

大学生向け IoT × AI 学習教材の活用と改善

— CNN を用いた臭覚認識の試み —

佐藤 健一（東北工業大学 技術支援センター）

SATO Kenichi : Utilization and Improvement of IoT×AI Learning Materials for University Students

We prototyped the smell recognition system using CNN to utilize and improve the developed "IoT x AI learning materials" and verified its operation. The results showed that it can be used as a teaching material to enhance the realization of ideas.

1. 目的

プログラミング未経験の大学生でも楽しく情報スキルを学び、卒業研修や卒業後の職場で活用できる教材を開発し、「IoT×AI スキル学習プログラム」として集中講義を開催して教材の効果検証を行った(1)。本プログラムは、図 1 に示すように、① IoT デバイスを用いた「IoT 実習（プログラミング基礎・CG・センサなどの電子部品及びクラウド制御）」、②エッジ AI カメラを用いた「AI 実習（CNN による画像認識）」、そして、③能動的・分野横断の学びのための「アイデア創造実習（最終課題）」から構成される。



図 1. IoT×AI スキル学習プログラムの概要

受講前・受講後に実施した適性検査及び授業アンケートから、開発した教材はプログラミング未経験者の大学生にも、「楽しく・入り込みやすく・分かり易い」教材であり、受講することで論理的思考力が向上することが確認された。また、講座では、学科の異なる学生 3～4 名のグループで課題解決学習に取り組み、最終課題では「日常生活であつたらいいな」と思う作品をグループ毎に考案し発表する時間を設けた。その結果、モチベーションを高めて実習に取り組みことができ、IoT と AI を活用して、日常生活での課題を解決する作品 6 件が考案された。

本研究では、「アイデア創造実習」において発案されるアイデアの具現化を更に向上させる教材を開発するため、実習で使用したエッジ AI カメラに搭載している畳み込みニューラルネットワーク（CNN）アクセラレータの活用を見出すことを目的として、臭覚認識システムを試作し、その動作を検証した。

2. 方法

図 2 に、本研究で試作した CNN を用いた臭覚認識システムを示す。



図 2. CNN を用いた臭覚認識システムの試作例

(1) IoT デバイス「M5StickC Plus」について

Wi-Fi 及び Bluetooth 通信機能を内蔵した ESP32 マイコンと、加速度・角速度センサ、液晶ディスプレイ、LED、赤外線送信ポートやセンサなどを繋ぐ Grove 互換コネクタ・汎用 IO(GPIO)を搭載したマイコンボードであり、メーカーなどから提供されているライブラリを利用することで、センサなどの電子部品の制御やクラウドを使った IoT システムを簡単に作ることができる。

(2) エッジ AI カメラ「M5StickV」について

AI の処理に特化した Kendryte K210 (SoC : System on Chip) が搭載され, CNN アクセラレータの KPU により, ディープラーニングを用いて画像認識などの処理を高速に行うことができる。

(3) 空気質センサと取得したデータについて

本研究では, 空気質センサとして温度・湿度・大気圧・ガスを測定することができる Bosch 株式会社の BME688 を使用することにした。ガス測定では, センサ素子として用いられている金属酸化半導体の表面に, 測定対象のガスが接触すると, 金属酸化半導体の抵抗値が変化する。また, センサには金属酸化半導体を温めるヒータが内蔵され, ヒータ温度によって変化する抵抗値パターンからガスの種類を特定することができる。試作システムでは, ヒータ温度を 50 ミリ秒ごとに 320°C 及び 150°C を周期的に繰り返すように設定することにした。

センサに内蔵されたヒータの温度制御や, データ取得は, M5StickC Plus を使用することにした。本研究では, センサから取得できるデータのうち, 臭覚認識に影響があると考えられる「温度・湿度・抵抗値」を RGB データに割り当て, 学習データを作成することにした。取得したデータは, 64 個分のデータ毎に, 1 枚の画像 (8×8) に変換され, 図 3 に示す学習データとして SD カードに保存される



図 3. 作成した学習データの例

また, 試料の臭覚認識をする際は, M5StickC Plus から取得された同様のデータが UART 通信を用いて, M5StickV に転送され, 搭載された CNN アクセラレータによって試料の臭覚認識が行われる。

(4) 学習モデルについて

試作システムでは, 図 4 に示す CNN モデルを用いて, TensorFlow/Keras で学習モデルを作成し, M5StickV で実行できる kmodel 形式に変換した。

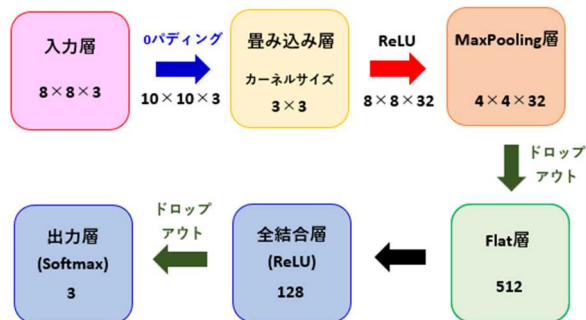


図 4. 試作システムで用いた CNN モデル

3. 結果

試料として, 珈琲豆・醤油・ウイスキーの 3 種類を用意し, 学習データ (各データ数 1920 個 : 画像に換算して 30 枚分) を作成して, CNN で学習させたモデルの性能評価を図 5 に示す。

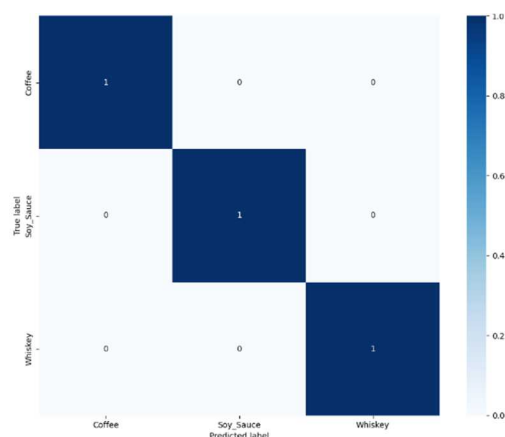


図 5. Confusion Matrix

4. 考察

試作した臭覚認識システムの性能評価より, 試料を臭覚により認識可能であり, 試作したシステムは受講生のアイデアの具現化を向上させる教材として活用できる可能性があることが分かった。一方, あらかじめ用意した試料以外のものを認識するには, 適切なヒータの温度設定や CNN モデルのレイヤ構成などを変更する必要があるが, これらを含めて教材として使用できる教育プログラムを構成し, CNN の活用についてもアイデアを出せる教材を考えていきたい。

謝辞

本研究の一部は, JSPS 科研費 23H05129 の助成を受けたものである。

参考文献

1) 佐藤健一 (2024) 大学生向けアクティブラーニング型 IoT×AI 学習教材の開発と実践, 第 46 回生理学技術研究会報告第 46 号 : 39-40