



深層学習のROSロボットへの適用事例

令和元年 月

防衛装備庁

先進技術推進センター

防衛技官 丹羽雄一郎

yniwatrdi@gmail.com

- 深層学習を用いて、障害物検知及び認識をする自律移動ロボットを、ROSを用いて制作
- **ロボット用フレームワーク Bonnet*** を活用
 - 各種ロボットビジョン用CNNネットワークに対応
 - 推論用C++コード出力
 - ROSノードの容易な作成
 - 組込用ネットワーク Nvidia TensorRT対応
 - Jetson TX2 への容易な実装
- 赤外線カメラのROSモジュール作成

* A.Milioto,C.Stachniss,“Bonnet:An Open-Source Training and Deployment Framework for Semantic Segmentation in Robotics using CNNs”,ICRA2019, ICRA Workshop2018, arxiv 1802.08960, github.com/PRBonn/bonnet

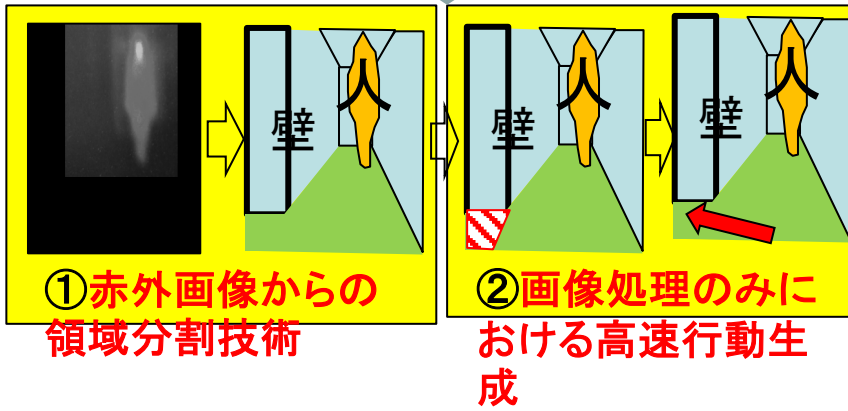
本自律偵察用ロボットの基本タスク

- (1) 移動可能な領域を認識し移動する
- (2) 壁などの障害物を検知し回避する
- (3) 人を検知し、人の方向から離れる

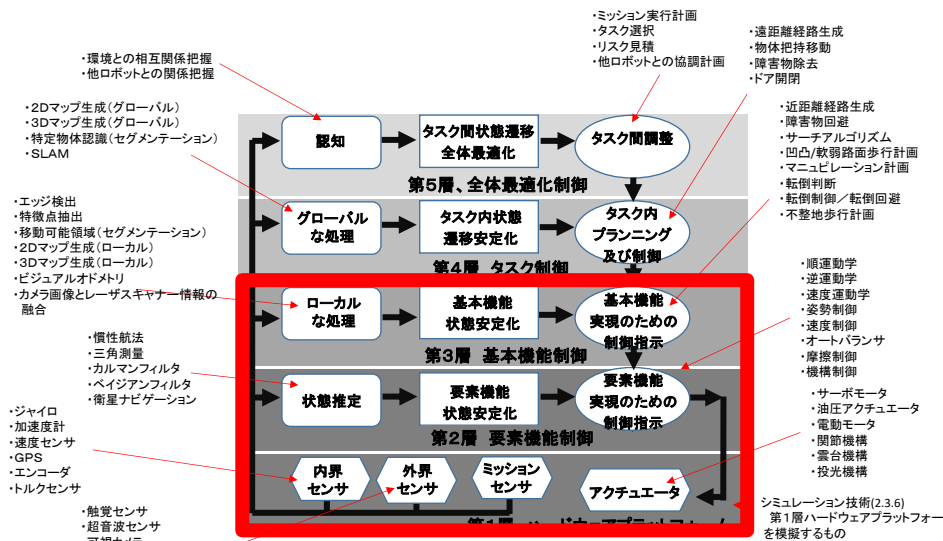
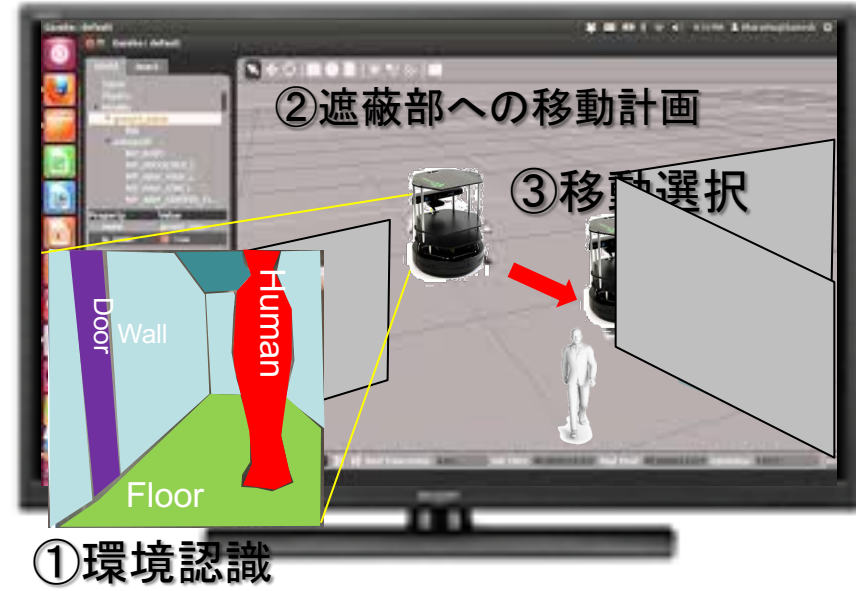


基本タスク実現の方法

- ① 赤外画像の領域分割による物体検知及び認識
- ② 床領域が移動可能領域として進行、至近の壁領域は障害物として回避、人領域が検知された場合、検知された反対方向へ移動



右に示す自律移動ロボットアーキテクチャの第3層までを実装

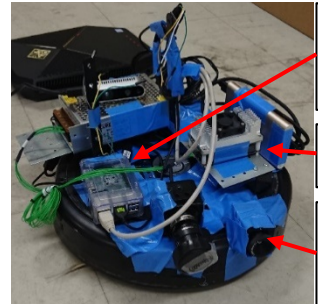


サブサンプリングアーキテクチャ

本自律移動ロボット

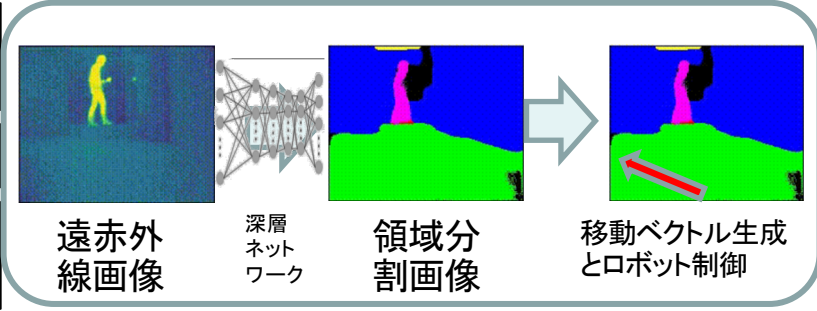


テスト環境(照明無し)

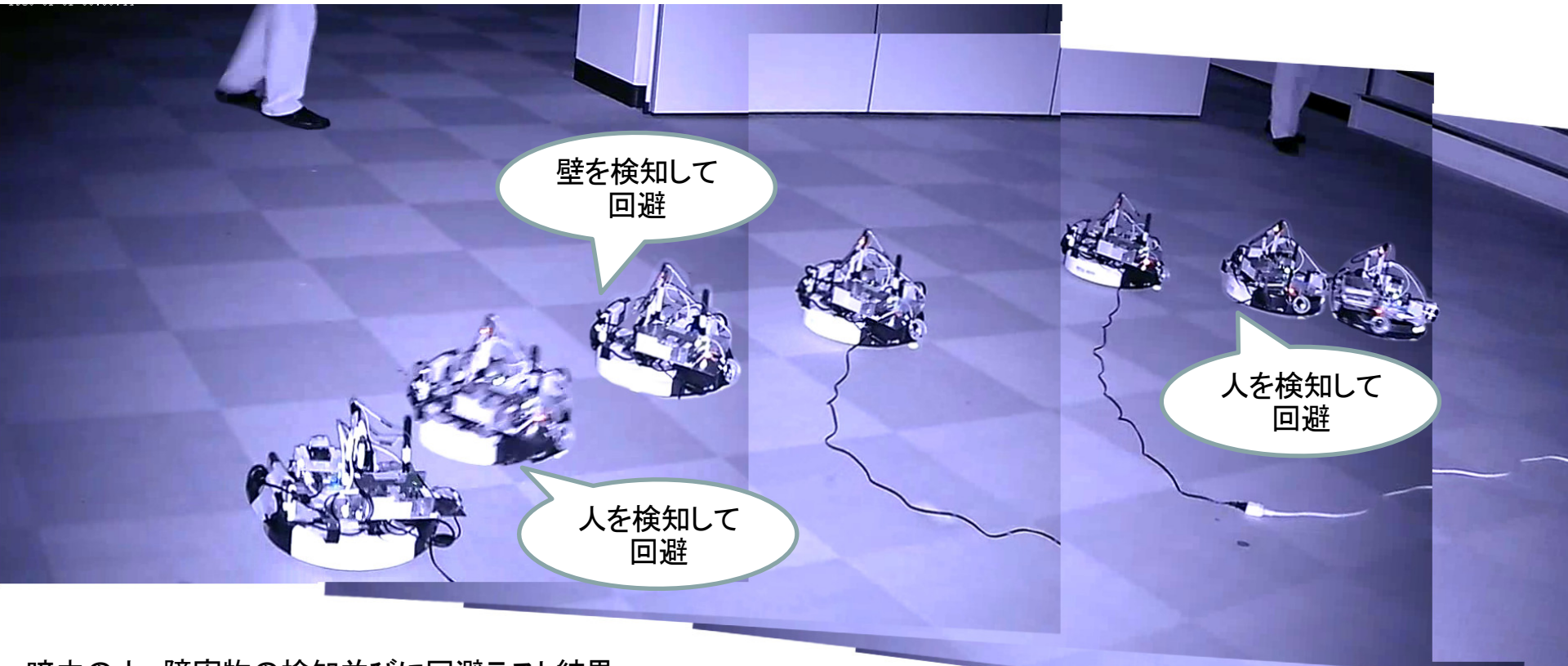


供試体(小型ロボット)

- ロボット制御装置
- 演算装置
- 遠赤外線カメラ



処理フロー



壁を検知して回避

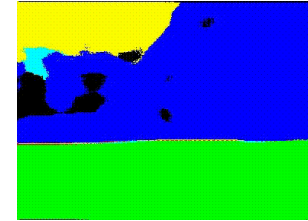
人を検知して回避

人を検知して回避

暗中の人、障害物の検知並びに回避テスト結果
(不可視な近赤外線ライトを照射し、近赤外線カメラで撮影)

実証実験結果(動画)

暗中の人、障害物の検知並びに回避テスト結果
(不可視な近赤外線ライトを照射し、近赤外線カメラで撮影)



テスト環境(照明無し) 領域分割画像



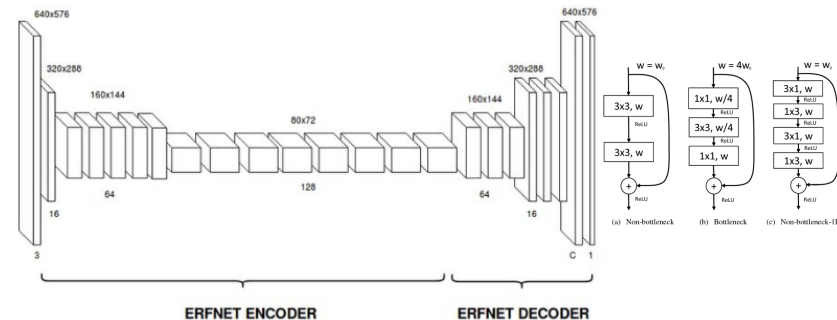
使用するネットワークの選択

DNNフレームワークの利用

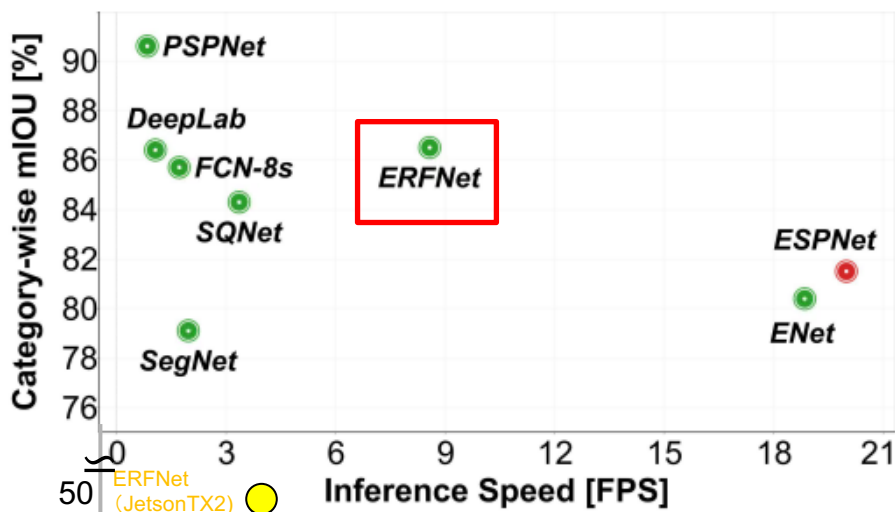
- 可視領域分割用DNN、赤外領域分割用DNN及び演算補助装置用赤外領域分割用DNNを構築するため、セマンティックセグメンテーションのフレームワークであるBonnet*を使用した。
- Bonnetは、ロボットプラットフォームへの実装を想定されており、TensorRT、ROSに対応している。Bonnetは各種領域分割用DNNを利用できるが、今回は最も高速なERFNetを領域分割用DNNとして選択した。

* A.Milioto, C.Stachniss, "Bonnet: An Open-Source Training and Deployment Framework for Semantic Segmentation in Robotics using CNNs", ICRA2019

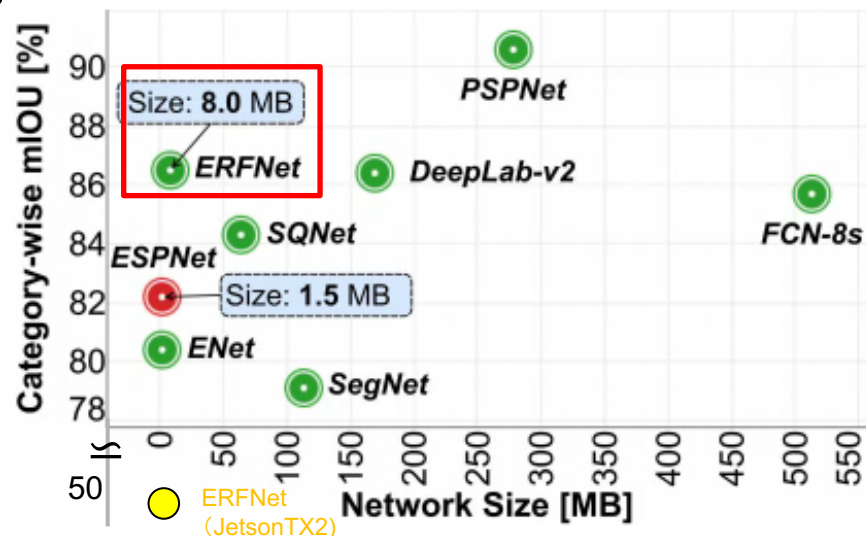
ERF-NET (ERF 畳みこみ層を利用したネットワーク)



E.Romera+, "ERFNet: Efficient Residual Factorized ConvNet for Real-Time Semantic Segmentation", IEEE Trans. on Intelligent Transportation Systems, Vol.19, Iss.1, Jan.2018

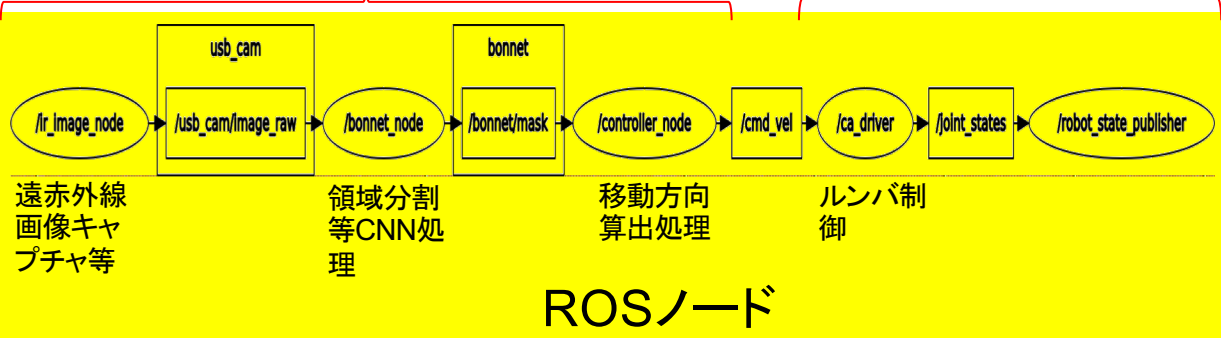
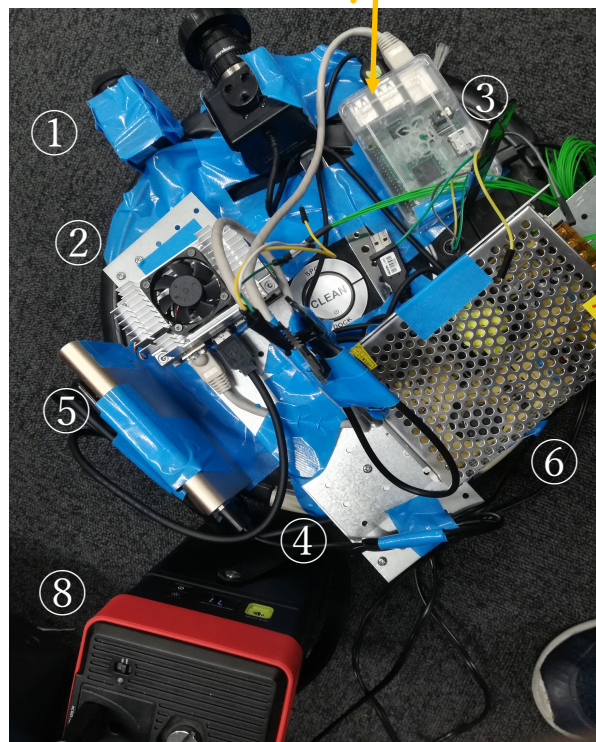
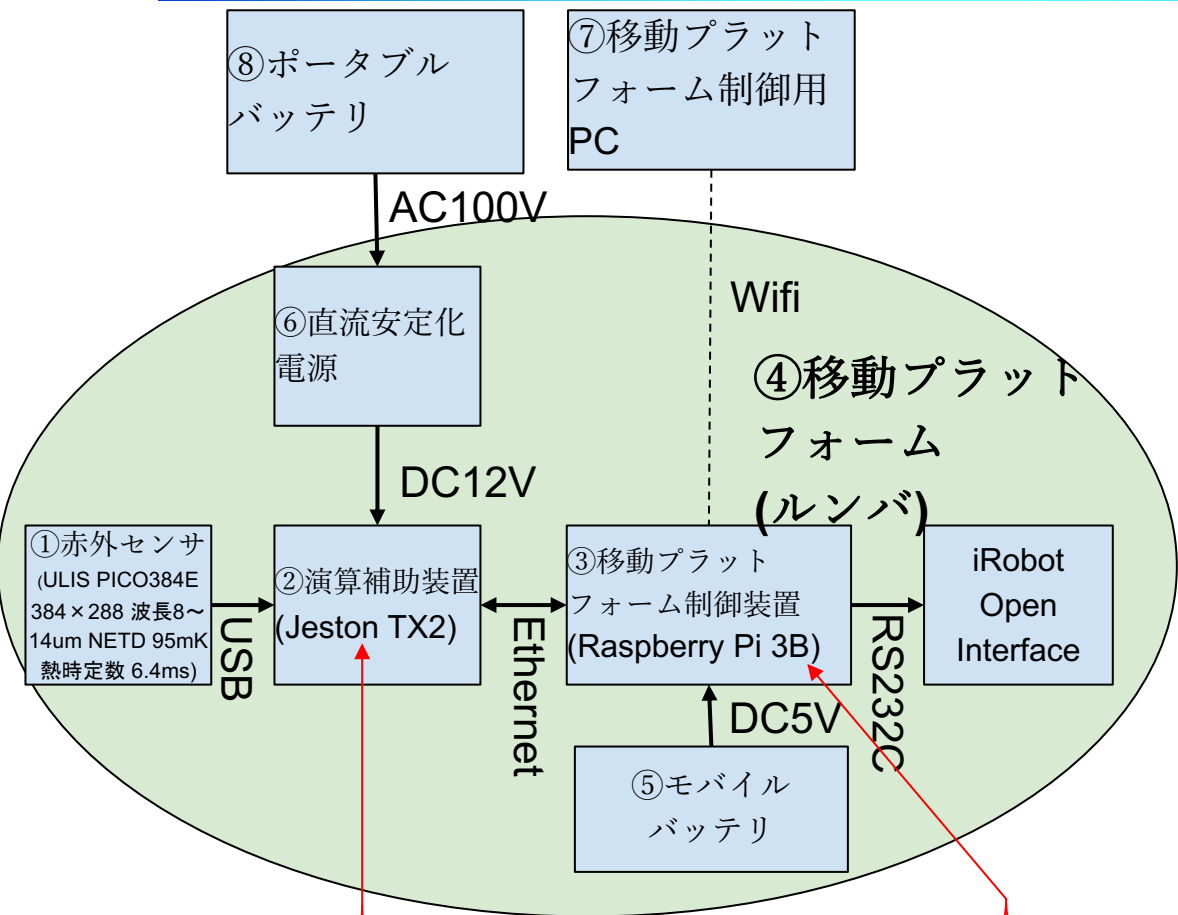


(e) Accuracy vs. speed (laptop)

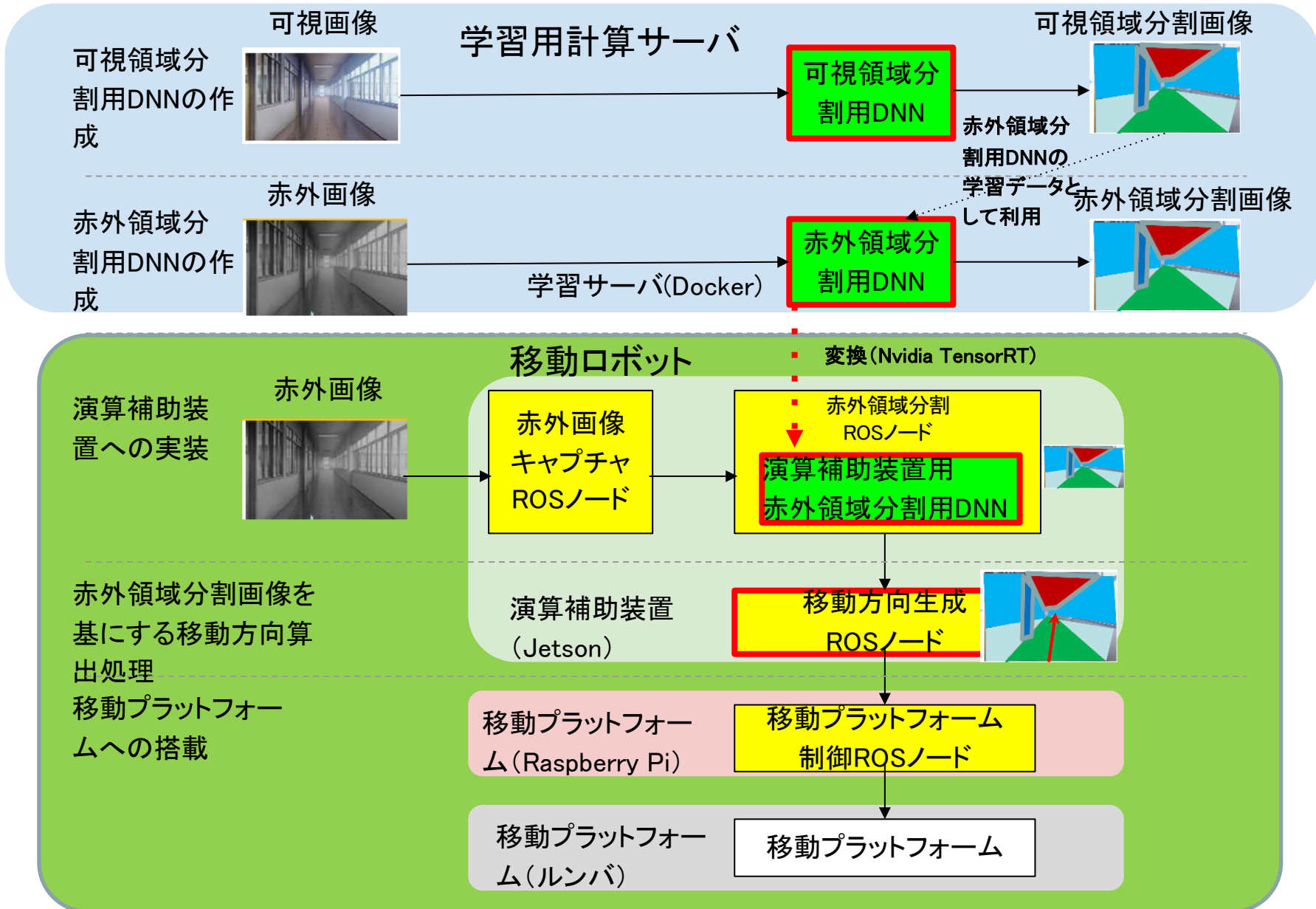


(b) Accuracy vs. network size

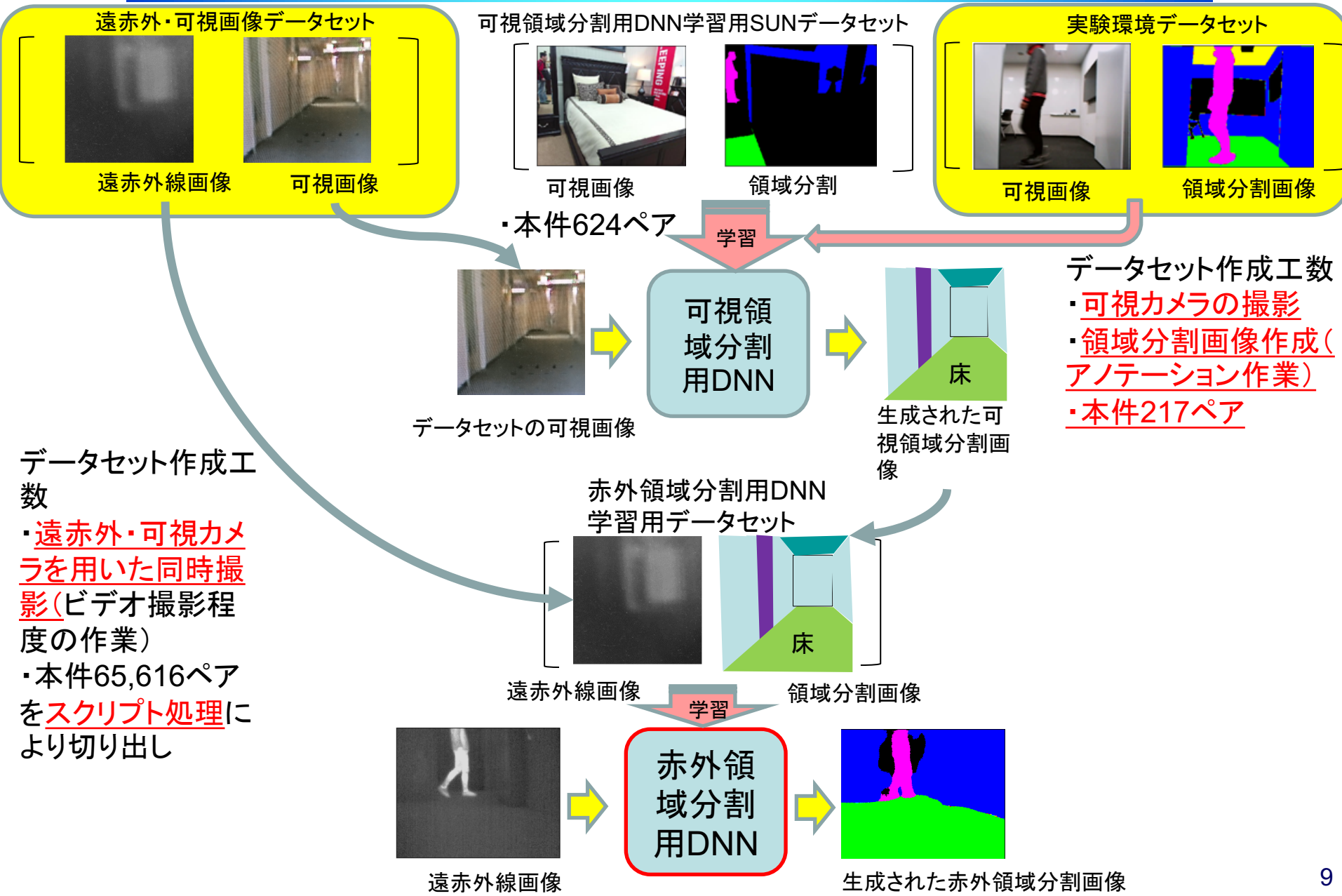
自律移動ロボット(ハードウェア構成)



自律移動ロボット(ソフトウェア構成)



データセットの構築



詳細な内容(既発表資料)

- 遠赤外線画像等データセットの作成方法、学習方法
丹羽雄一郎, “GANによる遠赤外線画像による可視画像生成の実用化への検討”, 第25回画像センシングシンポジウム(SSII2019)
- 本自律移動ロボットに関する内容
丹羽雄一郎, “移動ロボットの遠赤外線画像による物体検知識別と回避”, 第37回日本ロボット学会学術講演会
丹羽雄一郎, 木村正成, 佐藤利鷹理(株式会社Ridge-i) “深層学習を用いた遠赤外線画像の意味論的領域分割”, 第37回日本ロボット学会学術講演会
- 深層学習のロボットビジョンへの適用に関する考察
丹羽雄一郎, “自律移動ロボット環境認識に必要な深層学習に関する一考察 実環境に適応可能な環境認識技術をめざして”, 第22回画像の認識・理解シンポジウム(MIRU2019)