

# 木製家具製造業における棚卸の効率化の基礎検討と 棚卸支援 Web アプリケーションの開発

森茂智彦<sup>1</sup> 山口穂高<sup>1</sup> 藤巻吾朗<sup>1</sup>

**概要:** 棚卸は、企業の正確な利益の把握や在庫管理に必要な作業である。製造業の棚卸では、組立後の製品だけでなく、製造過程にある部品や製造前の材料・原料の在庫数を把握する必要があるため、これらの在庫数を効率良く把握することが求められている。本研究では、在庫数の把握に用いられる重量センサ、RFID、画像による方法について、普及が進んでいない木製家具製造業への適用を検討した。画像を用いる方法については、検討を進める上での基盤を構築するため、カウント支援 Web アプリケーションを開発した。各方法を用いて木質部材の数を数えた時の本数と時間の比較を行った。結果、画像による方法が最も良い結果を得られた。

**キーワード:** 棚卸, カウント, Web アプリケーション, OpenCV.js

## Basic Study on the Efficiency of Inventory in Wooden Furniture Manufacturing Industry and Development of Inventory Support Web Application

TOMOHIKO MORIMO<sup>†1</sup> HODAKA YAMAGUCHI<sup>†1</sup>  
GOROH FUJIMAKI<sup>†1</sup>

**Abstract:** Inventories are necessary for companies to accurately determine their profits and manage their inventories. In the manufacturing industry, it is necessary to know not only the number of products after assembly, but also the number of parts in the manufacturing process, and the number of materials and raw materials before manufacturing, so it is necessary to know the number of these inventories efficiently. In this study, we examined the application of weight sensors, RFID, and image-based methods for inventory count to the wooden furniture manufacturing industry, which is not yet widely used. We developed a web application to support counting in order to build a foundation for examining the image-based method. We compared the number of wooden parts and the time taken to count them using each method. The results showed that the image-based method gave the best results.

**Keywords:** Inventory, Counter, Web Application, OpenCV.js

### 1. はじめに

棚卸は、企業の正確な利益の把握や在庫管理に必要な作業である[1]。製造業の棚卸では、組立後の製品だけでなく、製造過程にある部品や製造前の材料・原料も該当するため、センサなどを用いて在庫数を効率良く把握する研究が行われている[2][3][4][5][6][7]。研究で使われている方法として、重量センサ、RFID(Radio Frequency Identification)、画像を使った方法がある。

重量センサを用いる方法：数えたい製品や部材をまとめて重量センサに載せ、全体の重量を1個あたりの重量で割ることで数量を求める。カウンティングスケール[8]やスマートマット[9]などが実用化されている。

RFIDを用いる方法[10]：RFID タグと呼ばれる情報媒体を製品や部材1個ずつに貼り付けておく。在庫数を知りたい時には、専用のリーダーを用いてタグのデータを無線通信により読み込む。数メートル離れた距離の範囲内にある複

数のタグを一括で読み取ることができるため、在庫数(=貼り付けたタグの個数)を知ることができる。タグには部材コードなどの情報を記録できるため、該当する部材の数のみを知ることができる。様々な形状のタグが実用化されている。

画像を用いる方法：入荷時に製品の写真を撮影し登録しておくことで、棚卸時には写真を撮るだけでディープラーニングによる類似画像検索により登録済みの製品の一覧を取得し在庫数を得る方法[11]や、庫内への製品や部材の出入りを監視し、都度数量を足し引きすることで在庫数を得る方法[12]などがある。

このように、様々な技術が実用化され製造業で使われているが、木製家具製造業への普及は進んでいないのが現状である。木製家具製造業は、多品種少量生産であり、特注品も多く、また木材の特性上、樹種や部材によって工程や管理方法が異なるため、普及への課題は多い。そのため、現状は手作業で在庫数のカウントと入力を行っている場合が多く、多大な時間と労力を要している。特に、椅子に使われる丸棒部材は、図1のように棚の中に規則的に並んで

<sup>1</sup> 岐阜県生活技術研究所  
Gifu Pref. Research Institute for Human Life Technology

いるとは限らないため、在庫数を数えている最中に数え終えたものとまだ数えていないものの区別が分からなくなったり、丸棒が転がり配置が変わることでやり直しとなったりすることがあるため、効率的に在庫数をカウントできることが求められている。

そこで本研究では、作業者の負担を現状より軽減したうえで、正確に在庫管理を行うことを目的とする。本稿は、重量センサ、RFID、画像の方法を木製家具製造業に適用した場合について検討する。画像を用いる方法については、検討を進める上での基盤を構築するため、カウント支援 Web アプリケーションを開発した。各方法を用いて木質部材の数を数えた時の本数と時間の比較を行い、カウント作業の効率化を目指す。



図 1 不規則に並ぶ丸棒の例

## 2. 関連研究

### 2.1 重量センサを用いた管理

加茂田ら[2]は、食材の持つ重さの特徴と冷蔵庫内の位置情報を組み合わせた荷重特徴の変化を、冷蔵庫内に取り付けた荷重センサで検出し、その変化から食材の種類を同定している。岡田ら[3]は、冷蔵庫に食材を出し入れした際の重量変化を基に中身を推測し、その推測された候補の中からユーザが実際の中身を選択するシステムを提案している。

山口[4]は、オフィスや家庭の消耗品について、重量センサを用いて在庫量を常時測定し、欠品時期を統計モデルにより予測するシステムを提案している。

### 2.2 RFID タグを用いた管理

金野ら[5]は、冷蔵庫の在庫管理に RFID タグを用いている。食品 1 個ずつに RFID タグを付け、食品を冷蔵庫に出し入れする際に、RFID リーダで読み込むことにより、どの食品かを特定している。RFID リーダは電子皿天びんと合体させたデバイスを用いており、食品の残量も記録している。食品を冷蔵庫に出し入れする際には、タグ付きビニール袋に入れる必要がある。

Tao ら[6]は、在庫管理に RFID を用いた場合と用いない

場合で感度分析を行った。その結果、RFID を用いた場合、置き忘れた在庫を回収することができるため、在庫の収縮率を減らすことができ、安定した在庫管理ができると述べている。

### 2.3 画像を用いた管理と木材の画像認識

村山ら[7]は、林業分野での丸太の検取作業に画像認識を用いている。検取とは、丸太の本数、径級、材積などを計測、記録する作業である。専用の木材検取アプリを用いて、はい積みされた丸太をカメラで撮影することで、その画像から自動で検取を行う。丸太を認識した部分には、画像上の丸太の径に合わせた丸印が付加され、丸印の径の大きさから径級を予測する。

木材用途への画像認識に関しては、機械学習を用いた木材の品質分類[13]、木材の変色した部位の識別[14]、木材の種類の種類と欠陥の検出や識別[15]などの研究が行われている。

## 3. カウント支援 Web アプリケーションの開発

### 3.1 概要

比較評価を行うにあたり、画像を用いた場合についての基盤を構築するため、部材棚の写真を用いて在庫数をカウントするアプリケーションを開発した。開発したアプリケーションの画面を図 2 に示す。スマートフォンやタブレットで部材棚の写真を撮影し、写真上の部材をタップする。タップしたところは印が表示される。同時に、タップした回数がカウントされるため、全ての部材をタップすることにより、在庫数を把握することができる。

予め撮影した写真を読み込んでカウントすることもできる。この場合は、部材棚の写真をまとめて撮影しておき、後からカウント作業のみを行う使い方が想定される。

間違えてタップした場合は、戻るボタンを押して、タップする前の状態に戻すか、消したい印をタップもしくは範囲選択した後、消すボタンを押す。同時に、カウントした個数は減算される。または、印をタップすると動かせるため、正しい位置に移動させる。

本アプリケーションを使用することで、部材に印が表示されるため、カウントミスを防ぐことができる。また、カウント中に部材の配置が変わることがなく、作業者は部材をタップすることに意識を集中すれば良いため、労力を減らすことができる。

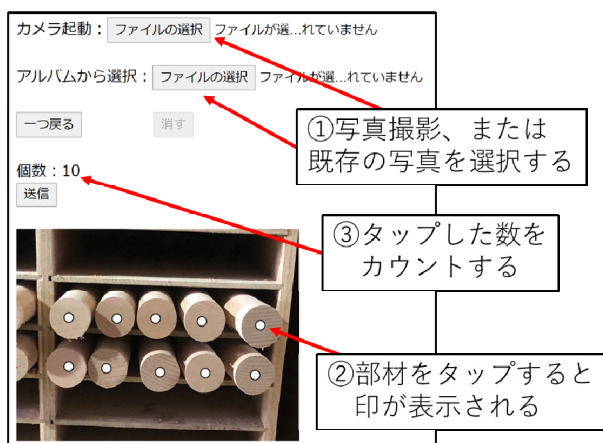


図 2 アプリケーション画面

### 3.2 実装

Web アプリケーションは、HTML と JavaScript を用いて作成した。ブラウザのみで実行可能なため、様々な端末で実行可能である点、アプリケーションの更新時にはソースコードのファイルを入れ替えるだけで良い点から、開発後の普及のしやすさを考慮した。

画像の読み込みと印の表示には、Fabric.js[16]を用いた。Fabric.js は、HTML5 の Canvas 要素上で図形の描画・サイズ変更・削除などの操作を行うことができる JavaScript ライブラリである。撮影した部材棚の画像は、Canvas 要素の背景画像に設定した。

### 3.3 画像認識機能

#### (1) 方針

家具製造業では、椅子の貫部材などのように、1 脚で複数本使用する部材は、相対的に在庫数が多くなる。木製家具製造業者から聞き取りしたところ、中でもろくろで加工した部材が特に多く、まずはこの部材を対象とする。

図 1 はろくろ加工品である。家具用途において、ろくろで加工する部材は端までろくろ加工することがほとんどであり、それにより端面が丸型となる。そこで、本研究では、この端面の丸形状を認識し、カウントすることとする。

#### (2) 実装

OpenCV.js[17]を用いて実装する。OpenCV(Open Source Computer Vision Library)は、オープンソースの画像処理ライブラリであり、OpenCV.js は、OpenCV の JavaScript 版である。OpenCV.js のバージョンは、4.5.1 を用いた。

本研究では、部材端面の丸形状を認識するため、Hough 変換を用いて円を検出する HoughCircles 関数を用いる。Hough 変換の前処理として、撮影後の画像を画面幅(device-width)にリサイズ処理した後、グレースケール画像に変換し、その後、Canny 関数によるエッジ検出を行う。

### (3) 機能の確認

Hough 変換による検出の確認を行った。各関数に用いる引数を表 1 に示す。この引数にて検出を行った部材棚の写真とその検出結果を図 3 に示す。撮影画像を画面幅にリサイズ処理した後の解像度は、450×600、32bit である。部材の径は、No.1 が片側約 12mm ともう片側約 9mm、No.2 が約 20mm である。検出結果について、再現率と適合率を求めた結果を表 2 に示す。適合率は、検出正解数と検出総数の割合、再現率は、検出正解数と正解総数(部材数)の割合とする。現状は十分な認識が行えていると判断し、未検出や誤検出分については、アプリケーション上で手作業により修正することとする。

表 1 引数の設定値

関数名	引数名	設定値
Canny	threshold1	100
	threshold2	50
	apertureSize	3
HoughCircles	method	CV_HOUGH_GRADIENT
	dp	1
	minDist	13
	param1	80
	param2	20
	minRadius	5
	maxRadius	20



図 3 画像認識の確認結果(左 : No.1, 右 : No.2)

表 2 再現率と適合率の算出結果

No	1	2
正解総数	136	72
検出総数	113	59
検出正解数	108	55
再現率	79.4%	76.4%
適合率	95.6%	93.2%

## 4. 各方法を用いた場合の検討

### 4.1 重量センサを用いた場合

木材は内部の個体差が大きい材料であり、ばらつきが大きい。そこで、重量センサを用いて在庫数を求めた場合、どの程度ばらつくのか調査した。

#### (1) 調査方法

まず、後述する所定のサイズに切断した角材を複数本用意する。これらの重量を測定し、本数を求める。なお、角材の樹種は、家具に用いられる広葉樹であるホオノキ、サクラ、ナラを用いる。測定はランダムで抜き出し、順に測定する。

- ・サイズ：43×37×540mm
- ・本数：1 樹種につき 18 本

#### (2) 結果

測定した結果のヒストグラムを図 4 に示す。測定は、18.5℃の環境で行った。どの樹種もほぼ均等にばらついていた。

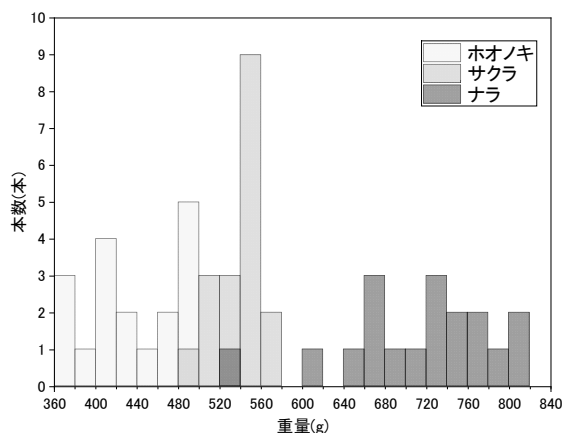


図 4 測定結果

#### (3) 考察

結果から、下記 2 種類の方法で本数を算出する。

方針 1：1 個あたりの重量を気乾比重の文献値[18]から算出する。重量は、気乾比重(ホオノキ：0.48，サクラ：0.60，ナラ：0.67(g/cm<sup>3</sup>))×体積(859.14(cm<sup>3</sup>))で算出する。その後、測定した 18 本の合計を、算出した 1 個あたりの重量で割る。

方針 2：18 本のうち最初に測定した 9 本の重量から中央値を算出する。その後、後から測定した 9 本の合計を、中央値で割る。

表 3 に、それぞれの方法で算出した結果を示す。四捨五入した場合、サクラのみ正しい本数を得られるが、それ以外は、異なる値となった。

以上の結果から、重量センサを用いることは正確性の面で難しいと考える。

表 3 個数の算出結果

方針 1：文献値を用いた算出結果

樹種	正解本数	1 個あたりの重量(g)	1-18 の合計	本数
ホオノキ	18	412.4	7,835	19
サクラ	18	515.5	9,650	18.7
ナラ	18	575.6	12,856	22.3

方針 2：中央値を用いた算出結果

樹種	正解本数	1-9 の中央値	10-18 の合計	本数
ホオノキ	9	461	3,869	8.4
サクラ	9	547	4,855	8.9
ナラ	9	675	6,710	9.9

### 4.2 RFID および画像を用いた場合

RFID および画像を用いた場合について、部材の数を数え、カウントした数とカウントにかかる時間について比較した。

#### (1) 調査方法

表 4 の 1 列に示す部材について、下記の場合でカウントし、カウントした本数とかかった時間を調査する。被験者は、2 名(S1：30 代女性，S2：40 代女性)とし、A と C1 は S1，B と C2 は S2 により行った。

RFID タグは、実物のタグではなくタグを想定したビニールテープを貼ることとする。テープを貼り付けた枚数をカウントした本数とみなす。

アプリケーションを使用する場合には、タブレット(NEC 製・LAVIE TabE-TE710/KAW)を用いて行う。撮影画像を画面幅にリサイズ処理した後の解像度は、450×600，32bit である。時間は、部材の写真を撮影する時間を含む。画像認識を使用する場合のパラメータは、表 1 の値を用いる。

- ・すべて手作業で数えた場合
  - ・RFID タグを取り付けた場合(A, B のみ)
- (下記は開発したアプリケーションを使用)
- ・画像認識を使わず、すべての部材をタップした場合
  - ・画像認識を使用し、未検出と誤検出したものを修正した場合

#### (2) 結果

結果を表 5 に示す。また、カウント時にアプリケーションにて撮影した画像を表 4 の 2~4 列に示す。B の修正後の画像内の四角は誤操作による縮小された印であり、本数に含む。

表 4 部材と評価時の画像

No	1. 部材	2. 認識なし	3. 認識直後	4. 修正後
A				
B				
C1				
C2				

表 5 カウントした本数と時間の結果

部材		A	B	C1	C2
被験者		S1	S2	S1	S2
本数		86本	76本	88本	88本
本数	1.手作業	87本	77本	54本	98本
	2.RFID	86本	76本	-	-
	3.画像認識なし	86本	76本	85本	88本
	4.画像認識あり	86本	77本	88本	88本
時間	1.手作業	35秒	37秒	75秒	47秒
	2.RFID	114秒	150秒	-	-
	3.画像認識なし	47秒	45秒	61秒	56秒
	4.画像認識あり	27秒	86秒	75秒	64秒

### (3) 考察

#### ・RFID を用いた場合

RFID タグを貼り付けた場合、手作業で数えた場合に比べ、3~4倍の時間がかかる結果となった。タグは一度貼り付けておけば、いつでもすぐに数量を知ることができるため、結果から同じ在庫品の数を3,4回以上数える場合には、メリットはあると考える。しかし、基本的に数量は常時変化するため、部材の追加時に都度タグを取り付ける必要があり、作業時間の差は埋まらなると考える。

また、組立時に部材に貼り付けたタグは取り外す必要がある。しかし、接着面が外しやすいタグでは他の部材との接触で剥がれてしまう可能性も考えられる。外しにくいタグでは外すための労力も増えてしまうため、作業性や確実性の面でも適用は難しいと考える。

今回は検証していないが、板の管理には、RFID による管理は向いていると考えている。図5のように、板の倉庫では様々な大きさや樹種の板をまとめて保管しているため、1枚ずつ探し当てるのは時間がかかる。特に、一枚板テーブルに用いる板は、1枚ごとに製造状況を管理する必要があるが、見分けが難しい場合があり、RFID によるタグ付けにかかる時間よりも、正確に管理できるメリットのほうが大きいと考える。



図 5 板の倉庫の例

#### ・画像(アプリケーション)を用いた場合

##### ①本数について

手作業で数えた場合、すべて実際の本数とは異なる結果となったが、アプリケーションを用いた場合には、ほとんどの場合で正しい値をカウントできていた。しかし、C1, C2の画像認識を用いた場合、数えた本数は正しいが、表4では部材に印が付いていない箇所と誤検出されたまま修正されていない箇所がある。偶然本数が一致したが、正しい修正を行えていないためである。Bの画像認識ありの場合の誤差は、修正時に誤検出のものを削除していないためであった。

C1の画像認識なしの場合は、画像がブレており、かつ真正面から撮影していないため、部材が隠れてしまい、カウントを間違えたと思われる。

C1の手作業で数えた場合の値が大幅に異なっているが、理由を聞いたところ、指を折りながら数えていたとのこと、数えることと指を折ることの複数の作業を同時に行っていたため、数がおかしくなったのではと考える。

##### ②時間について

アプリケーションを用いた場合、手作業でカウントした場合に比べ、全体的に時間の短縮効果は見られなかった。ただし、Aのように認識率が高いものの場合、時間が短縮できるため、今後は認識率を高める必要がある。

画像認識ありの場合の、画像認識結果とカウントにかかった時間を比較した結果を表6に示す。最も時間が長くなったBでは、他と比べて誤検出数が多い。未検出を探すより、誤検出を探すほうが探しにくいいため、修正に時間がかかったと考える。実際、被験者に感想を聞いたところ、誤検出を消す作業が大変だったという意見があった。そのため、画像認識では再現率よりも適合率を高めるほうが時間短縮につながると言える。

表 6 画像認識結果と時間との比較

部材	A	B	C1	C2
正解総数	86	76	88	88
検出総数	77	58	54	58
検出正解数	77	41	47	51
未検出数	9	18	34	30
誤検出数	0	17	7	7
再現率	89.5%	53.9%	53.4%	58.0%
適合率	100.0%	70.7%	87.0%	87.9%
時間	27秒	86秒	75秒	64秒

#### 4.3 各方法の比較

各方法について検討した結果をまとめる。

- ・重量センサを用いた場合、カウント精度に課題が残った。
- ・RFIDを用いた場合、タグの貼り付けに時間がかかった。
- ・画像を用いた場合、正しく修正を行えば正確な本数が得

られるものの、現状では強力な認識技術を用いておらず、修正に時間がかかる。認識精度を上げることで、時間の短縮を図ることは可能と考える。特に、修正は誤検出を消すより未検出を追加の方が早いいため、認識は再現率よりも適合率を優先して高める方が良いと言える。

## 5. まとめ

本研究では、棚卸に用いられる重量センサ、RFID、画像を用いた場合について、木製家具製造業への適用を検討した。

画像を用いた方法を検討するにあたり、カウントを支援する Web アプリケーションを開発した。部材棚の写真を撮影し、その画像上の部材をタッチしながら数えるアプリケーションである。また、数が多い場合には、写真撮影後、画像認識により部材を自動で数えることもできる。画像認識部分は、簡易に実装可能な OpenCV.js による Hough 変換を用いた。アプリケーションは、スマートフォンやタブレット、パソコンなど幅広い端末で利用可能な Web アプリケーションとした。

それぞれの場合について、在庫数を数える時間と精度について検討した。結果、画像による方法が最も良い結果となったが、画像認識機能を用いた場合、未検出や誤検出のものを人が修正するため、修正時にミスが発生する可能性があり、認識率の向上が必要であることがわかった。

今後は、Hough 変換の前処理の方法の検討や機械学習を用いた認識を検討する。その際、未検出数を減らすことに比べ、誤検出数を減らすことがより時間短縮につながると考える。

**謝辞** 研究のきっかけを作っていただき、同時に多くのご意見をいただきました飛騨産業株式会社の関係者の方々、画像認識に関する有益なご助言をいただきました岐阜県産業技術総合センター 研究員の生駒晃大氏、木材の重量計算に関する助言をいただきました岐阜県生活技術研究所 専門研究員の今西祐志氏、部材のカウントを行っていただきました関係者の方々にこの場を借りて厚く御礼申し上げます。

## 参考文献

- [1] “棚卸が重要なワケとは？基礎知識から効率化へのポイントをまとめてみました”。  
<https://www.mylogi.jp/logistics/tanaoroshi-toha/>, (参照 2021-03-17).
- [2] 加茂田玲奈, 上田真由美, 船富卓哉, 飯山将晃, 美濃導彦. 食材管理のための荷重特徴を用いた食材同定. 電子情報通信学会技術研究報告 マルチメディア・仮想環境基礎研究会 (MVE), 2012, vol. 111, no. 479, p. 181-186.
- [3] 岡田みなみ, 山本景子, 倉本到, 辻野嘉宏. 食材の重量変化を用いたユーザの手間を最小化するストック食材管理支援システム. 情報処理学会 研究報告ヒューマンコンピュータイン

- タラクション (HCI), 2014, vol. 159, no. 1, p. 1-8.
- [4] 山口修平. 重量センサを利用した消耗品の使用量予測システム. 慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科修士論文, 2012.
- [5] 金野紋子, 増永良文. RFID を用いたインテリジェント冷蔵庫システムの構想. 日本データベース学会 Letters, 2005, vol. 4, no. 2, p. 73-76.
- [6] F. Tao, T. Fan, K. K. Lai and L. Li. Impact of RFID technology on inventory control policy. Journal of the Operational Research Society, 2017, 68, p. 207-220.
- [7] 村山浩久, 足立亘, 神代圭輔, 長島啓子, 古田裕三, 洲上佑樹. 京都府産木材の利用拡大に向けた流通段階における ICT 技術の活用—木材検取システム及び原木段階における強度等級予測の導入による効果の検討—. 第 71 回日本木材学会大会要旨集, 2021, 1P210.
- [8] “個数計 (カウンティングスケール)”.  
<https://www.aandd.co.jp/products/weighing/balance/bal-counting/>, (参照 2021-04-15).
- [9] “スマートマツクラウド | 在庫管理・発注の自動化”.  
<https://smartmat.jp/>, (参照 2021-04-15).
- [10] “RFID 基礎知識”.  
<https://solution.murata.com/ja-jp/service/rfid-solution/basic/>, (参照 2021-04-15).
- [11] “写真 de 在庫管理”. <https://www.suncreer.co.jp/service/shasin-de/>, (参照 2021-04-19).
- [12] “モノ常時管理システム”.  
<https://www.colorbit.jp/mono-monitoring/>, (参照 2021-04-19).
- [13] Z. Nurthohari, M. A. Murti and C. Setianingsih. Wood Quality Classification Based on Texture and Fiber Pattern Recognition using HOG Feature and SVM Classifier. 2019 IEEE International Conference on Internet of Things and Intelligence System (IoTALS), 2019, p. 123-128.
- [14] 澤田豊, 松本朗子, 藤井義久. パターン認識によるラジアータパイン材における青変部位の自動認識. 木材学会誌, 2015, Vol. 61, No. 4, p.274-279.
- [15] M. Kryl, L. Danys, R. Jaros, R. Martinek, P. Kodytek and P. Bilik. Wood Recognition and Quality Imaging Inspection Systems. Journal of Sensors, 2020, p. 1-19.
- [16] “Fabric.js Javascript Canvas Library”. <http://fabricjs.com/>, (参照 2021-04-19).
- [17] “OpenCV: OpenCV.js Tutorials”.  
[https://docs.opencv.org/4.5.1/d5/d10/tutorial\\_js\\_root.html](https://docs.opencv.org/4.5.1/d5/d10/tutorial_js_root.html), (参照 2021-04-19).
- [18] “世界の銘木 木材図鑑”. <https://wp1.fuchu.jp/~kagu/mokuzai/>, (参照 2021-04-19).