

# 高専での学びの集大成としてのセルフレジシステムの開発

(米子高専電子制御工学科<sup>1</sup>、米子高専総合工学科<sup>2</sup>)

○若林遥大<sup>1</sup>・守山凜<sup>1</sup>・山本雄介<sup>1</sup>・山田菜<sup>1</sup>

岩尾朋哉<sup>1</sup>・中井涼太<sup>1</sup>・佐藤美佳<sup>1</sup>・川戸聡也<sup>2</sup>

キーワード：Web アプリ、マイコン制御、深層学習、画像認識、セルフレジ

## 1. 緒言

筆者らが所属する米子高専電子制御工学科(以下、「D科」という)は機械・電気電子・情報の各分野を学ぶ複合学科である。なお、現在は総合工学科情報システムコース(以下、「Jコース」という)として、情報分野を強化するなど発展的に再編されており、新入生は受け入れていない。

筆者らが5年生となり、卒業やD科の廃止を意識する中で、D科で学んだ知識や技術を用いて集大成となるようなことができないか考えた。本稿では、このような経緯を踏まえて開発に取り組んだセルフレジシステムについて紹介する。

本システムは、商品の購入にあたり必要な支払い金額の計算や硬貨による支払いといった処理を、購入者自身が行うためのものである。商品の読み取りや金額の計算などを行うための「販売管理Webアプリ」(以下、単に「Webアプリ」という)、硬貨での支払いを行うための「硬貨の投入・回収装置」、投入された硬貨を判別するための「投入硬貨の判別システム」の3要素により構成されている。これらの要素に対し、数名ずつで構成したグループにより分業して取り組んだ。8月上旬から開発を始め、11月上旬にある学祭での披露を目指し、授業や卒業研究の合間を縫って学生主体でやり遂げた。

次章より、本システムの各要素の概要と学祭で披露した結果について述べる。

## 2. 販売管理 Web アプリ

商品の JAN コードを読み取り、読み取った商品情報をデータベースの情報と連携することで、商品の点数や合計金額の計算などを行うシステムである。普及率の高いスマホでインストールなどが不要で容易に活用できることから Web アプリとして開発した。

主に PHP と JavaScript により実装した。スマホで表示した本 Web アプリの UI を図 1 に示す。(A) が起動直後の画面であり、スマホのカメラから取得した画像を上部に表示している。この画像から JAN コードを解析し、予め商品情報を登録しておいたデータベースに照会する。一致する JAN コードが存在する場合、(B) のように商品名と金額を画面上に表示する。存在しない場合は再度商品の読み取りを要求する。その後、商品追加ボタンを押すと、画面中央部の白枠に商品名と金額が追加される。また、画面の下部には、合計金額が表示される。全ての商品の読み取りが完

了すると、(C) のように硬貨の投入・回収装置とデータを連携するための QR コードが表示される。本装置での処理が終了後、釣銭がある場合にはその金額が表示され、ない場合はアプリの終了画面に移動する。デザインは、PayPay などの既存のスマホ決済アプリと被らないように目新しさを考慮しつつ、誰でも簡単に利用できるようにユーザビリティに配慮したものとした。

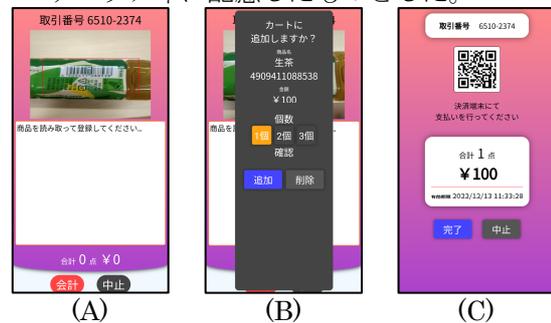


図 1 Web アプリの UI

ここでは、4年生で学んだ HTML、CSS、PHP、JavaScript による Web プログラミング、5年生で学んだソフトウェアの開発手法、データベースなどの知識や技術を活用した。

## 3. 硬貨の投入・回収装置

Web アプリで確定した商品の合計金額を、硬貨で投入してもらい、それを回収するための装置である。利用者が硬貨を投入することで、投入硬貨の判別システムのカメラがあるテーブルに硬貨を運ぶ。その後、決済が完了すると硬貨が乗っているテーブルを回転させることで硬貨を回収する。なお、紙幣の利用やお釣りの返却は機構が複雑となり実現が困難と判断したために開発を断念し、これらの対応が必要な場合は人力とした。

本装置の全体像を図 2 に示す。投入部分と回収用テーブル部分、およびこれらを固定するための枠組みで構成されている。投入部分と枠組みの材料は主に硬質ポリ塩化ビニル管(以下、「塩ビ管」という)である。塩ビ管は、安価で頑丈かつ加工がしやすいため採用した。投入部分からテーブル部分は 1 本の塩ビ管で渡しており、内部を硬貨が滑ることで移動する導線となる。ここで硬貨がテーブル外に落下、もしくはテーブル上で重なることを防ぐため、テーブル部分と硬貨が滑る塩ビ管の間にプラスチック板をかませることで硬貨の速度調節を可能にした。また、硬貨が横向きで 1

枚ずつ投入されるように、塩ビ管の直径や硬貨の厚みに対応した専用のキャップを3Dプリンタで作成した。これにより、硬貨のつまりを防ぎ、滑る速度が高速にならないようにしている。

テーブル部分の材料は、硬貨の落下に耐えられる十分な強度があり、加工が容易なプラスチック板とした。また、回収用の機構を搭載するため、プラスチック板を2つに分け、その下部にRaspberry Pi Picoを搭載した基板により制御可能なサーボモータを設置した。塩ビ管側のテーブルを回転し、その後に反対側のテーブルを回転させることで、図3のように硬貨を回収する。ここで、前述の処理を1度だけ行くと硬貨がテーブルの間で挟まり硬貨が落ちないことがあった。この対策として、塩ビ管側のテーブルを3段階に分けて段階を追ってより大きい角度で回転させることとし、全ての硬貨を詰まらせることなく確実に回収する機構を実現した。



図2 全体像

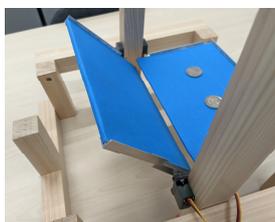


図3 回収機構

ここでは、筆者らは、3年から5年にかけて学んだマイコン制御、課外活動として携わったロボコンで学んだ材料の加工や機構の設計などの知識や技術を活用した。

#### 4. 投入硬貨の判別システム

投入された硬貨について、畳み込みニューラルネットワークによる深層学習で種類や数を判別して合計金額を計算するものである。投入される硬貨は、10・50・100・500円玉のみとした。

硬貨の投入完了後、物理スイッチを押すことにより読み取り処理を開始する。図4のようにテーブル全体の画像をカメラから取得して、硬貨の外周である円を検出する。その円を内接円とする正方形を切り取った画像を一時保存して、学習済みモデルによって硬貨の種類を予測する。その後、図5のように検出した円と予測結果をテーブル全体の画像に描画する。検出した円の数だけこの処理を繰り返し、最終的な画像と合計金額を出力することで硬貨読み取り処理を終了する。出力された合計金額が正しければ、再度物理スイッチを押すことで支払いを完了し、連動して硬貨の投入・回収装置において回収処理が行われる。

学習データとして、まず各硬貨表裏40枚ずつの計80枚の元データを用意し、それを回転させて10枚ずつ水増しすることで合計3200枚の画像を用意した。ここで、当初は屋内で撮影した画像を学習データとした学習済みモデルにて予測し、十分な精度であった。しかし、学祭でセルフレジシステムを設置する場所が屋外となり、この学習済みモデルを屋外で利用したところ予測の

精度が悪化してしまった。時間帯や天候などの影響でカメラから取得できる画像の明るさや影が屋内とは異なることが原因と考え、屋外で撮影した画像により学習済みモデルを再生成することで予測の精度を向上させた。



図4 処理前

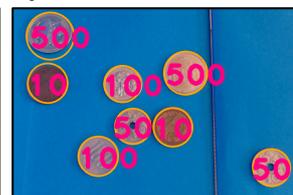


図5 処理後

ここでは、5年で学んだ画像処理や人工知能などの知識や技術を活用した。

#### 5. 学祭での披露の結果

米子高専の学祭では、クラスや部活動に加え、研究室などの有志も企画することができる。そこで、開発したセルフレジシステムによる飲料や菓子の販売を企画し、本システムの披露の場とした。また、単に披露するだけでなく、利用者にシステムの仕組みや活用した技術が分かるような資料の掲示や内部処理の展示を行い、D科やJコースの広報にも繋がるように工夫した。

学祭の期間中、本システムは延べ200人ほどに利用された。利用者に対しては、本システムの利便性とD科およびJコースへの興味関心についての任意のアンケート調査を行い、14人から回答を得られた。システムの利便性に関しては概ね高い評価であり、「面白い試みであった」、「Webで完結しているところが便利だと思う」といった肯定的な意見があった。一方で、「Webアプリの処理速度が遅い」、「説明がないと手順が分かりにくい」などの使い勝手への不満もあった。D科およびJコースへの興味関心については、D科での学びの集大成である本システムを通して、どの程度喚起できたかを調査した。70% (10人) が興味や関心を持ったとの回答であり、D科およびJコースの効果的な広報に繋がったと考えられる。

#### 6. 結言

D科での学びの集大成としてセルフレジシステムを開発し、学祭で披露した。問題点や改善すべき点もあったが、共にD科で学んできた同級生が協力して楽しみながら取り組めたことで、集大成として満足できる過程や結果であった。また、本システムについては地元新聞2社より取材を受け、紙面に掲載された。学祭で広く利用されたことも合わせてD科およびJコースを広報でき、卒業を控えて良い置き土産をすることができた。高専生だからこそ得られたこの経験を、卒業後にも活かしていきたい。

お問い合わせ先

氏名：川戸聡也

E-mail：kawato@yonago-k.ac.jp