceedings of the International Working Conference on Advanced Visual Interfaces. ACM, pp. 108-115, 2012.
- [5] 橋本遼太郎, 塚田浩二, 栗原一貴. "CookSum: 動画レシピ作成支援システム", ソフトウェア科学会 WISS2014 論文集, pp. 131-132, 2014.
- [6] P. Y. Chi, J. Liu, J. Linder, M. Dontcheva, W. Li, and B. Hartmann. "Democut: generating concise instructional videos for physical demonstrations." Proceedings of the 26th annual ACM symposium on User interface software and technology. ACM, pp. 141- 150, 2013.
- [7] A. Truong, F. Berthouzoz, W. Li, and M. Agrawala. "Quickcut: An interactive tool for editing narrated video." In Proc. UIST, Vol. 16, pp. 517-528, 2016.