

### 1 緒 言

文部科学省の方針により、2020 年度から指導要領が大幅に改訂され、小学 3 年生から外国語の授業が取り入れられるようになった。また、同年から小学校教育においてプログラミングの授業も必修化した。このようなことから、英語教育と情報教育を開始する年齢が低くなっていることが分かる。

一方で、幼児や児童の知的発達を促進する知育玩具は、子どもの発達段階に合ったものを使用させることが重要である。ところが、幼児や児童の発達段階は年齢によって大きく異なるため、既存の知育玩具は遊べる期間が限られているものが多い。知育玩具を購入する親の立場に立つと、金銭的な負担も大きい。そうした背景から、幼少期から英語教育と情報教育が可能で、かつ長く遊んでもらえる知育玩具が望まれる。

愛媛大学社会共創学部産業イノベーション学科の卒業生である大野は、卒業研究で、長く使用できる地域玩具に関する研究を行った。この研究を発展させることを考え、知育玩具の開発に携わった。製作する玩具はアルファベット型の積み木で、並べた単語をスマートフォンのカメラで読み取り、その単語に関連するモデルを AR 空間上に表示するというものである。幼少期は単なる積み木として遊び、年齢が上がると単語の学習ができるようになっていく。

本研究では大野が卒業研究で作成した積み木を改良し、機械学習により物体検知を行い、英単語を読み取って関連するモデルを配置する段階まで開発を進めた。

### 2 積み木の改良

大野の卒業研究により、アルファベット型の積み木のモデルは既に作成されている。大野が製作した知育玩具の写真を Fig.1 に示す。

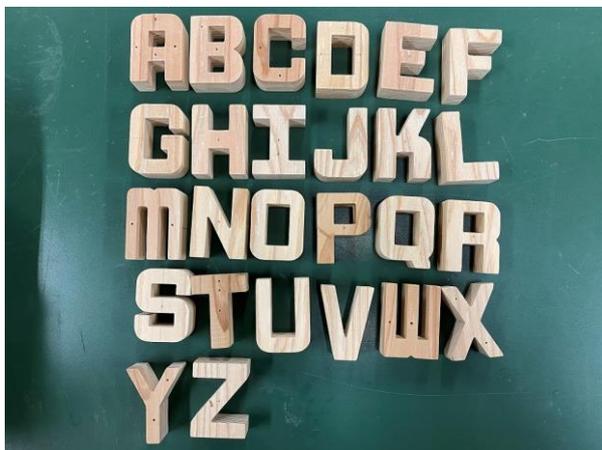


Fig.1 All building blocks

子どもに積極的に遊んでもらうために、子どもが好む色をつける必要がある。そこで、以下の 2 点を考慮しながら塗料を検討した。

1 つ目に、色使いである。子どもが好む色は「幼児の嗜好する色彩特徴」で示されているように、はっきりとした原色や暖色である。そこで積み木の塗装には、実際に市販されている積み木や玩具に多く使用されている色(赤, 橙, 黄, 桃, 緑, 青, 白)を使用する。

2 つ目に、塗料の安全性である。舐めたり口に入れたりしても体に影響がない塗料を使用する必要がある。しかし、日本では塗料の使用に関して、子どもに対する安全基準が定められていないため、幼児が使用する玩具に日本製の塗料を使用するのは安全と言いがたい。

そこで、これらの条件をクリアするために、EN71-3 ヨーロッパ玩具安全基準 DIN53160 ドイツ工業規格唾液溶解テストをクリアした塗料である、Livos の TAYA No.279 を使用する。使用したカラーは Fig.2 に示す 7 種類である。

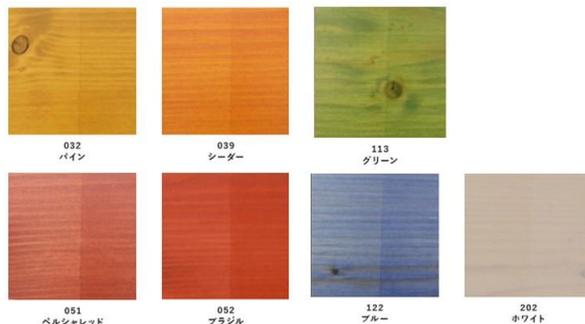


Fig.2 Kind of paint

積み木の表面をやすりで削り、表面を滑らかにする。刷毛で塗料を塗り、30 分置いた後に余分な塗料をウエスで拭う。2 日間乾燥させた後、同じ手順を繰り返す。最後にやすりをかけてバリをとる。2 回塗装を行うのは積み木にはっきりとした色が入るようにためである。また、やすり掛けを繰り返すことで、子どもが触ったり口に入れたりしても怪我をすることがないようにしている。

当初の予定通り、原色に近いはっきりとした色分けをすることができた。使用頻度の高い母音は、幼児が最も好むとされている赤色で着色した。

### 2 開発方法

いくつかのアルファベット型の積み木 (以下、積み木) を並べて写真を撮影し、機械学習で判別して AR 空間上に 3D モデルを配置する。

**2.1 開発環境** 開発は、GoogleColaboratory の仮想環境上で行う。使用した言語は Python 3.7.10、物体検出モデルは YOLOv5、OS は Windows10 である。YOLOv5 は Python 上で動作する機械学習・深層学習のライブラリである。機械学習のデータセットの作成が簡単なことや

**2.2 学習準備** 積み木をランダムに並べ、機械学習用の写真を 700 枚撮影する。実際に遊ぶときに、どのようなアルファベットの組み合わせでも問題なく読み取り

ができるように、積み木の数、種類、背景の色を変えながら撮影した。

**2.3 アノテーション作成** 用意した画像に、VoTT というソフトを用いてアルファベットごとにラベリングする。画像内に写っている積み木をアルファベットごとに四角の枠で囲み、A から Z までのタグをつける。ラベリングデータを roboflow にアップロードし、YOLOv5 用のデータセットとして出力する。

**2.4 学習データ作製** GoogleColaboratory で Python の仮想環境を作り、機械学習を行う。前項で作成したデータセットを元に YOLOv5 の train.py を実行し、学習データを作成する。機械学習では、用意したデータセットをいくつかのランダムなグループに分割して学習を行う。そのときの 1 グループあたりのデータ数をバッチサイズという。また、データセットをグループ分けし、全グループで一通り学習を行うことをエポックという。

本研究ではバッチサイズを 80 に、エポック数を 400 に設定した。バッチサイズはデフォルトのまま変更していない。エポックは何度か学習を繰り返したところ、エポック数を 400 回以上確保すると精度が安定することが分かったため、こちらの回数に設定している。

**2.5 画像挿入** 積み木を並べ、写真を撮る。データセットを用いてアルファベットを判別し、表示されている画像を囲むように四角（バウンディングボックス）を描き、そのうえに A~Z の該当するアルファベットのラベルを表示する。ラベルの x 座標を取得し、左から順にアルファベットを読み取る。読み取った積み木の並びが単語になっていれば関連する画像を出力する。

### 3 実行結果および考察

学習の過程で精度がどのように変化したかを tensorboard で表したグラフを、切り取ったものである。Fig.3 は横軸がエポック数を、縦軸が精度を表している。Fig.4 は横軸がエポック数を、縦軸が誤認率を表している。

Fig.3 は正しい物体検出をしたもののうち、その物体が正しいと思われる確率が 50% 以上と判別されていた割合を表している。エポック数が 200 を超えたあたりから高い精度で安定していることが分かる。

Figure4 は積み木を読み取ったもののうち、種類を間違えていた割合をあらわしている。これらの結果より、エポック数が 300~400 あたりで認識の精度が高く安定し始めていると考えられる。

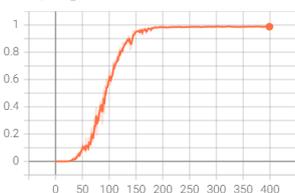


Fig.3 Function of metrics

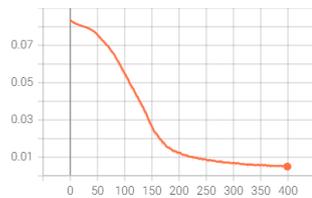


Fig.4 Function of train

学習の結果を Fig.5 と Fig.6 に示す。例として、「FOX」で実行した結果を示す。Fig.5 はキツネの画像で、Fig.6 は検証後の画像にキツネを表示したものである。



Fig.5 Picture of Fox



Fig.6 After inspection

## 4 まとめ

本研究では、大野の先行研究により制作された積み木を改良し、物体検知技術を用いて読み取り、読み取れた単語に応じた画像を表示することを目指した。

積み木の読み取りでは GoogleColaboratory を使用し、YOLOv5 を活用することで 26 種の積み木の判別と、単語の読み取り、画像の表示までを行うことができた。

今後はさらに読み取りの精度を上げ、リアルタイムで 3D モデルを配置できるような開発が必要である。

作製した玩具は積み木として遊ぶ、年齢が高くなっても英単語の学習を行うことができる。単語に関連するモデルを表示することで単語の意味をイメージしやすくなるだけでなく、AR 技術に触れることで情報技術への関心を持つきっかけとなると期待できる。

## 参考文献

- 1) 文部科学省, 小学校学習指導要領 (平成 29 年告示) 解説外国語活動・外国語編
- 2) おもちゃ情報 net. ほしいおもちゃが見つかる! 「子どもの成長に合わせたおもちゃ」目安一覧表 <<https://www.toynes.jp/choose/>>
- 3) 森俊夫 齋藤益美 梶浦恭子, “幼児の嗜好する色彩特徴”, 岐阜女子大学紀要(40), pp.45-51(2011) 岐阜女子大学
- 4) 大野 文音, “AR 技術を活用した幼児用木製知育玩具の開発”
- 5) GoogleColaboratory <<https://colab.research.google.com/?hl=ja>>
- 6) アノテーションツール VoTT <<https://github.com/microsoft/VoTT>>
- 7) roboflow <<https://roboflow.com/>>