

卒業研究報告

題目

商品識別システム

指導教官

高橋寛教授

王森レイ講師

報告者

段原丞治

令和～～年～月～日提出

愛媛大学工学部情報工学科情報システム工学講座

目次

第 1 章 まえがき	1
第 2 章 準備	2
2.1 諸定義	2
2.2 システムの概要	4
2.3 実験環境	4
第 3 章 システムの設計	6
3.1 要求定義	6
3.2 設計	6
第 4 章 実装内容・検証結果	9
4.1 実装	9
4.2 検証	10
第 5 章 システムの評価・考察	11
第 6 章 まとめ・今後の課題	12
謝辞	13
参考文献	14

第 1 章

まえがき

本論文では、番号からラズベリーパイと各種センサとサーバを組み合わせて商品識別システムを構築した。皆さんもご存じの通り現在の日本は少子高齢化の流れで人的資源が減少している。総務省の調べでは総人口が 2008 年をピークに減少している [1]. 人的資源の減少という問題は私たちの身近なスーパーマーケットや小売店にも表れており、その対処法として決済の一部をユーザに一部負担してもらうセルフレジなどの導入が進んでいる。また Amazon などの大企業では無人店舗 AmazonGo[2]. をアメリカの一部地域で展開しているがそのサービスを稼働させるには高い技術力と資金力が必要となる。先ほど述べたセルフレジの金額も登録機と精算機を合わせて平均で 300 万を超えるものが多い [3]. セルフレジの導入は人手不足問題を抱える店舗においてメリットも大きいが負担も大きい問題がある。そこでこのコスト面での問題を解決するために資金力を持たない店舗でも導入しやすい安価なシステムの構築を本研究の目的とした。

本研究では商品の識別から決算までのシステム構築を V 字モデルに従い、グループ (段原丞治、真鍋樹) で研究を行った。要求定義や設計は UML 図を用いて定義しそれをもとに開発を行う。実装に関してはエッジ処理側とサーバ処理側で担当を分けた。

本論文は以下のような構成をとる。第 2 章では用語、実験環境、システム概要の説明を述べる。第 3 章では UML 図を用いてシステムの要求定義、設計を述べる。第 4 章では実装内容と検証結果を示す。第 5 章では実装したシステムの評価及び考察を述べる。第 6 章では本研究のまとめと今後の課題を示す。

第 2 章

準備

本章では本文中に使用する用語、実験環境およびシステム概要について述べる

2.1 諸定義

V 字モデル

V 字モデルとはシステム開発を要求分析、基本設計、詳細設計、実装に分け上から順にそれぞれに対して検証、テストを行いながら上から順に時間軸に従って行っていく。細かく要素ごとにテストをしていくことで開発の途中で大幅な変更や問題が起きにくくなる利点がある。

UML(Unified Modeling Language)

UML とは各開発工程で利用すべき図面の標準化されたモデルである。UML で一番重視されていることは、単純で分かりやすいという軸と十分実用に使えるだけの強力な表現方法を持つ軸を最適に組み合わせて言語設計をすることである。UML の構成要素としてユースケース図、クラス図、シーケンス図がある。[5]

ユースケース図

システムがどのように機能すべきかという振る舞いとその外部環境を表す。

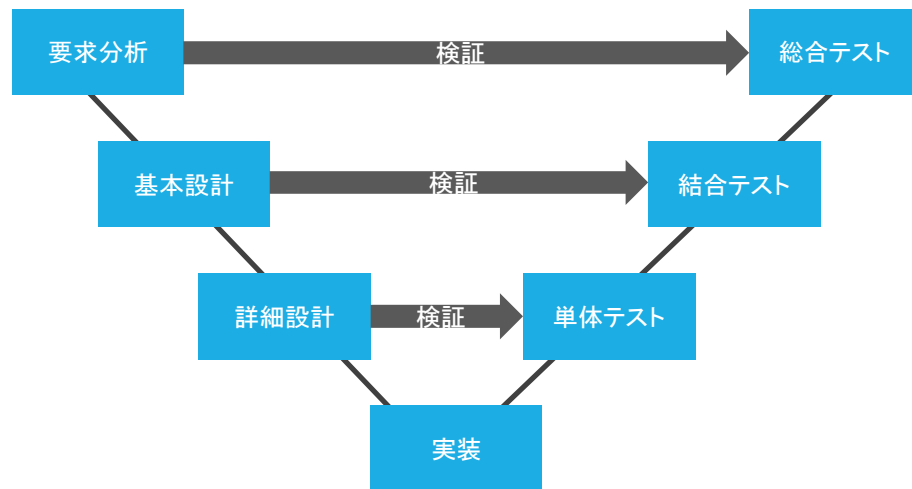


図 2.1. V字モデル

シーケンス図

シーケンス図は、オブジェクト間のメッセージのやり取りを時系列順に沿って並べて表現したもの。ユースケース図を基にしてシーケンス図やクラス図を制作していく。

クラス図

クラス図はモデルの静的な構造を示す図。クラスが持つ動作や、属性を記述する。より具体的な実装部分に近い記述をしていく。

Yolo(Real-Time Object Detection)

Yolo はリアルタイムでのオブジェクト識別が可能なネットワークを目的としている。Web カメラでのリアルタイム検出を行うこともできる FPS を誇る。ほかのネットワークとの違いは検出と、識別を同時に行っているため高速性を保てる点である。今回は画像からバーコードの位置を特定するために使用した。[6].

pyzbar

バーコード画像データを解析して数字を識別するライブラリである。[7].

2.2 システムの概要

システムでは、買い物かごにエッジ処理を担当する RaspberryPi と各種センサを設置する。エッジ側では商品の特定に必要なデータをセンサ類を用いて取得する。データを取得したらサーバ側に送信し、そこで画像データを処理して商品の特定を行う。システムの流れを以下の図 2.2 に示す。

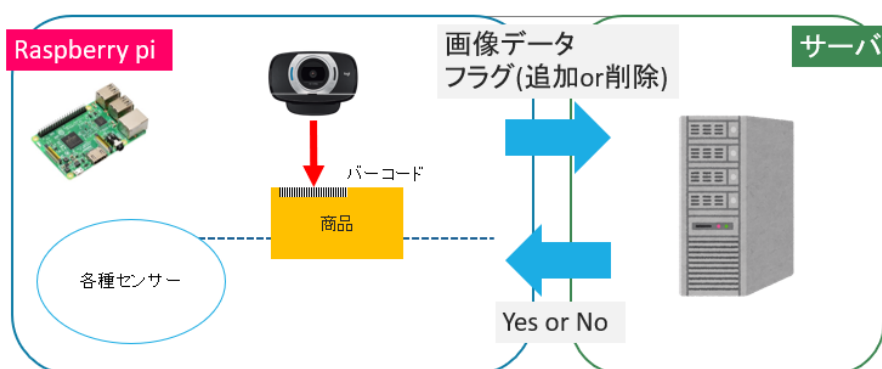


図 2.2. システムの流れ

左側の RaspberryPi 側で商品に関するデータをサーバに送信する。画像のフラグは送信された画像の商品がかごから追加されるものなのか削除されるものなのかを判断するのに使用する。サーバはデータを受け取ったのちバイナリーデータから画像データに戻す。画像からバーコード番号が識別できた場合、追加・削除のフラグに従って DB を更新する。そして RaspberryPi に識別が成功したフラグを返信する。

2.3 実験環境

実験環境で使ったものを以下の表に示す。

表 2.1. 実行環境

処理担当	OS	CPU	RAM	GPU
サーバ側	Windows10 64bit Pro	Core2Duo	4GB	GT740
エッジ側	RaspberryPi3B+(Rasbian)	1.2GHz	1GB	None

第 3 章

システムの設計

本章では V 字モデルによる要求定義および設計について述べる。本章の構築は以下のとおりである。3.1 節ではユースケース図を用いて要求定義を説明する。3.2 節では、クラス図を用いて、基本設計及び詳細設計を述べる。

3.1 要求定義

ユーザがシステムに求める機能や動作を決定する。以下に要求定義をまとめた図 3.1 を載せる。3.1 では、ユーザがシステムに対して動作を行った際にどのような振る舞いをするか記載してある。ユーザは通常の買い物のようにカートに商品を出し入れすることができる。このときカート (RaspberryPi) が商品に関するデータを集める。解析システムでは画像から商品の特定やカゴ DB への操作を行う。この解析システムはサーバで動作する。カゴ DB ではカート内にある商品の管理を行う。ここで管理されている情報が最終的な決済システムで利用される。ユーザはカートを返却すると決済システムが動作し自動で決済システムが動作し顧客の所持金からカート内の商品合計金額がひかれる。

3.2 設計

以下に基本設計、詳細設計を示したシステムのクラス図 [4] を図 3.2 に載せる。

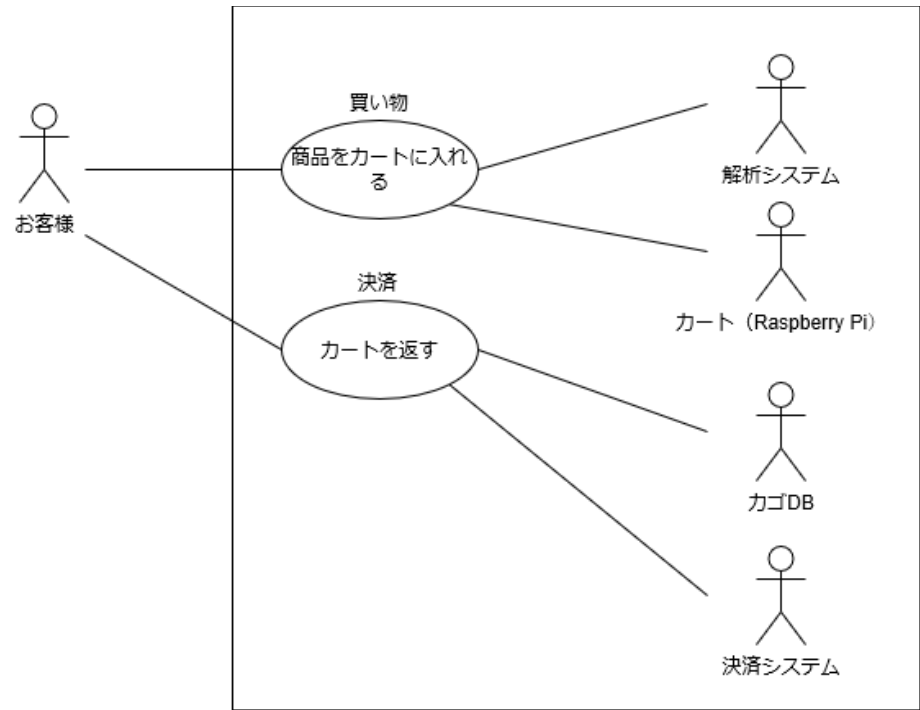


図 3.1. ユースケース図

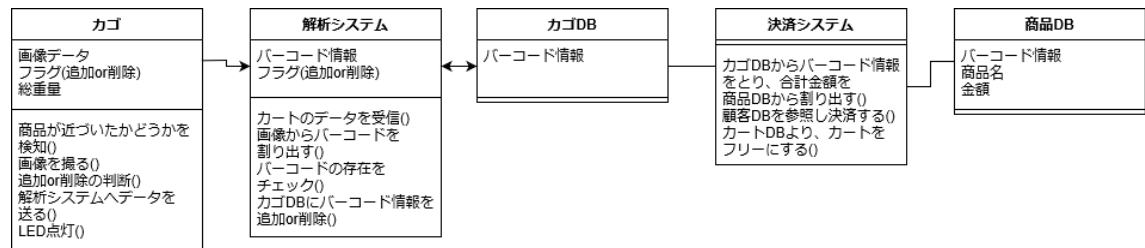


図 3.2. クラス図

図 3.2 は大きく分けてカート、解析システム、カゴ DB、商品 DB、決算システムの 5 つに分かれる。

第 4 章

実装内容・検証結果

本章では V 字モデル開発に従って実装を行った。ここでは具体的な実装方法について述べる。

4.1 実装

実装に至っては 2 人のグループで行いエッジ処理側は真鍋樹が行った。ここではサーバ側の実装について述べる。ここではエッジ処理側のことをクライアントと呼ぶ。実装に使用したプログラム言語はクライアント、サーバどちらも Python3 を使用した。

サーバ通信

クライアントとのデータのやり取りを含めた連携には通信処理が必要不可欠になる。クライアントはセンサが反応したらカメラを起動し複数の画像を撮影する。つまりサーバに送られる画像データは 1 回につき 1 枚ではない。つまりクライアントが画像データを送信するデータサイズが不明のため、サーバ側では送信されたデータのどこからどの部分が 1 つの商品画像データになるのか判断できない。そこで、クライアントは画像データを送信する前に画像データの合計サイズを送信する。サーバは合計サイズ分だけデータを受信すれば続けて 2 回目のデータ送信が来ても 1 回目のデータと区別することができる。クライアントから送られてきた画像データはバイナリ形式になっているので OpenCV のフォーマットに変換しなおしている。

Yolo によるバーコード領域特定

バーコード番号識別のために使用している pyzbar[7]. は画像データに占められるバーコードの割合が少ない場合識別精度が下がる。また、検証した結果画像に複数のバーコードが写っていた場合 1 つしか認識しない場合がある。そこで Yolo を使用してバーコード領域を切りとることで複数のバーコードがあっても認識できるようにサーバのプログラムに組み込んだ。

DB を使用した商品情報の管理

4.2 検証

第 5 章

システムの評価・考察

第 6 章

まとめ・今後の課題

謝辞

本研究を進めるにあたり, 懇篤な御指導, 御鞭撻を賜りました本学高橋寛教授に深く御礼申し上げます.

本論文の作成に関し, 詳細なるご検討, 貴重な御教示を頂きました本学樋上喜信准教授に深く御礼申し上げます.

また, 審査頂いた本学岡野大准教授ならびに宇戸寿幸准教授に深く御礼申し上げます.

最後に, 多大な御協力と貴重な御助言を頂いた本学工学部情報工学科情報システム工学講座高橋研究室の諸氏に厚く御礼申し上げます.

参考文献

- [1] 平成 28 年版 情報通信白書 | 人口減少社会の到来, 総務省,
<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h28/html/nc111110.html>,
2016 年 7 月
- [2] Amazon GO でミライ体験! レジ無し AI コンビニの仕組み、技術と課題
<https://orange-operation.jp/posrejihikaku/self-checkout/10331.html> 2017-6-13
- [3] セミセルフレジのメーカーまとめ。価格・製品特徴比較【2019 年版】
<https://rejichoice.jp/semi-self-regi/> 2019-3-11
- [4]
- [5]
- [6] <https://pjreddie.com/darknet/yolo/>
- [7] <https://github.com/NaturalHistoryMuseum/pyzbar>