

令和 6 年 5 月 1 日現在

機関番号：15301

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2023

課題番号：19K02731

研究課題名（和文）VR・AR技術を用いた木材加工実習支援ツールの開発

研究課題名（英文）Development of Support Tools for Wood Processing Practice using VR and AR Technology

研究代表者

入江 隆 (Irie, Takashi)

岡山大学・教育学域・教授

研究者番号：70253325

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、木材加工の製作実習において設計段階で生徒が製作品の問題点、改善点に気づくことを支援するツール開発を自指した。具体的には、近年、様々な場面で利用されているAR・VR技術を利用した支援ツールを開発した。AR・VR技術を用いることにより生徒の構想を具現化し、その問題点や改善点に気付かせる。設計段階で生徒が早期に問題点や改善点に気付くことによって小さなPDCAサイクルを発生させ、生徒の問題解決能力を高めていくことができると考える。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、力覚呈示装置を利用したVR技術とAR技術を組み合わせ学校現場に持ち込み、生徒の問題解決能力の向上を図るという点で、従来見られなかった試みである。教育現場での活用を試み、その検証を行うことは、現在、ゲーム等で広く利用されつつあるVR・AR技術の活用範囲を更に押し広げる上で極めて有意義なものである。また、ICTを活用した問題解決能力の向上という点においても有用な先行事例となる。

研究成果の概要（英文）：In this study, we aimed to develop a tool to support students in noticing problems and points to be improved in the design stage of woodworking practice. Specifically, we developed a support tool using AR/VR technology, which has been used in various situations in recent years, to help students realize their concepts and notice problems and points to be improved. We believe that by noticing problems and points to be improved at an early stage in the design phase, students can generate a small PDCA cycle and enhance their problem-solving abilities.

研究分野：技術科教育

キーワード：教材開発 中学校技術・家庭科【技術分野】 材料と加工の技術 設計 製図 VR技術 AR技術

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、研究者個人に帰属します。

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

中学校技術・家庭科【技術分野】における木製品の製作では、中学校学習指導要領にあるように、作るだけ为目的ではなく、ものづくりを通して生徒の問題解決能力を高めることが大切である。そのためには「設計」「製作」「完成後」の各段階において評価し、問題点があれば修正・改善していく場面が不可欠である。しかし授業時間数の制約から、製作途中の計画変更や製作後の修正は不可能である。解決策として、「設計」段階において生徒が試行錯誤する機会を設けることが考えられるが、構想を作図等にまとめた段階で生徒が完成予想物の問題点、改善点に気づくことは難しい。VR・AR技術の発展は近年目覚ましく、最新のVR研究成果の一つである3次元力覚呈示装置を利用することで、生徒はよりリアルな体験が可能となる。

2. 研究の目的

本研究では、木製品の製作の「設計」段階において、生徒が完成予想物を容易にかつ正確に把握できるような支援ツールをVR・AR技術を用いて開発する。これにより生徒が完成予想物を容易かつ正確に把握し、自ら構想の問題点に気づき、速やかに修正すること(PDCAサイクル)が可能となる。支援ツールを提供することにより生徒の問題解決能力の向上に貢献する。

3. 研究の方法

開発する支援ツールはPCと完成予想物に直接触れられる力覚体験を提供する3次元力覚呈示装置及び完成予想物を実空間に提示するタブレット端末により構成される。本研究で以下に示すアプリケーション開発とその基になる手法(製図用紙から完成予想物を検出する方法など)の検討を行う。

- ・生徒が描いた構想図から木製品の電子データを作成(1),(2)の準備)するためのタブレット端末用アプリケーション開発。
- ・VR技術を用いて完成予想物を仮想空間に呈示し、力覚デバイスを利用してその完成予想物に直接接触り、回転させて観察できるようにするPCアプリケーション開発。
- ・AR技術を用いて完成予想物を現実空間上に呈示し、そのサイズ感、周囲との調和等を体験できるようにするタブレット端末用ARアプリケーション開発。

4. 研究成果

(1)木材加工実習支援ツールの全体構想

支援ツールの中心は、生徒が描いた製図から構想した製作品の各部材を3Dオブジェクトとしてデジタル化するアプリケーションである。まず生徒が描いた製図をカメラ撮影し、その写真データから製作品の構成部材を3Dオブジェクトとして抽出する。そして、そのデータを用いてAR・VR技術により構想された製作品を具現化する。AR技術により製作品の完成予想物を現実空間上に呈示し、そのサイズ感、周囲との調和を体験することができる。またVR技術により製作品を仮想空間に呈示し、3次元力覚呈示装置を用いて呈示されている製作品に触り、回転させて観察できるようにする。支援ツールの概要を図1に示す。

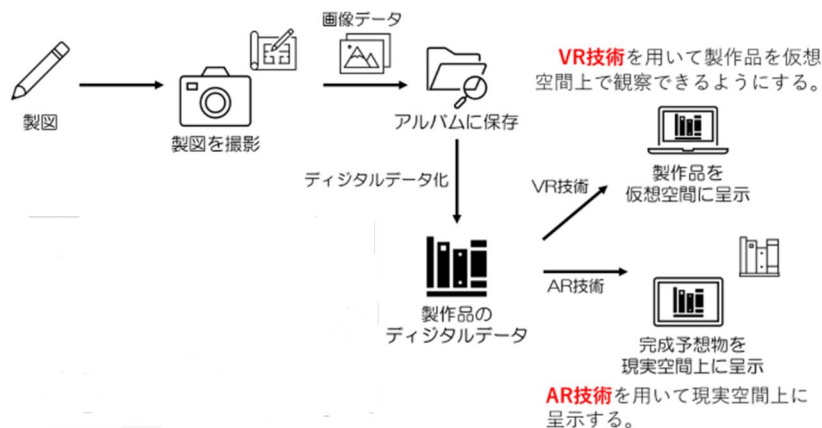


図1 木材加工実習支援ツールの全体構想

(2)電子データ化に適した製図方法の検討

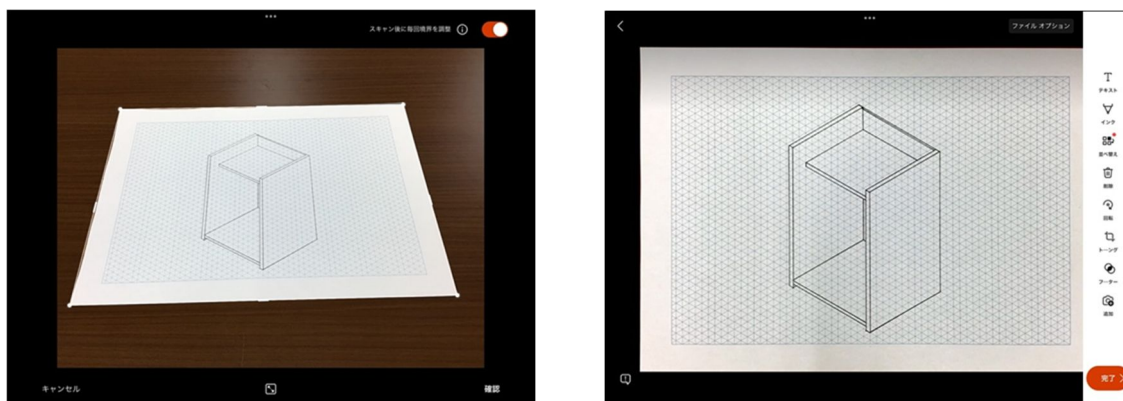
生徒が構想した製作品を製図に描く場合には、等角図、第三角法、キャビネット図が考えられる。中学校学習指導要領(平成29年告示)解説技術・家庭編には「イ(2)の製作に必要な図については、主として等角図及び第三角法による図法を扱うこと。」と記載がある。つまりキャビネット図での材料と加工の技術の学習は推奨されていないことが読み取れる。製図からデジタルデータ化する観点においては、その難易度に大きな差はない。等角図とキャビネット図は立体図であるのに対して第三角法による正投影図は三面図である。VR・AR技術との親和性の観点においては、VR・AR空間に完成予想物を立体的に呈示し、かつ、それを回転させることができることから立体図で描く等角図とキャビネット図が適当である。これらの検討結果を表1にまとめるが、今回は製図方法として等角図を用いる。

表 1 電子データ化に適した製図方法の検討

	等角図	第三角法	キャビネット図
学習指導要領	○	○	×
デジタルデータ化	○	○	○
VR・AR との親和性	○	×	○

(3)製図の写真撮影と補正

生徒が描いた製図用紙をタブレット端末で写真撮影を行うが、この際に製図タブレット端末の距離や角度によって画像データに歪みが生じてしまう。画像データに歪みが生じると正確なデジタルデータを取得できない。今回は撮影した画像データに台形補正をかけることにした。外部アプリ Lens を使用することで解決した。Lens とは Microsoft が提供しているアプリケーション (Microsoft Lens: PDF Scanner) であり、画像をキャプチャすることによってトリミングや拡張を行い、読み取り可能なデータに変換することができる。図 2 に Lens による補正を加える前後の画像データの例を示す。



(a) 補正前

(b) 補正後

図 2 製図の画像データの補正

(4)デジタルデータの抽出

デジタルデータの抽出はタブレット端末上で行う。ディスプレイに表示された製図の画像データから構成部材を直方体として検出する。1つの構成部材のある面の頂点3点をタッチすることで座標を取得する(図3)。残りの1点は自動的に算出され、部材の厚さは一定なので、その対向面の方向(上下左右)を指示することにより、対向面の頂点座標も自動的に決定される。

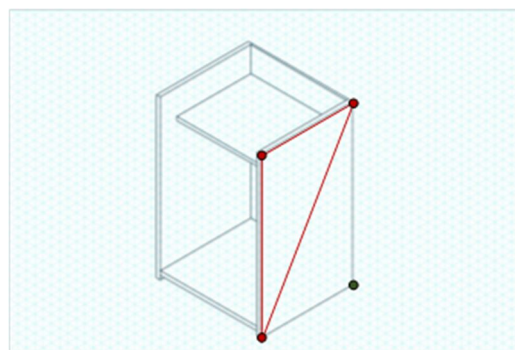


図 3 デジタルデータの抽出

(5)デジタルデータの変換

製図の画像データから抽出したデジタルデータを VR 空間や AR 空間に呈示するため、各技術に適したファイル形式に変換する必要がある。まず VR 技術を扱うためにテキスト形式を OBJ ファイル形式に変換する。OBJ ファイル形式とは wavefront 社が開発した 3D モデルのフォーマットであり、頂点や法線などの情報をもとにモデルが構成されている。作成した OBJ ファイル形式は 3 次元力覚提示装置を通してパソコンの画面に呈示されている製作品を直接触り、回転させて観察することができる(図4)。次に AR 技術を扱うためには SCN ファイルと PNG ファイルを用意することによって現実空間に製作品を呈示することができる。SCN ファイルとは製作品を成す 3D モデルとしての働きがあり、PNG ファイルは製作品のテクスチャとしての働きがある。これは Xcode の中で SCN ファイルに変換する。また Xcode に SCN ファイルと PNG ファイルを scenassets として入れておくことによってタブレット端末を用いて製作品



図 4 完成予想物を VR 空間に呈示

のAR表示を可能にする。このデジタルデータの変換を図5にまとめる。

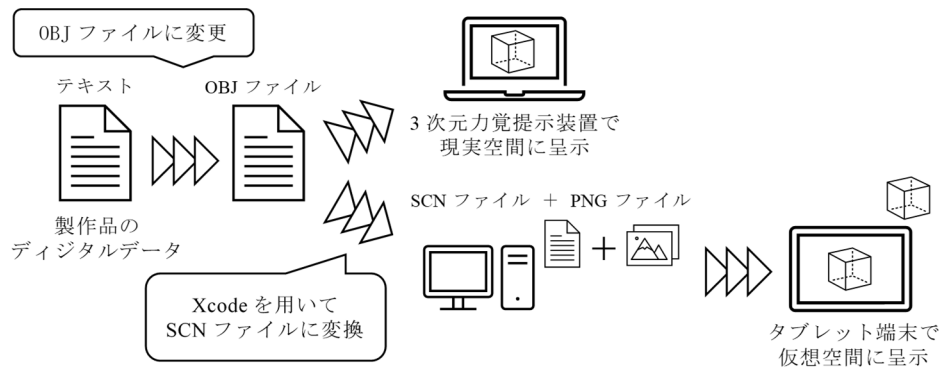


図5 デジタルデータの変換

(6) 木材加工実習支援ツールの評価

中学校技術科の教員を目指す大学生に支援ツールを体験してもらい、操作性、完成予想物の問題点や改善点を把握しやすいかどうか、等のフィードバックを得た。その結果、製図に描かれたものと比較して、VR・AR空間における実態把握が容易であることを確認することができた。改善点として、製図からデジタルデータを抽出するときとデジタルデータをVR・ARで利用するために変換するとき手間がかかる点の指摘があった。

(7) 今後の展開

本研究では生徒が描いた製図からデジタルデータを抽出する手法を取ったが、今後は生徒がCADを利用して直接電子データを作成する方法も有効である。(6)で述べた製図からデジタルデータを抽出する手間を省くことにもなり、よりスムーズな授業展開が可能となる。一方で、自らが描いた製図からデジタルデータが作られる様を経験することも刺激的であり、状況に応じた選択が望ましい。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計5件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 近藤孝俊, 入江隆
2. 発表標題 製図から製作物の3Dデータを作成するアプリケーションの開発
3. 学会等名 日本産業技術教育学会中国支部第50回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 近藤孝俊, 入江隆
2. 発表標題 AR・VR技術を用いた木材加工実習支援ツールに関する研究
3. 学会等名 日本産業技術教育学会中国支部第49回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 KONDO Takatoshi, KOBIKIYA Natsumi, IRIE Takashi
2. 発表標題 Development of Support Tools for Woodcraft Design using VR and AR Technology
3. 学会等名 International Conference on Technology Education 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 KOBIKIYA Natsumi, KONDO Takatoshi, NISHIZAKI Yasuharu, IRIE Takashi
2. 発表標題 Case Study on Technology Education Using a VR Material.
3. 学会等名 International Conference on Technology Education 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 入江隆
2. 発表標題 AR・VR技術を用いた木材加工実習支援ツールの開発
3. 学会等名 日本産業技術教育学会第66回全国大会
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	森岡 弘 (Morioka Hiroshi) (00249848)	山口大学・教育学部・教授 (15501)	
研究分担者	平田 晴路 (Hirata Seiji) (70189835)	岡山大学・教育学研究科・特任教授 (15301)	
研究分担者	笠井 俊信 (Kasai Toshinobu) (80335570)	岡山大学・教育学域・准教授 (15301)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------