

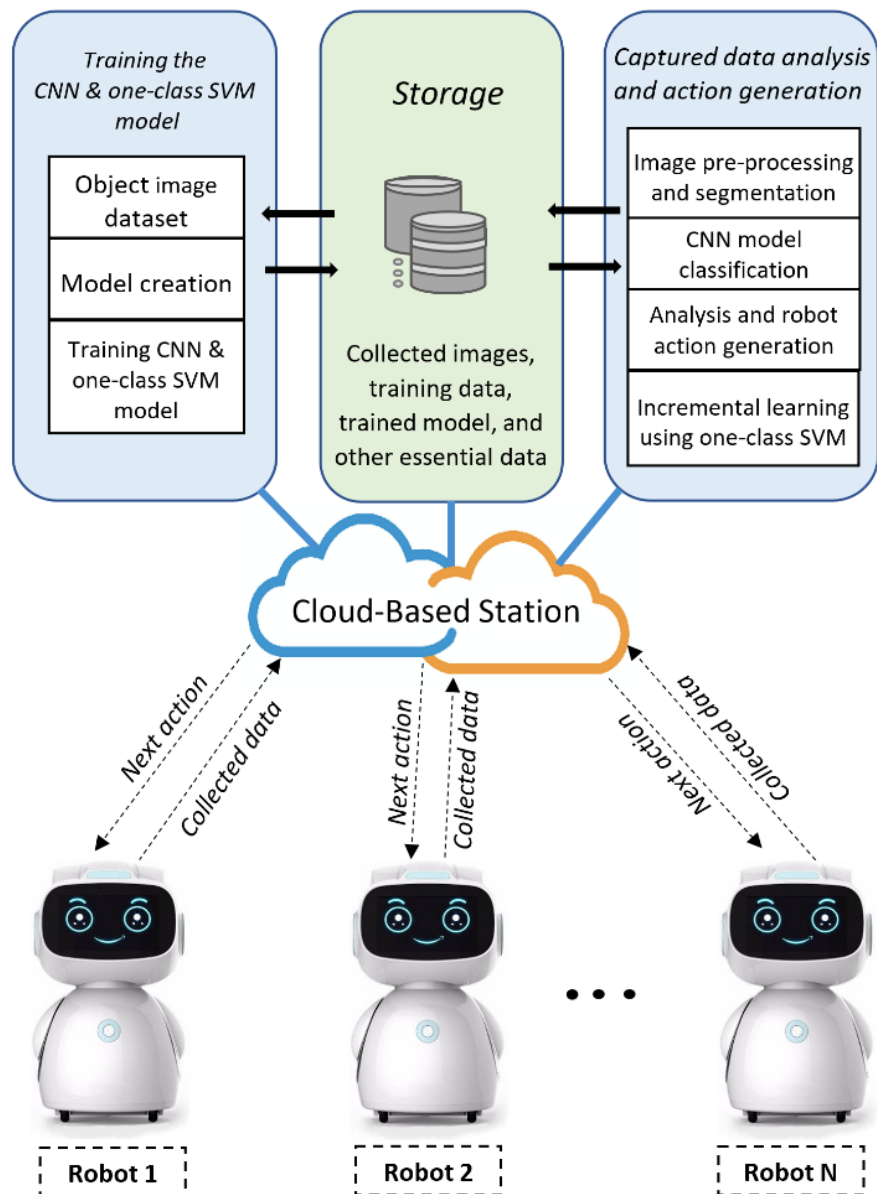
クラウドロボティクスにおける物体認識



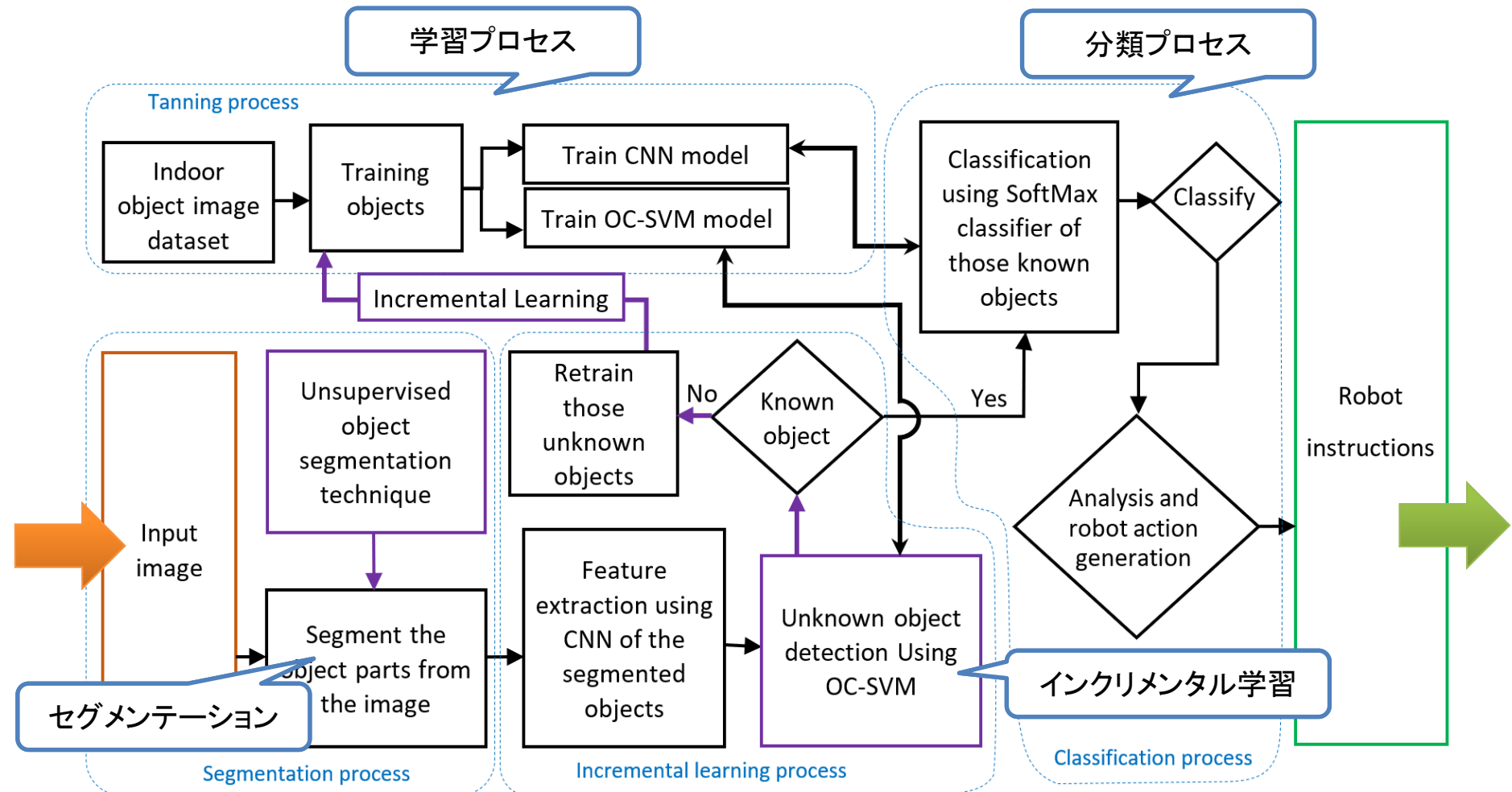
会津大学
渡部有隆、ライハン・カビール

- ロボットが屋内を移動し目的の動作を行う場合、ロボットから見える環境オブジェクトや障害物を検知・認識しなければならない
 - ロボットのナビゲーション
 - 物体認識を誤ると、重大な誤動作を引き起こす恐れもある
- 本研究では、クラウドベースで複数のロボットを管理し、移動ロボットから取得された画像やその他のセンサデータを解析するためのフレームワークを開発
- OC-SVM (One-Class Support Vector Machine) を用いた未知物体検知モデルを開発
- 教師なしセグメンテーション手法を開発し、入力画像から物体を分割し、それぞれの物体や障害物を個別に分析
- 本フレームワークをNode-RED環境に実装し、既存手法と性能を比較

クラウドロボットシステムの全体図

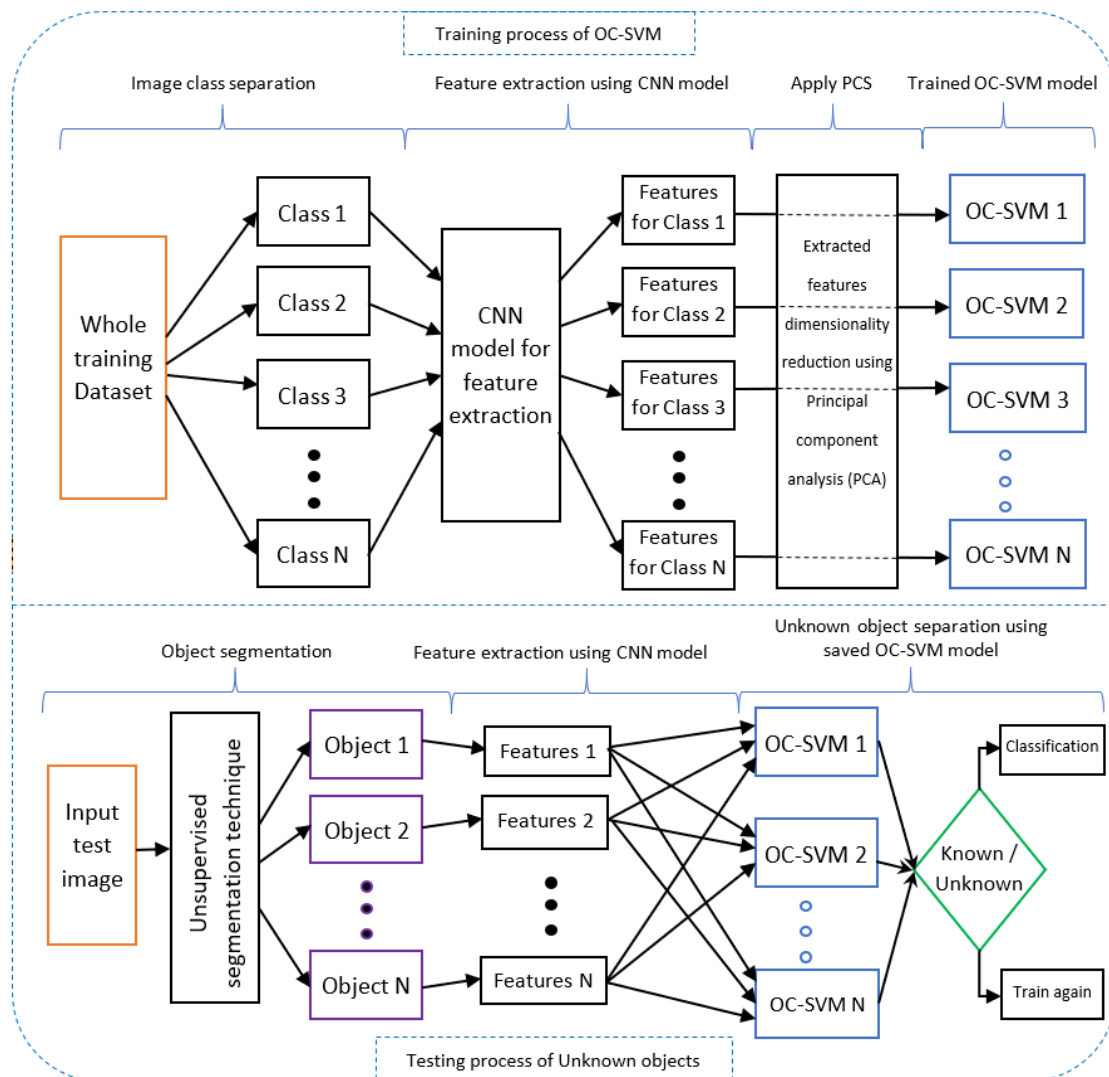


クラウドベースステーションにおけるロボットデータ解析



- 画像データを処理した後、ロボットシステムに最適化されたデータを提供し、ロボットの行動を制御

学習プロセスと分類

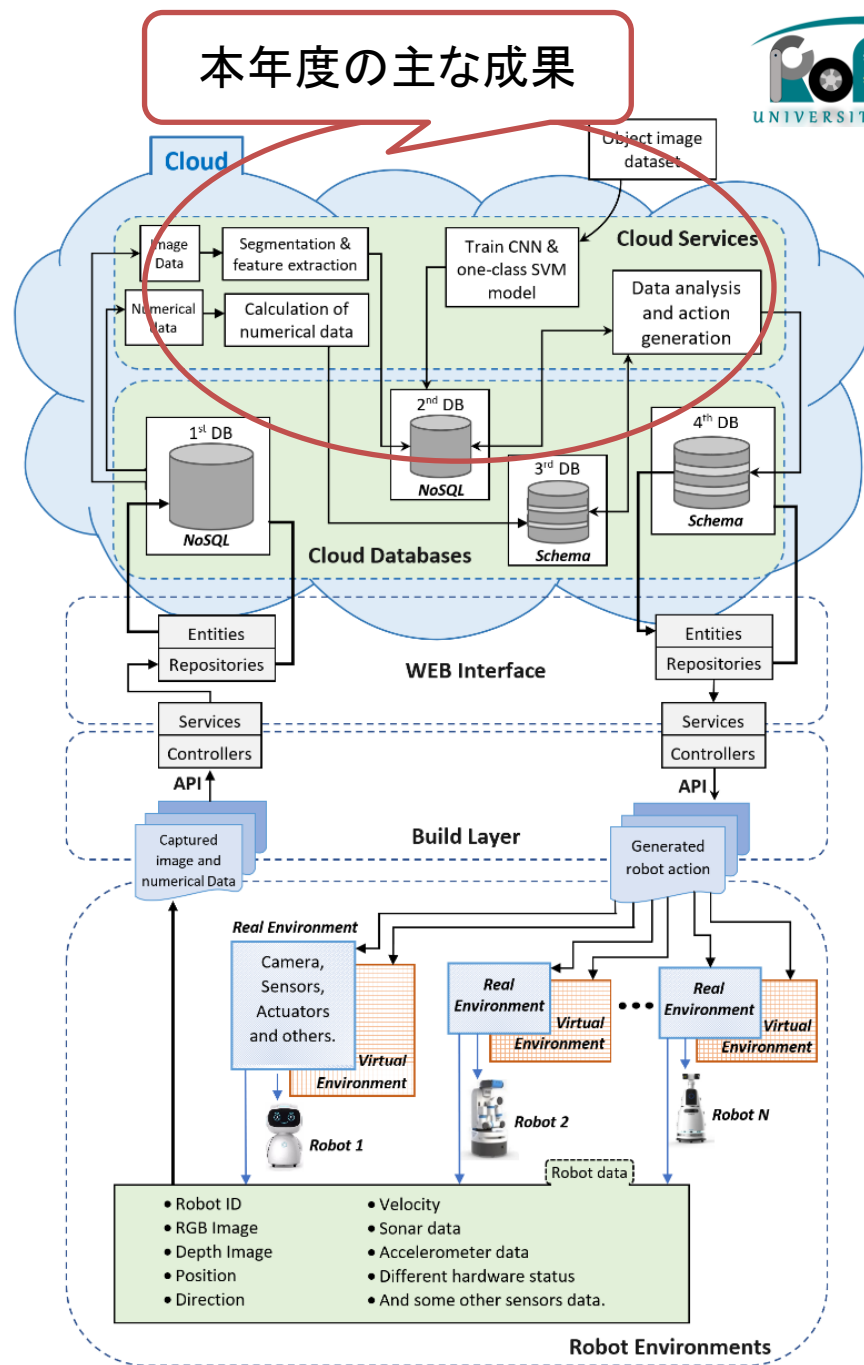


インクリメンタル学習法の学習・テスト過程

- 本インクリメンタル学習法は、ワンクラスSVMに基づく
- 学習されたワンクラスSVMは、モデルによって既知・未知の物体を検出する
- 一方、このモデルは一度に1クラスまたは1種類の物体しか検出できない
- そこで、この制約を克服するために、検出結果を損なうことなく、複数のクラスや複数種類の物体を検出できるモデルを開発

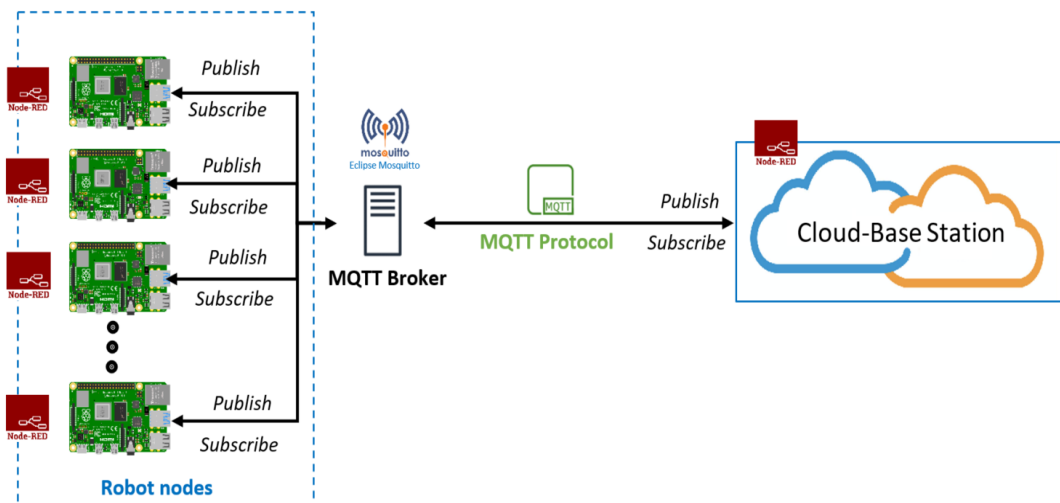
アーキテクチャとレイヤー

- クラウドベースステーションがロボットのデータを解析・管理し、ロボットに対する命令を生成
- 本アーキテクチャは、相互に接続された5つのコンポーネントで構成
 - a. ロボット環境
 - b. ビルドレイヤー
 - c. ウェブインターフェース
 - d. クラウドデータベース
 - e. クラウドサービス
- クラウドベースステーションは、コンポーネント(c)、(d)、および(e)を含む



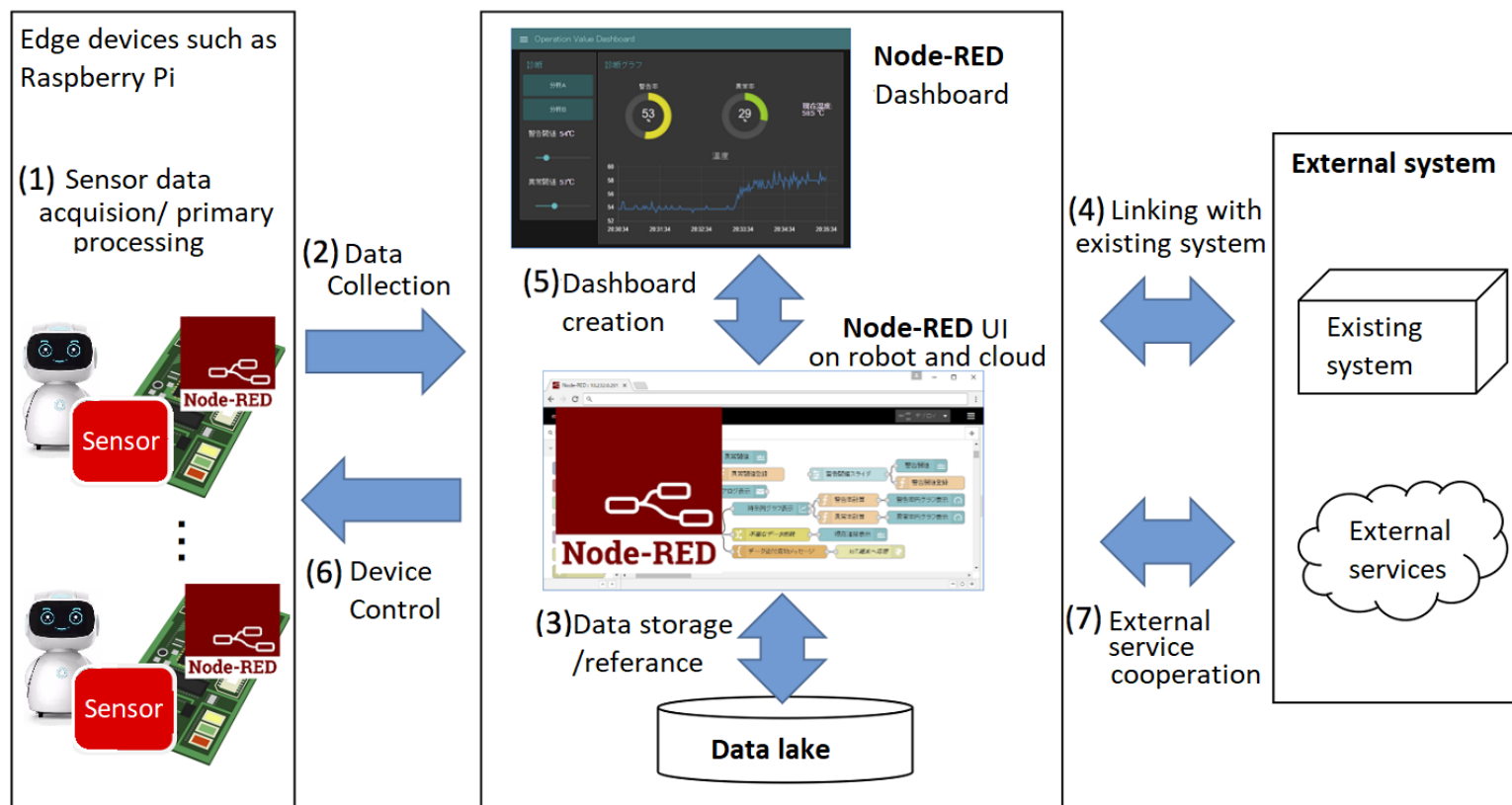
実験

- Node-REDプログラミング環境を用いたクラウドベースのアーキテクチャを実装
 - ロボットローカルステーション
 - クラウドベースステーション
- 教師なしオブジェクトセグメンテーション手法の実験
- ワンクラスSVMを用いたインクリメンタルラーニング手法の実装
- マルチロボットシステムでの実験と計算コストの解析
- 物体・障害物の分類精度
- 最先端手法との比較

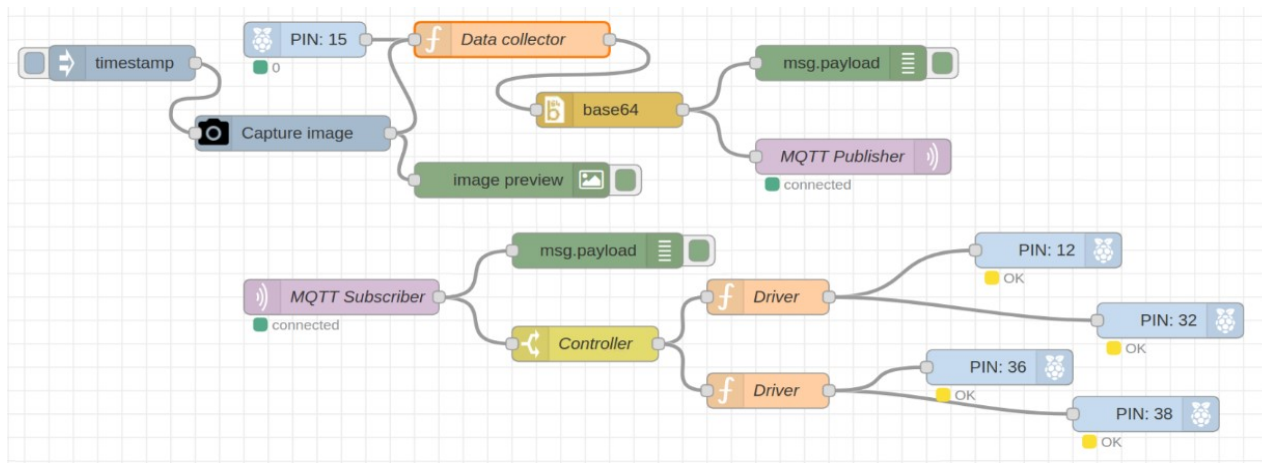


実験環境: 概要

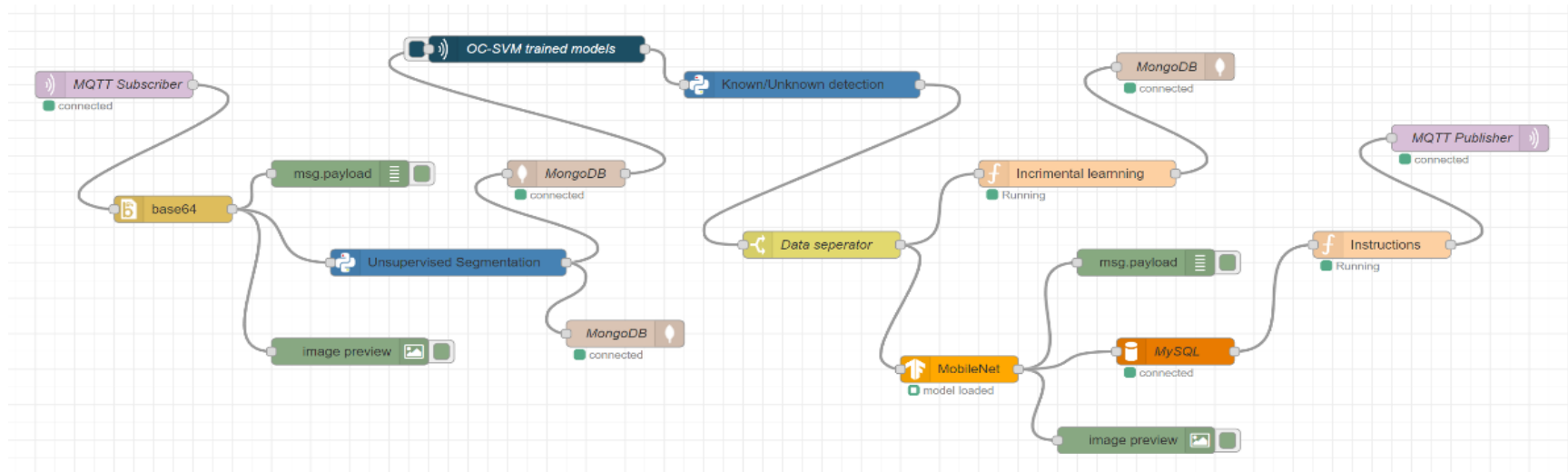
- Node-REDプログラミング環境を用いたクラウドベースのアーキテクチャ
- 本アーキテクチャを物理的に実装するために、JavaScriptとPythonで実装
- クラウドベースステーションにデータを保存するために、MongoDBとMySQLを使用



実験環境： 実装プログラム



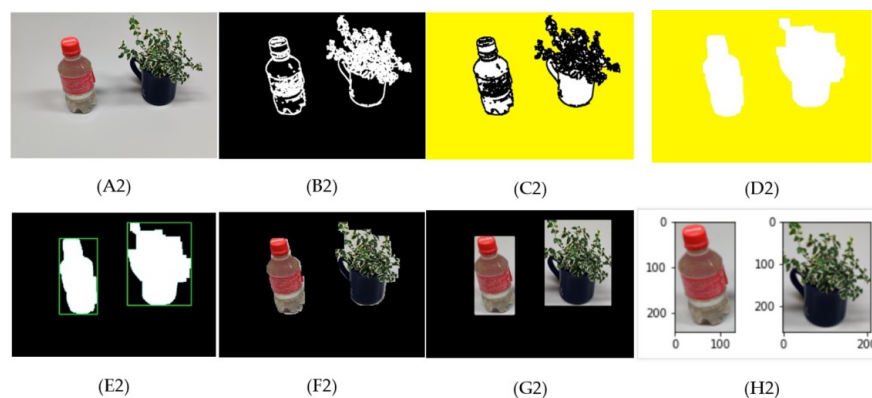
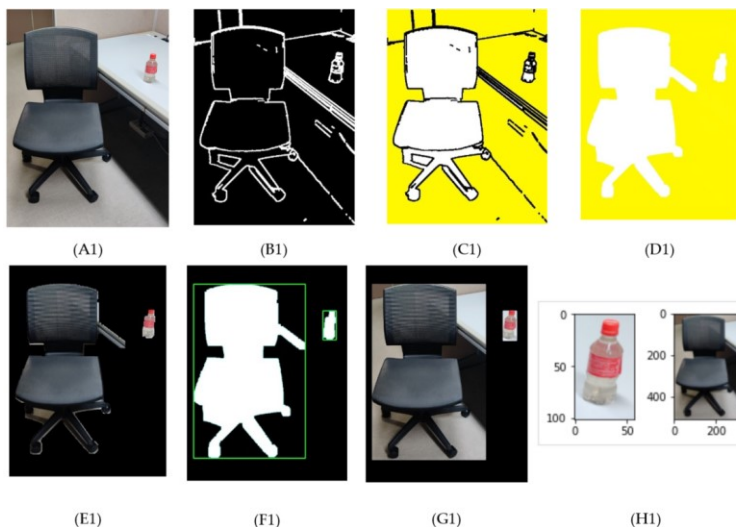
Node-RED環境におけるロボットローカルステーションのデータフローを実装



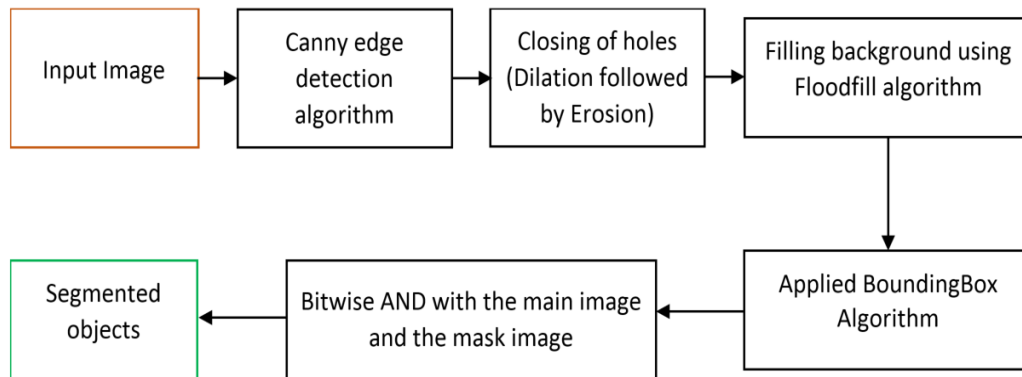
Node-RED環境におけるクラウドベースステーションでのデータフローを実装

実験結果： セグメンテーション

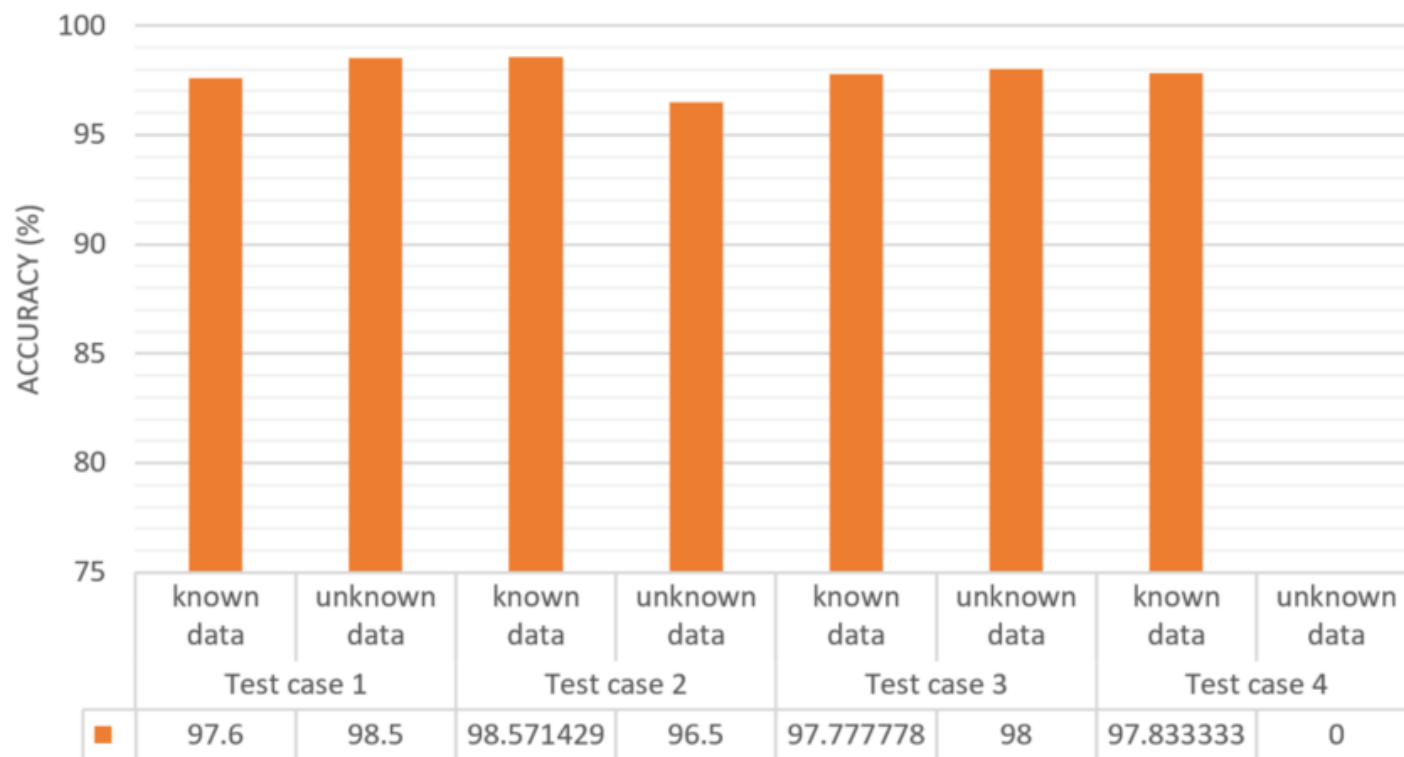
教師なしセグメンテーション手法の実験結果



1. 入力画像からオブジェクトのエッジを検出
2. Floodfillアルゴリズムにより背景と前景を取得
3. BoundingBoxアルゴリズムによる境界マスクを取得
4. マスク画像を使って入力画像からオブジェクトを分離

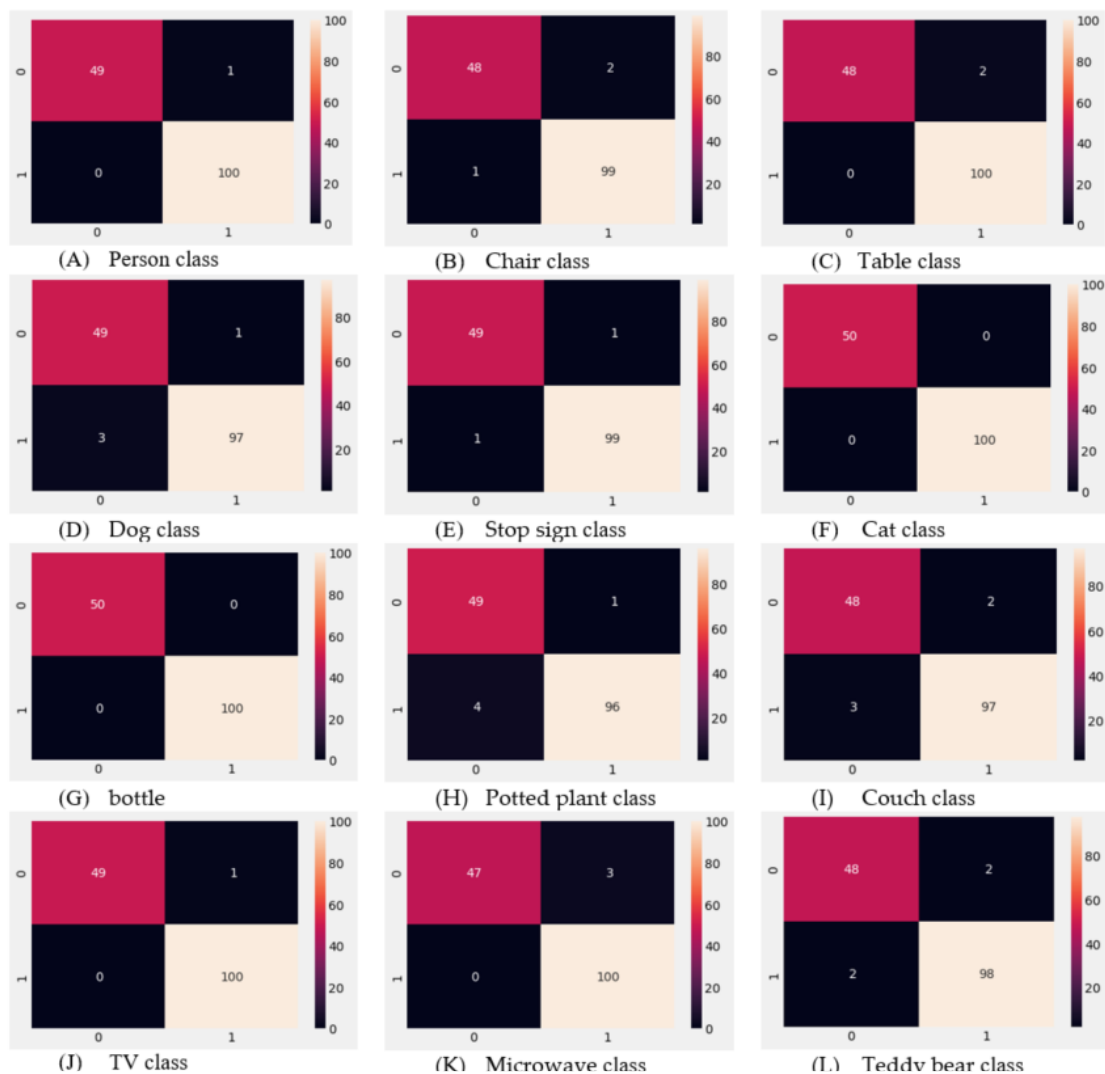


実験結果： 分類精度(1)



各テストケースにおける既知および未知のデータに対する分類精度

実験結果： 分類精度(2)

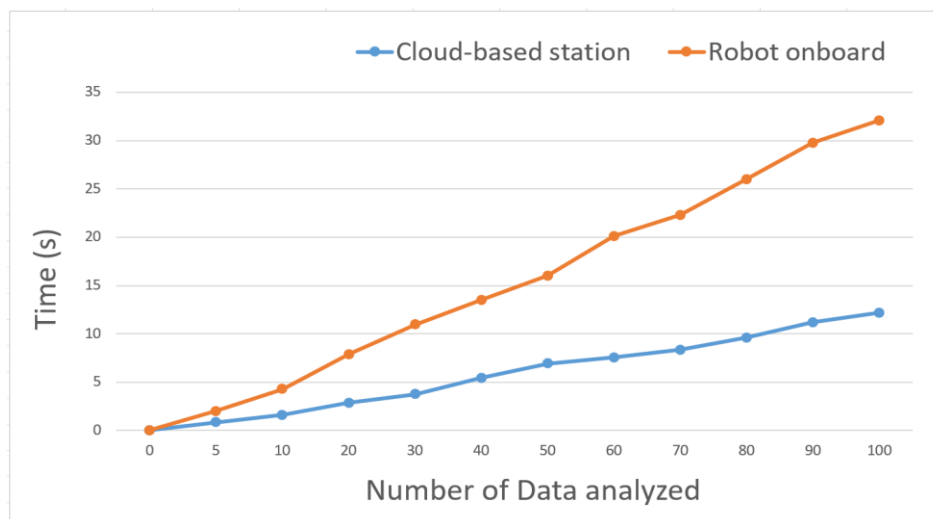


各クラスにおける既知データと未知データの検出の精度

実験結果： 精度・処理時間

Robot node	Sample images (sent)	Segmented objects	Detected as unknown	Detected as known	Misclassified	Accuracy (%)	Execution time(s)
R1	100	157	12	145	3	97.93	13.21
R2	100	149	11	138	1	99.27	12.85
R3	100	162	13	149	4	97.31	13.42
R4	100	155	9	146	3	97.94	12.69

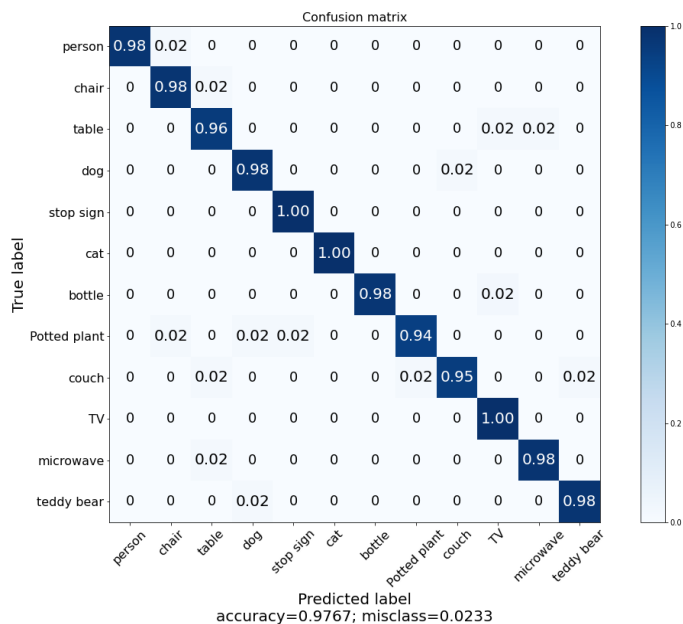
複数のロボットノードが同時にクラウドベースステーションにデータを送信し、解析情報を受信した場合の結果



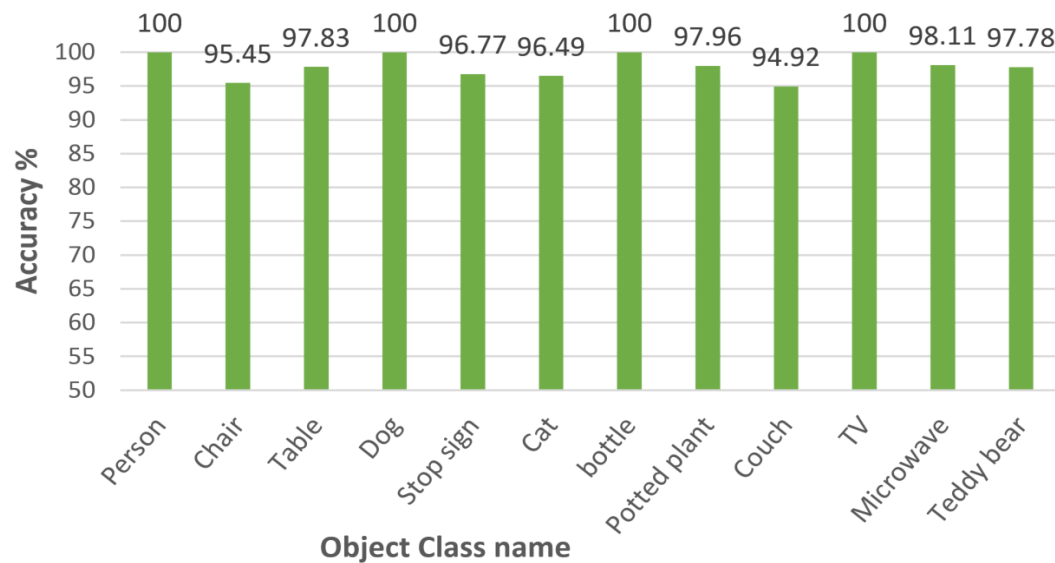
個々のロボットノードとクラウドベースステーション間の計算コストを解析

実験結果： 分類精度

- 本モデルの性能を評価するために、分類のための12クラスを含む画像データセットを用いて提案手法を実装



分類精度



個別クラス分類の精度

実験結果： 既存手法との比較

- 画像データセットを用いて、提案モデルとともに既存手法を実装
- 既存モデルでは、クラスが未知のオブジェクトの扱いを考慮していないため、分類性能が低下
- 一方、未知物体検出を行う本モデルでは、ワンクラスSVMを用い、インクリメンタル学習により未知物体を再学習することで、物体分類の性能を向上させた

Network architecture	Accuracy (%)
SSDlite_mobilenetV2_coco [6]	89.61
ShuffleNet V2 [7]	91.42
MobileViT-XS [8]	94.08
MobileNet V3 + one-class SVM [our proposed model]	97.67

まとめ

- マルチロボットシステムにおけるデータ処理と管理のための、効率的なクラウドロボットフレームワークを提案
- 誤動作や障害物検出の問題を克服するために、OC-SVMを用いた未知物体検出モデルを提案
- 入力画像からオブジェクトを分離し、各オブジェクトと障害物を個別に分析するための、教師なしセグメンテーション手法を提案
- 本フレームワークをNode-RED環境で実装・実験
- 計算量削減等による性能の向上、分類器による検出精度の向上を達成
- 本フレームワークは、クラウドベースのマルチロボットシステムにおける安全で効率的なロボット管理に応用可能



sensors



Unknown Object Detection Using a One-Class Support Vector Machine for a Cloud-Robot System

クラウドロボットシステムのための

One-Class SVMを用いた未知物体検出法

by Raihan Kabir, Yutaka Watanobe, Md Rashedul Islam, Keitaro Naruse and
Md Mostafizer Rahman

Open Access

Sensors 2022, 22(4), 1352; <https://doi.org/10.3390/s22041352>

ご視聴ありがとうございました

