

	ORNE-	ORNE-box	ORNE-box2
Depth[mm]	690		
Wide[mm]	560		
Height[mm]	770		
Wheel diameter[mm]	304		
Battery	LONG WP12-12		
Motor	Oriental motor TF-M30-24-3500-G15L/R		
Driving system	Power wheeled steering		
2D-LiDAR	URM-40LC-EW (HOKUYO)	None	UTM-30LX-EW (HOKUYO)
3D-LiDAR	None	R-fans-16 (SureStar)	VLP-16 (Velodyne)
IMU	ADIS16465 (Analog devices)	ADIS16475 Analog devices	
GNSS receiver	None	u-blox SCR-u2t	
Camera	CMS-V43BK (Sanwa supply)	None	

## 2.2 ソフトウェア

本チームでは、従来より ROS(Robot Operating System) の navigation stack[1] をもとに開発されたシステムである orne\_navigation により自律走行させている。Fig. 2 に開発しているロボットのソフトウェアを含むシステム構成を示す。このシステムは、2D-LiDAR を用いた Monte Carlo Localization(MCL) により確率的に自己位置を推定し、経路計画に基づいて自律走行している。また、GitHub の open-rc[2] でプログラムを公開している。

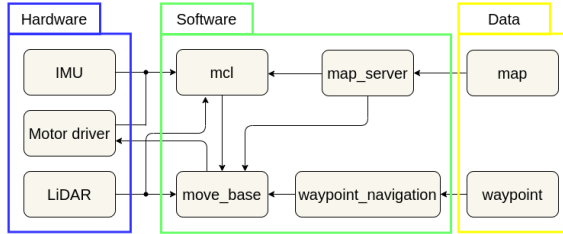


Fig. 2: Structure of the system.

## 3. 各チームの方針

本チームには、チーム ORNE- , ORNE-box, ORNE-box2 の 3 チームが存在する。従って本章では、各チームごとの活動方針を述べる。ただし、ORNE-box2 は ORNE-box の後継機であるため、活動方針は同じである。

### 3.1 チーム ORNE- について

2D-LiDAR ベースの自律走行時、自己位置推定の結果が不確かになる場合がある。この状態での走行はリタイアの要因の一つになる可能性がある。そこで、チーム ORNE- は、2D-LiDAR ベースの自律走行と機械学習を用いた自律走行の切り替えによる安定した走行を目的としている。昨年度は、orne\_navigation による自律走行時、自己位置推定の尤度が低下した場合に、カメラ画像を入力とした end-to-end 学習器を用いた自律走行による切り替えを行った。しかし、意図しない箇所でカメラを用いた走行へ切り替えが起ってしまうことがあった。そこで、本年度はそれらの問題を解決するために、取り組んだ内容に関して以下で紹介する。

#### 3.1.1 提案手法

提案手法を Fig. 3 に示す。移動ロボットは、2 つの走行方法を持つ。

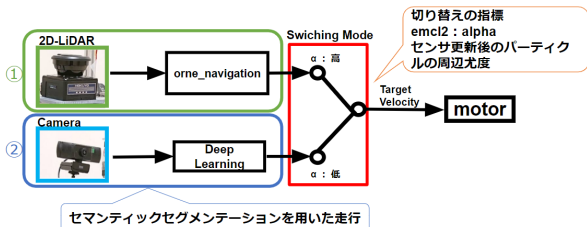


Fig. 3: Developed system of switching action.

### 3.2 チーム ORNE-box, ORNE-box2 について

図の下に \caption{} コマンドでキャプションを付ける。キャプションを英語で書くか、日本語で書くかを論文中で統一する。論文を投稿する学会のフォーマットに従うが、和文論文でも英語のキャプションとする場合が多い。図表とキャプ

Table 2: Means of the correspondence distances after registration.

Environment	room	hallway	moved objects
Standard ICP	0.123 [m]	0.456 [m]	0.789 [m]
MAP-ICP	0.987 [m]	0.654 [m]	0.321 [m]

ションだけを見て論文の内容が類推できるよう、キャプションは単語ではなく文章で書く。よって英語の場合は最初の文字を大文字にし、その後は固有名詞などを除いて小文字にする。また、文末にはピリオドを書く。

### 3.3 本文中での参照

論文に挿入した図は、本文中で必ず参照する。図を参照する際は、以下の例のように \figref{} コマンドを用いる。 \figref{} コマンドは、jsproceedings.cls で定義した独自のコマンドである。参照先の図には、\label{} コマンドでラベルを付けておく。

### LaTeX ソース

\figref{fig:matching-concept} に、提案手法の概念と各変数の定義を示す。

出力

Fig. ?? に、提案手法の概念と各変数の定義を示す。

## 4. 表

本章では、表を挿入する方法、キャプションの書き方や本文中での参照の仕方について述べる。

### 4.1 Table の挿入

Table 2 に、表を挿入する例を示す。表の挿入には、table 環境 (\begin{table}, \end{table}) と tabular 環境 (\begin{tabular}, \end{tabular}) を用いる。具体的な書き方は LaTeX ソースを参照されたい。

表の罫線は格子状に引く必要はなく、省略できる罫線は引かずに罫線を少なくした表の方が美しい組版と言われる。特に英文の場合、縦罫線は引かない方が良い。

横罫線は、標準の \hline コマンドでは上下の間隔が狭く、線の太さのバランスも良くない。そこで booktabs.sty の \toprule, \midrule, \cmidrule, \bottomrule コマンドを用いることで、より見やすい表を書く。

### 4.2 キャプション

表の上に \caption{} コマンドでキャプションを付ける。キャプションを英語で書くか、日本語で書くかを論文中で統一する。論文を投稿する学会のフォーマットに従うが、和文論文でも英語のキャプションとする場合が多い。図表とキャプションだけを見て論文の内容が類推できるよう、キャプションは単語ではなく文章で書く。よって英語の場合は最初の文字を大文字にし、その後は固有名詞などを除いて小文字にする。また、文末にはピリオドを書く。

### 4.3 本文中での参照

論文に挿入した表は、本文中で必ず参照する。表を参照する際は、以下の例のように \tablereref{} コマンドを用いる。 \tablereref{} コマンドは、jsproceedings.cls で定義した独自のコマンドである。参照先の表には、\label{} コマンドでラ

ベルを付けておく．

## LaTeX ソース

`\tableref{table:corr-dist}`に，マッチング後の対応点間距離の平均値を示す．

出力

Table 2 に，マッチング後の対応点間距離の平均値を示す．

## 5. 結言

本稿では，学会会議用クラスファイル `jsproceedings.cls` を用いた LaTeX 2<sub>ε</sub> での論文の書き方と体裁を整えるための注意点について述べた．科学技術論文を LaTeX 2<sub>ε</sub> で執筆する際の参考になれば幸いである．

## 謝辞

本研究は JSPS 特別研究員奨励費 24・2589 の助成を受けた．

## 参考文献

- [1] LaTeX コマンド集.  
<http://www.latex-cmd.com/>
- [2] TeX Wiki.  
<https://texwiki.texjp.org/>
- [3] 日本ロボット学会 用字用語統一表.  
[http://www.rsj.or.jp/journal/for\\_authors/words](http://www.rsj.or.jp/journal/for_authors/words)
- [4] Martin Buehler, Karl Iagnemma, and Sanjiv Singh: “The DARPA Urban Challenge”, *Springer*, 2010.
- [5] John Markoff: “Google Cars Drive Themselves, in Traffic”, *New York Times*, 2010.  
<http://www.nytimes.com/2010/10/10/science/10google.html>
- [6] Christopher M. Bishop: “Pattern Recognition and Machine Learning”, *Springer*, 2006.
- [7] Sebastian Thrun, Wolfram Burgard, and Dieter Fox: “Probabilistic Robotics”, *The MIT Press*, 2005.
- [8] 増田 健, 岡谷 (清水) 郁子, 佐川 立昌: “距離データ処理 — 複数距離画像からの形状モデル生成技術”, 情報処理学会研究報告 *CVIM*, 2004.
- [9] Joaquim Salvi, Carles Matabosch, David Fofi, and Josep Forest: “A Review of Recent Range Image Registration Methods with Accuracy Evaluation”, *J. of Image and Vision Computing*, vol. 25, no. 5, pp. 578–596, 2007.
- [10] Paul J. Besl, and Neil D. McKay: “A Method for Registration of 3-D Shapes”, *IEEE Trans. on PAMI*, vol. 14, no. 2, pp. 239–256, 1992.
- [11] 原 祥亮, 大島 章, 小野 幸彦, 網野 梓, 山本 健次郎: “人込み歩道環境に適応した自律移動技術の開発と実験機 Sofara-T を用いた実環境での評価”, 日本ロボット学会誌, vol. 30, no. 3, pp. 287–295, 2012.
- [12] Yang Chen, and Gerard Medioni: “Object Modeling by Registration of Multiple Range Images”, *J. of Image and Vision Computing*, vol. 10, no. 3, pp. 145–155, 1992.
- [13] Szymon Rusinkiewicz, and Marc Levoy: “Efficient Variants of the ICP Algorithm”, *Proc. of Int. Conf. on 3D Digital Imaging and Modeling (3DIM)*, 2001.
- [14] 八木 康史, 斎藤 英雄, et al.: “コンピュータビジョン最先端ガイド 3”, アドコム・メディア, 2010.
- [15] Martin A. Fischler, and Robert C. Bolles: “Random Sample Consensus: A Paradigm for Model Fitting with Applications to Image Analysis and Automated Cartography”, *Comm. of the ACM*, vol. 24, no. 6, pp. 381–395, 1981.
- [16] Peter Biber, and Wolfgang Straber: “The Normal Distribution Transform: A New Approach to Laser Scan Matching”, *Proc. of IEEE/RSJ Int. Conf. on Intelligent Robots and Systems (IROS)*, 2003.
- [17] Feng Lu, and Evangelos Milios: “Robot Pose Estimation in Unknown Environments by Matching 2D Range Scans”, *J. of Intelligent and Robotic Systems*, vol. 18, no. 3, pp. 249–275, 1997.
- [18] Andreas Nuchter, Kai Lingemann, Joachim Hertzberg, and Hartmut Surmann: “6D SLAM — 3D Mapping Outdoor Environments”, *J. of Field Robotics*, vol. 24, no. 8–9, pp. 699–722, 2007.
- [19] Frank Dellaert, Dieter Fox, Wolfram Burgard, and Sebastian Thrun: “Monte Carlo Localization for Mobile Robots”, *Proc. of IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation (ICRA)*, 1999.
- [20] 坪内 孝司: “移動体の位置認識”, 計測自動制御学会 編, ビークル, コロナ社, 2003.
- [21] Oussama Khatib: “Real-Time Obstacle Avoidance for Manipulators and Mobile Robots”, *Int. J. of Robotics Research*, vol. 5, no. 1, pp. 90–98, 1986.
- [22] Dieter Fox, Wolfram Burgard, and Sebastian Thrun: “The Dynamic Window Approach to Collision Avoidance”, *IEEE Robotics and Automation Mag.*, vol. 4, no. 1, pp. 23–33, 1997.