2019

Implementation on Embedded System and Proposal of MATLAB/Simulink Benchmark Suite to Improve the Practicality of Self-driving

自動運転システムの実用性向上に向けた組込みシステムへの実装とMATLAB/Simulinkベンチマークの提案

Keita Miura
Graduate School of Science and Engineering, Saitama University

Shota Tokunaga
Graduate School of Engineering Science, Osaka University

Takuya Azumi
Graduate School of Science and Engineering, Saitama University

[はじめに]

ROSとは

ROS (Robot Operating System)

- ロボット開発用のライブラリ・ツールを提供するミドルウェア
  - ハードウェアの抽象化, 視覚化ツール, ノード間通信, ライブラリ, パッケージマネジメント … etc

- 世界中で最も利用されているミドルウェア
- 多くのロボット/センサで利用可能なライブラリ
  - 座標変換
  - 画像処理
  - 点群処理

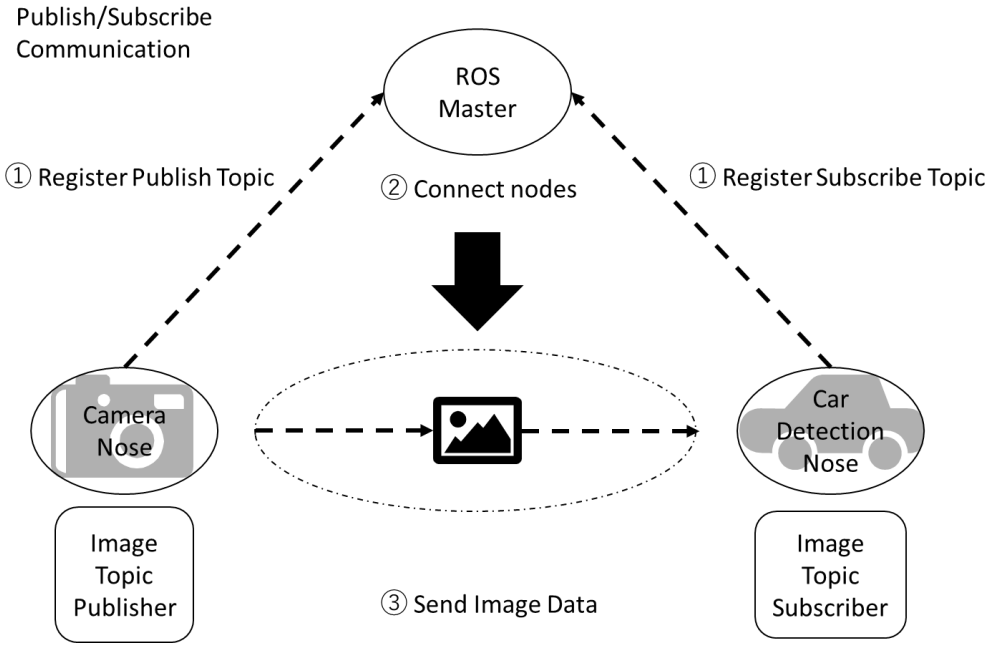
- オープンソース
- 言語: C++, Python
- サポートOS: Linux

ROS（Robot Operating System）

ロボット開発におけるライブラリやツールを提供

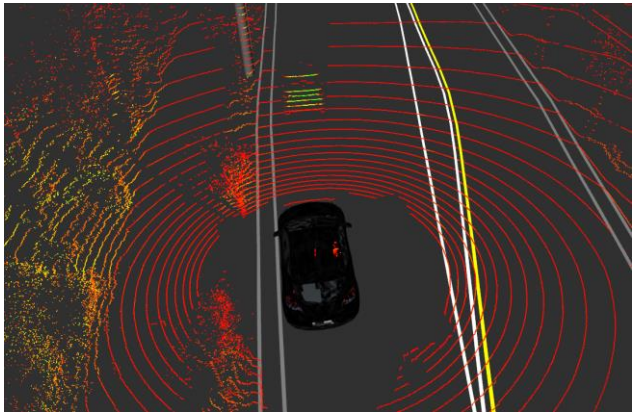
Publish / Subscribe モデル

- **ノード（プログラム）**の集合としてシステムを構築
- **トピック（データ）**を介してやり取り



オープンソースの豊富なライブラリ＆ツール

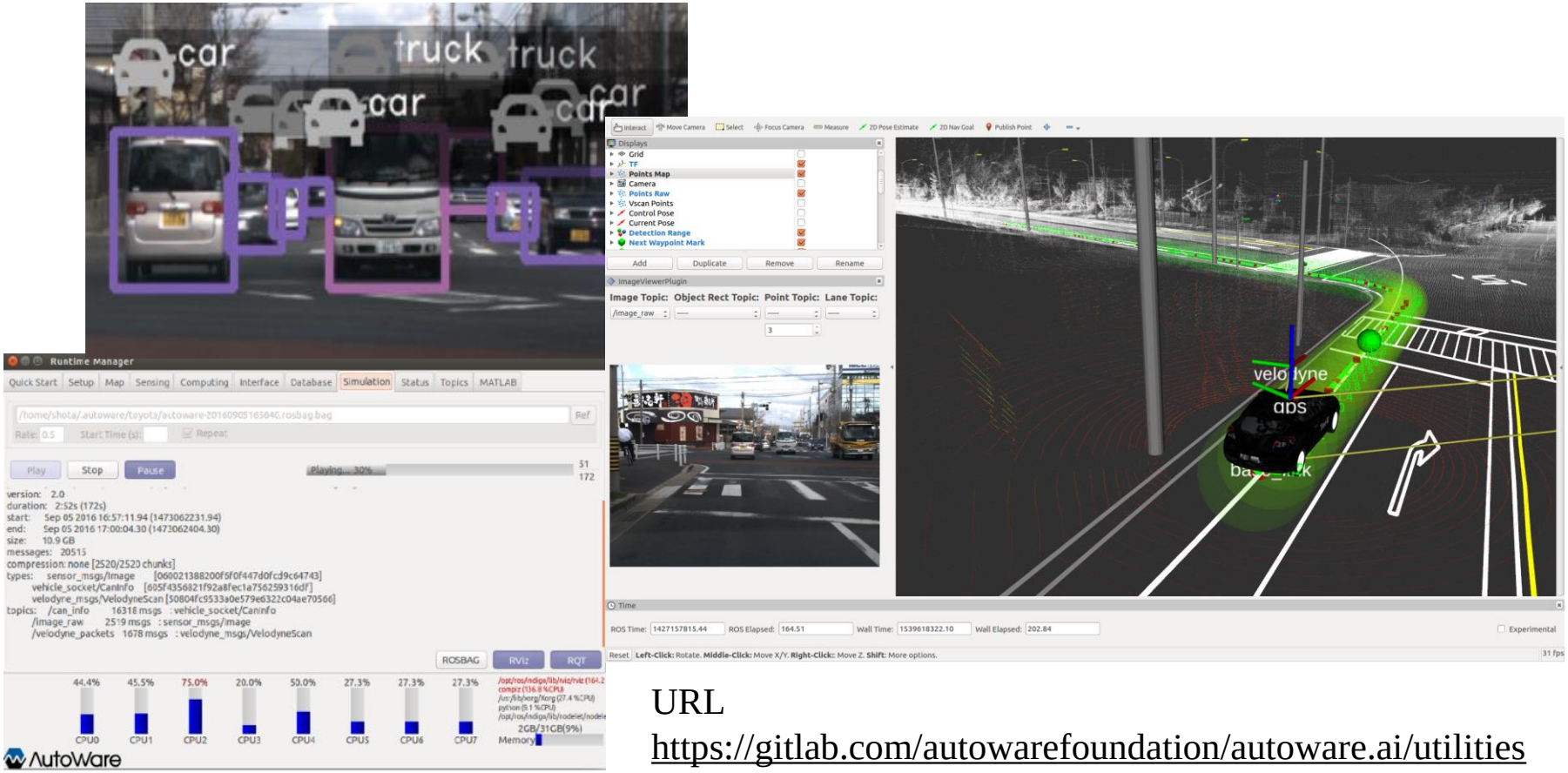
可視化・シミュレーション



[はじめに]
Autowareとは

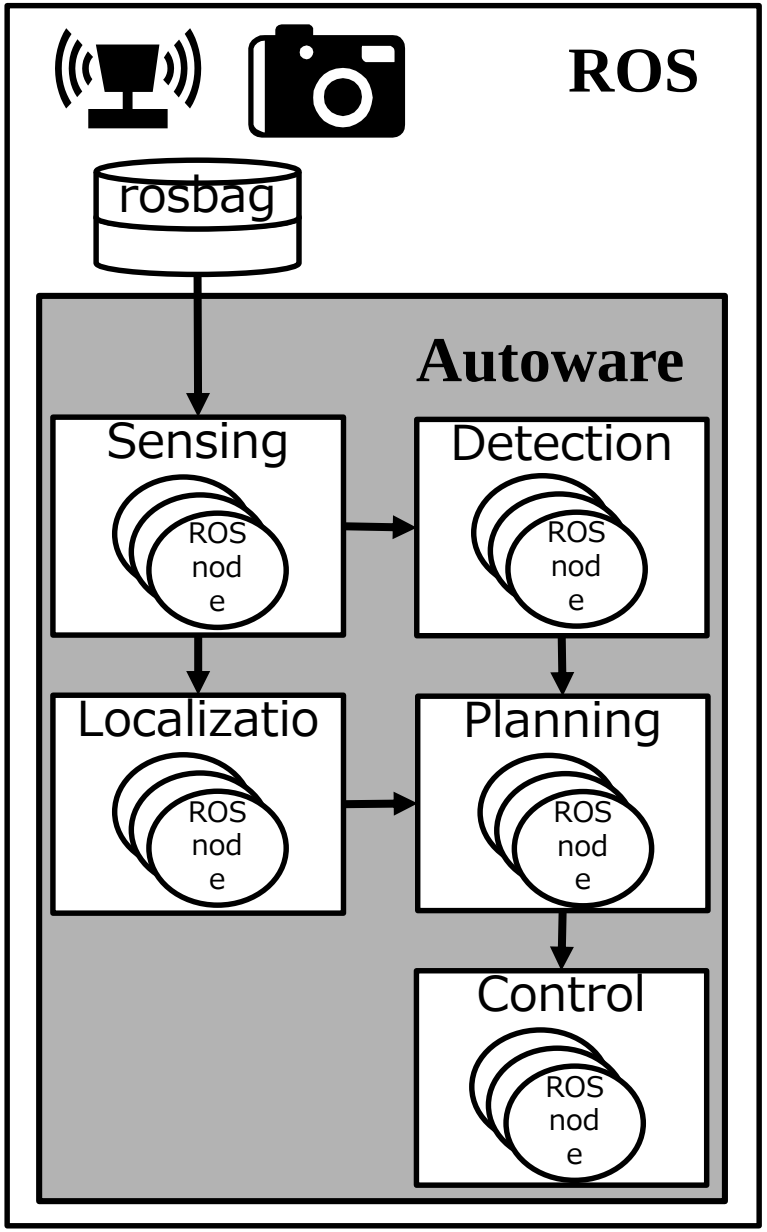
Autoware

- ROSに基づくオープンソース自動運転ソフトウェア
- 自動運転に必要なモジュールが提供されている



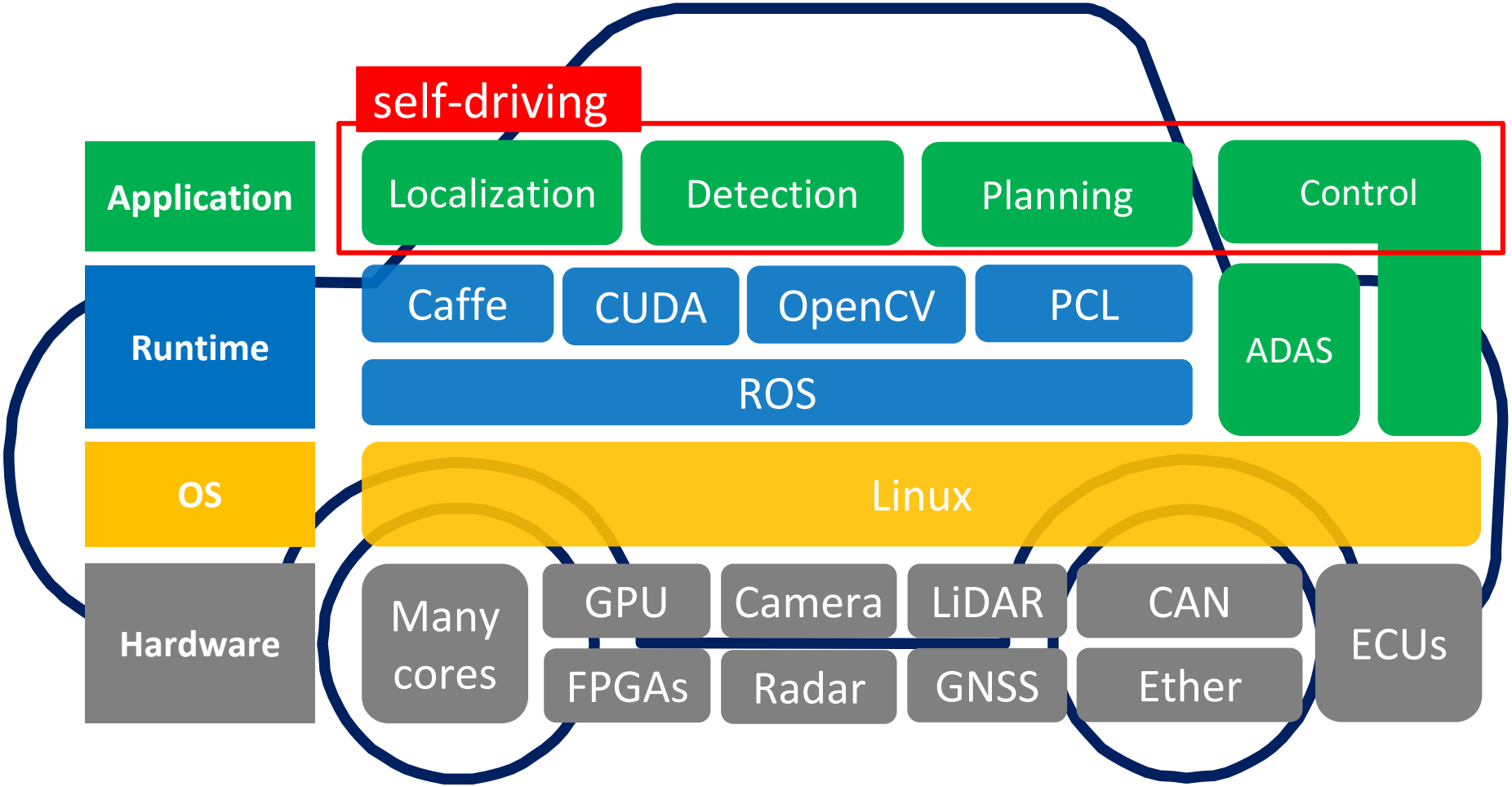
URL
https://gitlab.com/autowarefoundation/autoware.ai/utilities

Autowareの内部構造

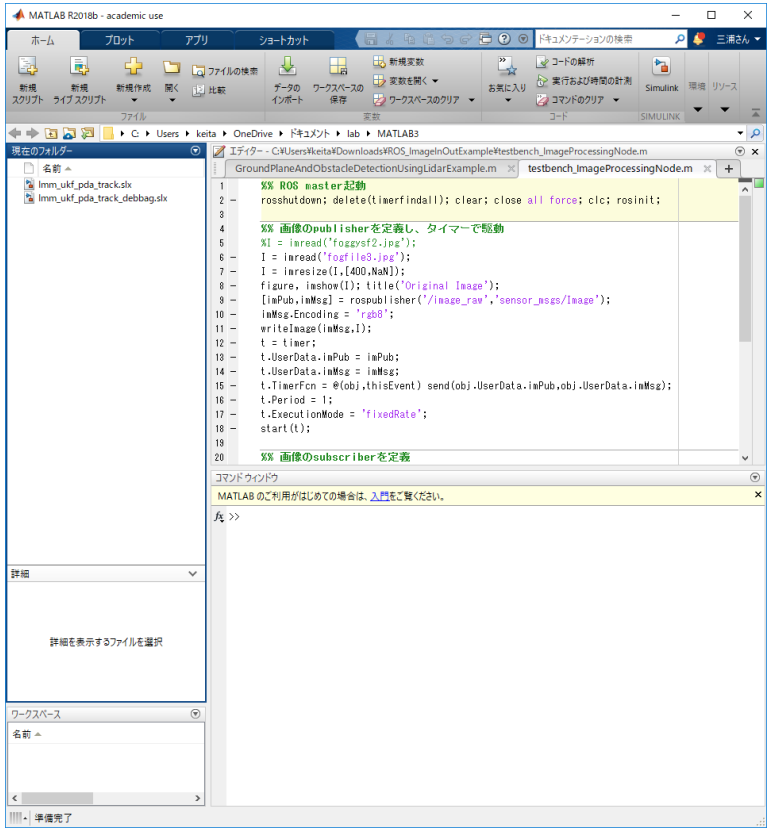


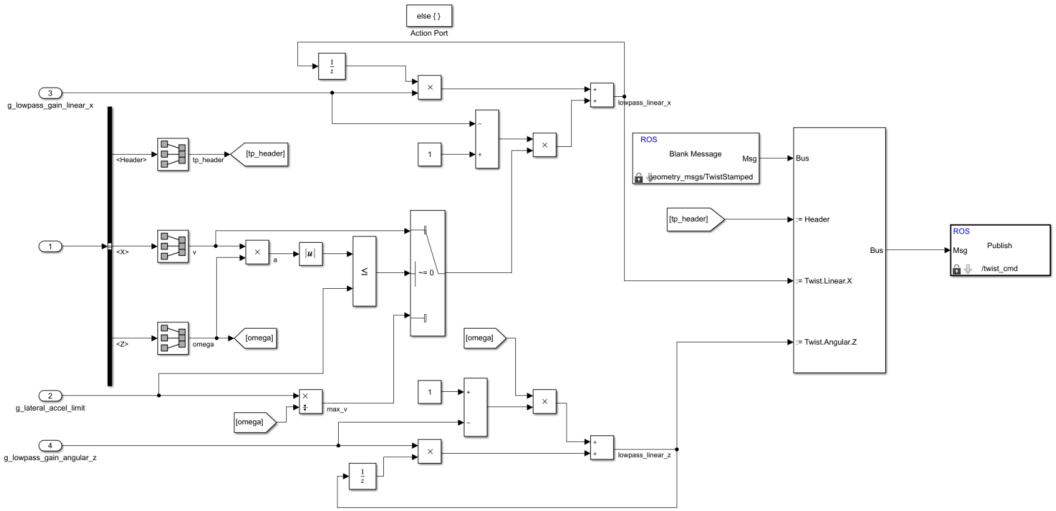
- ●Sensing
  - 画像データや点群データなどを処理する。
- ●Detection
  - 画像データと点群データを利用して周囲の人や物体を検知する。
- ●Localization
  - 点群データと点群マップを利用して現在の位置を推定する。
- ●Planning
  - 現在位置と検知データを利用して経路を決める。
- ●Control
  - 決めた経路に沿って動くた目に速度と角度を計算する。

[はじめに]
Autowareの構成



MATLAB/Simulink





MATLAB

- 行列演算
- 数値解析
- 画像処理
- 運転補助システム

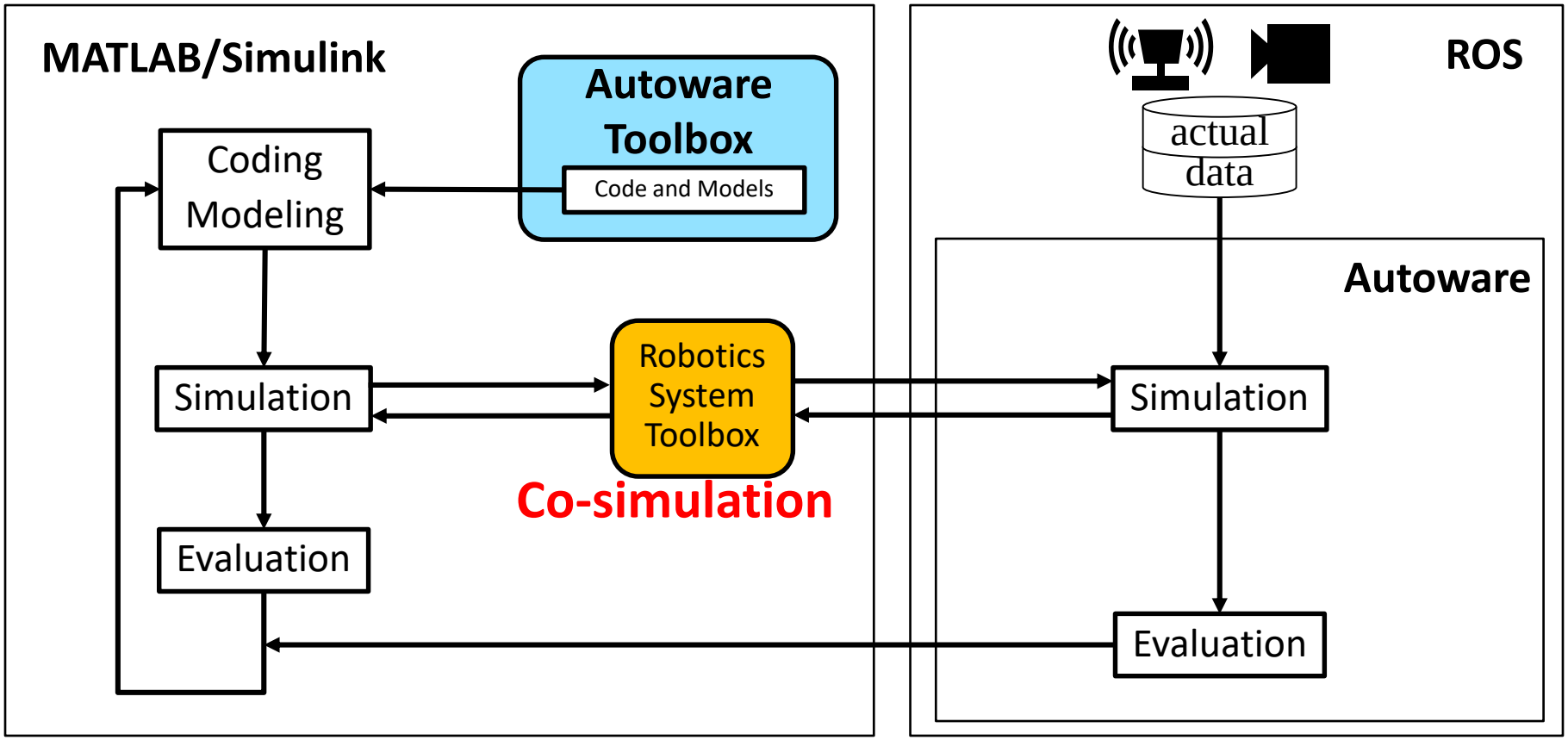
Simulink

- 可読性の向上
- コードの自動生成
- MBD開発
- 制御系ブロックが多数存在
- シミュレーション可能

[貢献]
研究成果

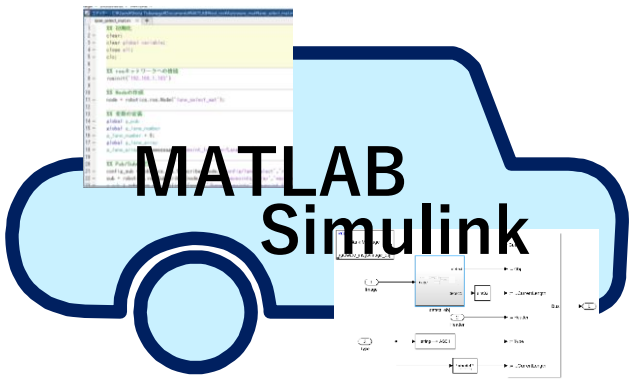
［MATLAB/Simulinkベンチマーク］

- **MATLAB/Simulinkベンチマークをオープンソースで公開**
- **自動運転用モジュールの開発を支援**



[MATLAB/Simulinkベンチマーク]
自動車産業での開発

自動車産業の開発ではMATLAB/Simulinkが利用されている



Autowareへの組込が必要
→非効率

ROSに対応したC++を生成

Robotics System Toolbox

サンプルが無く導入コスト増
→企業での導入が進んでいない

Autoware

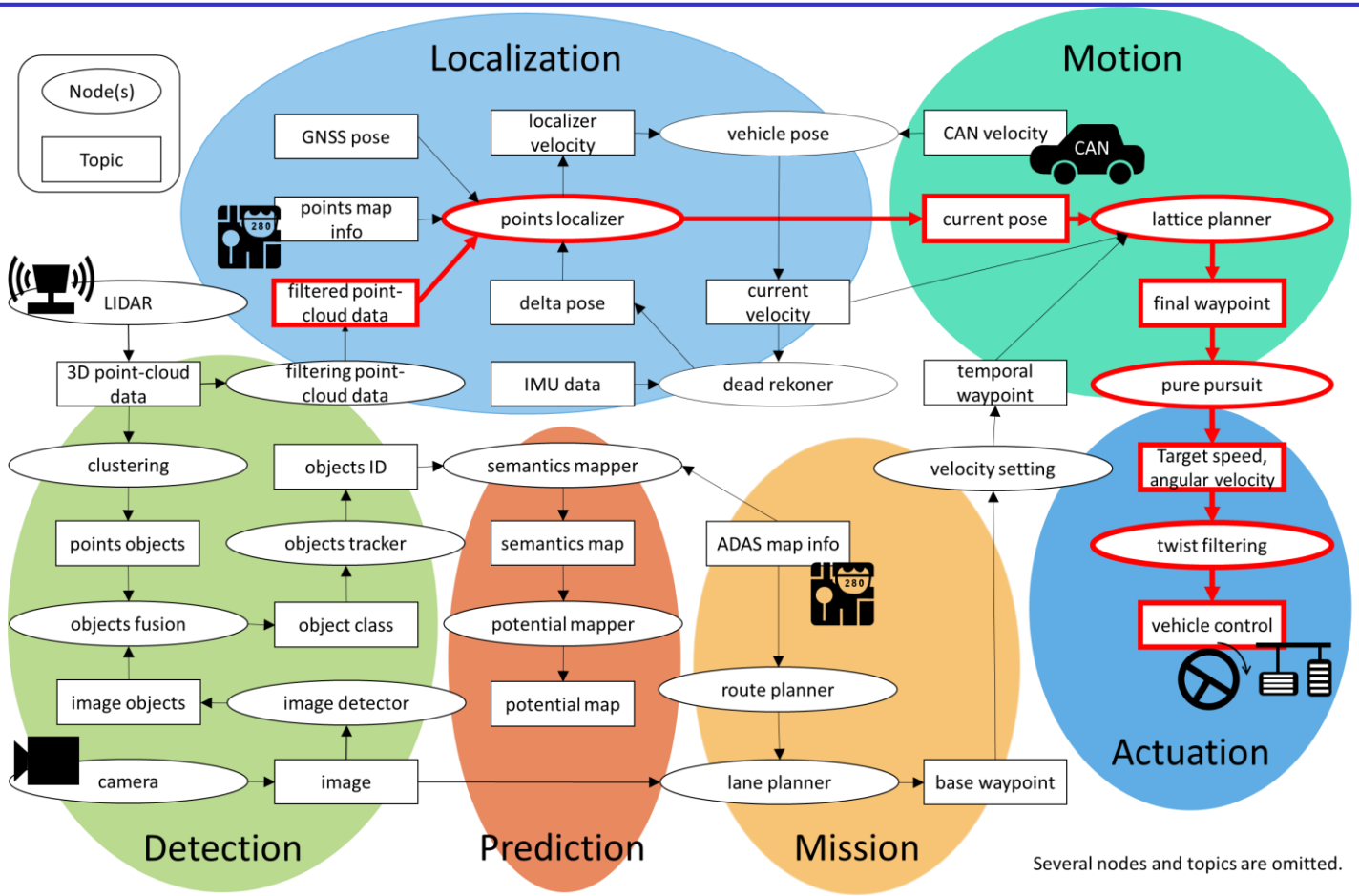
MATLAB/Simulink

- 自動車産業で利用されているモデリング用ソフトウェア
- Robotics System ToolboxでROSとの通信が可能

Autoware Toolboxの提案

●AutowareやROSに基づく自動運転システムで利用可能な
MATLABコードとSimulinkモデルを含むベンチマークセット

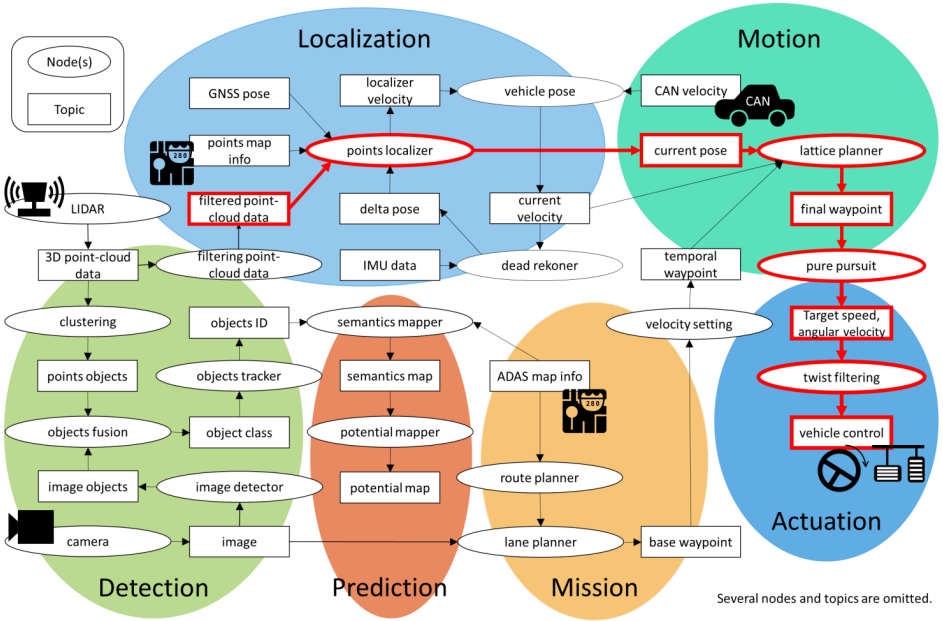
Autowareのパッケージ図

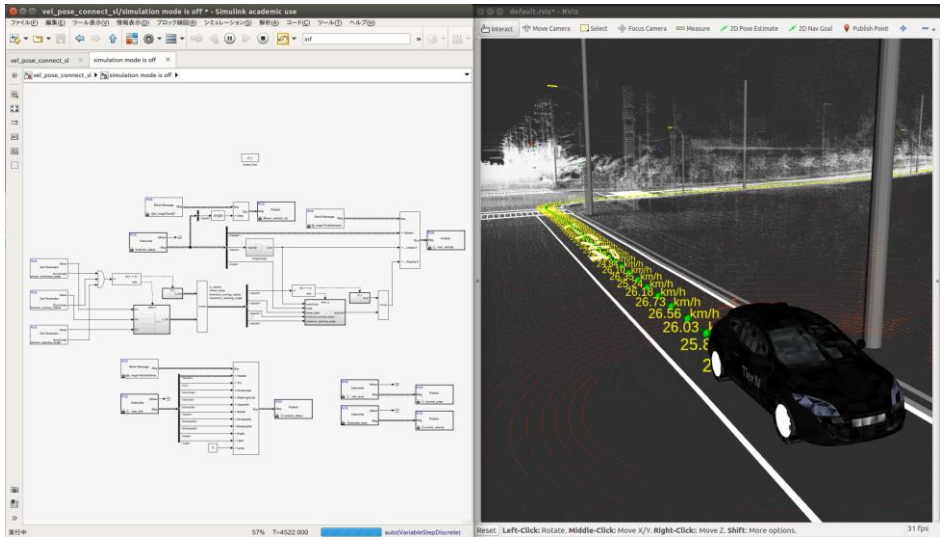


●Autowareのノード構成と
Autoware_Toolboxのサポート範囲（赤線）

S. Kato, S. Tokunaga, Y. Maruyama, S. Maeda, M. Hirabayashi, Y. Kitsukawa, A. Monrroy, T. Ando, Y. Fujii, and T. Azumi, “Autoware on Board: Enabling Autonomous Vehicles with Embedded Systems,” In Proc. ACM/IEEE ICCPS2018 のFigure 5より引用

[MATLAB/Simulinkベンチマーク]
Autoware Toolbox





Simulink **Autoware**

Module	Node
Sensing	Voxel Grid Filter
	Random Filter
	Nonuniform Voxel Grid Filter
	Fog Rectification
Localization	Vel Pose Connect
Detection	ACF Detector
	Vision Dummy Tracker
	LiDAR Euclidean Tracker
Planning	Path Select
	Lane Stop
	WF Simulator
Actuation	Pure Pursuit
	Twist Filter
	Twist Gateway

[まとめ]
まとめと今後の課題

[MATLAB/Simulinkベンチマーク]

- **MATLAB/Simulinkベンチマークをオープンソースで公開**
- **自動運転用モジュールの開発を支援**

Module	Node	Description
Sensing	Voxel Grid Filter	Downsampling point cloud using a voxel grid filter.
	Random Filter	Downsampling point cloud with random sampling and without replacement.
	Nonuniform Voxel Grid Filter	Downsampling point cloud using a nonuniform voxel grid filter.
	Fog Rectification	Producing defogged image.
Localization	Vel Pose Connect	Determining the velocity and pose of the vehicle.
Detection	ACF Detector	Detecting people using aggregate channel features.
	Vision Dummy Track	Tracking objects from image data artificially.
	LiDAR Euclidean Track	Tracking object using Euclidean distance from point cloud data
Motion Planning	Path Select	Generating final waypoints from temporal waypoints.
Mission Planning	Lane Stop	Selecting waypoints based on the signal color.
Actuation	Pure Pursuit	Generating the actuation commands for the autonomous vehicle.
	Twist Filter	Filtering the received actuation command.

[今後の課題]

- MATLAB/Simulinkベンチマークの追加